

CUP: E32G11000200005

FSC 2014-2020 "Patto per lo sviluppo della Regione Puglia"

## PROGETTO DEFINITIVO

LAVORI DI COMPLETAMENTO DELL'ACQUEDOTTO DEL  
LOCONE - II LOTTO - DAL TORRINO DI BARLETTA AL  
SERBATOIO DI BARI-MODUGNO

Il Responsabile del Procedimento

*ing. Massimo Pellegrini*

### PROGETTAZIONE

Progettisti

*ing. Michelangelo GUASTAMACCHIA (Responsabile del progetto)*

*ing. Tommaso DI LERNIA*

*ing. Rosario ESPOSITO*

*ing. M. Alessandro SALIOLA*

*geom. Pietro SIMONE*

*geom. Giuseppe VALENTINO*



Direzione Ingegneria

Il Direttore

*ing. Andrea VOLPE*



GEOPROVE s.r.l.

L'Amministratore unico  
*dot. Marcello DE DONATIS*



Il Responsabile Ingegneria di Progettazione

*ing. Massimo PELLEGRINI*

Elaborato

**D.2.2**

**Prove di permeabilità (aree serbatoi di Trani,  
Molfetta e Bari-Modugno)**

Codice Intervento P1063

Codice SAP: 21/10993

Prot. N. 0093292

Data 25/11/2019

N. Rev.	Data	Descrizione	Disegnato	Controllato	Approvato
00	NOV.2019	Emesso per PROGETTO DEFINITIVO	/	/	/

COMMITTENTE: ACQUEDOTTO PUGLIESE S.p.A.

*INDAGINI GEOGNOSTICHE A SUPPORTO DEL  
PROGETTO DI "LAVORI DI COMPLETAMENTO  
DELL'ACQUEDOTTO DEL LOCONE II LOTTO -  
DAL TORRINO DI BARLETTA AL SERBATOIO DI  
BARI-MODUGNO"*

**AREA DI INDAGINE:**  
**SERBATOIO BARI MODUGNO**

Ruffano, settembre 2018

IL DIRETTORE TECNICO  
Dott. Geol. Marcello DE DONATIS



## INDICE

PREMESSA.....	2
UBICAZIONE AREA DI INDAGINE .....	3
SONDAGGI GEOGNOSTICI A CAROTAGGIO CONTINUO.....	4
PROVE LEFRANC A CARICO VARIABILE .....	15
SONDAGGI ELETTRICI .....	21
CONCLUSIONI .....	26

## PREMESSA

Nel mese di luglio 2018, la Geoprove s.r.l. di Ruffano, su incarico dell'Acquedotto Pugliese Spa, ha eseguito delle indagini propedeutiche ai “Lavori di completamento dell'acquedotto del Locone II Lotto - Dal Torrino di Barletta al serbatoio di Bari-Modugno”; Codice SAP 210000010993 –

In particolare nel presente lavoro si fa riferimento alle indagini eseguite presso l'area del Serbatoio Bari-Modugno.

Lo scopo del presente lavoro è quello di definire, sulla base delle indagini dirette e indirette effettuate i caratteri geologici e stratigrafici locali dei primi metri e la permeabilità del suolo di fondazione, importante ai fini del dimensionamento delle trincee drenanti da realizzare.

Le indagini geognostiche sono consistite in:

- n. 3 sondaggi geognostici a carotaggio continuo spinti fino a 8 m;
- n. 3 prove di permeabilità in emungimento lungo la colonna dei fori di sondaggio eseguiti (una per ciascun sondaggio);
- n.2 sondaggi elettrici con ricostruzione tomografica.

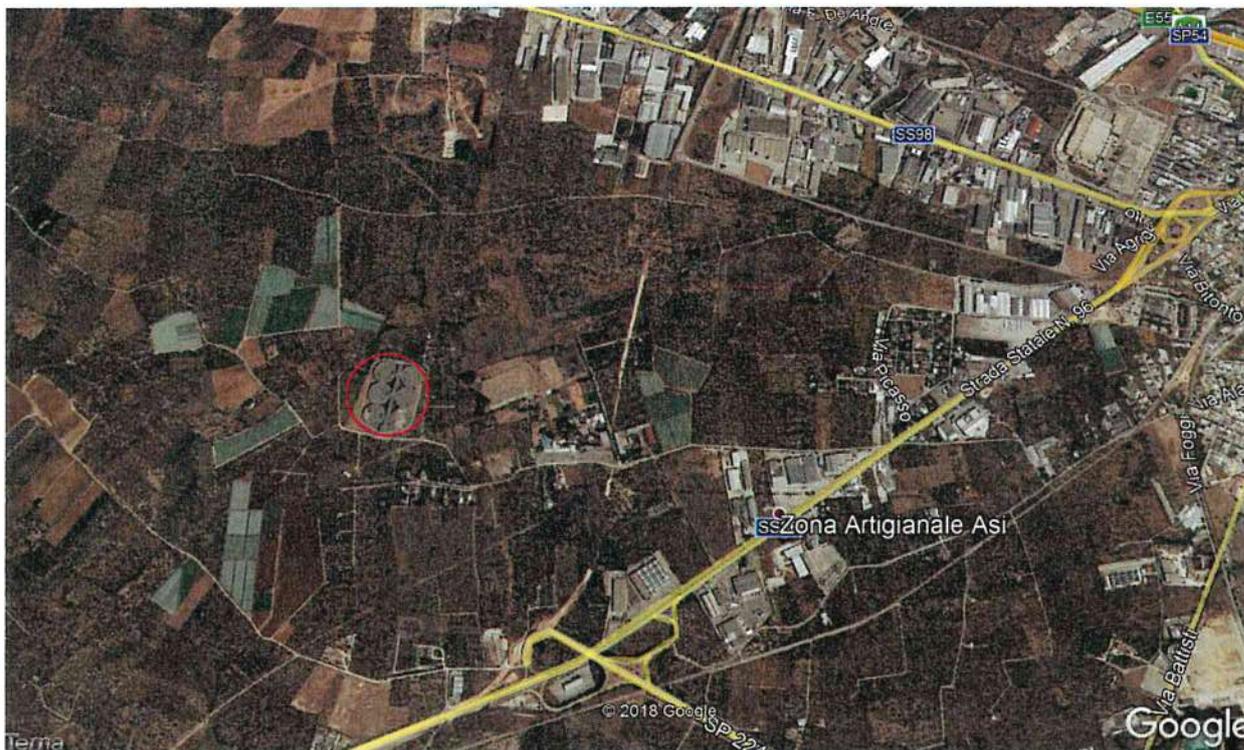
## UBICAZIONE AREA DI INDAGINE

L'area di indagine è il Serbatoio Bari-Modugno, sito in territorio comunale dei Bitonto, sito a circa 2 km ad ovest dell'abitato di Modugno.

La quota topografica è di 96 m. s.l.m.

L'area di indagine è individuata dalle seguenti coordinate geografiche :

- Latitudine: 41° 04' 53'' N
- Longitudine: 16° 44' 43'' E



*Area di indagine, immagine da Google Earth ®*

## **SONDAGGI GEOGNOSTICI A CAROTAGGIO CONTINUO**

I giorni 24-25/09/2018 sono stati eseguiti tre sondaggi geognostici a carotaggio continuo fino ad una profondità pari a 8 m.

La terebrazione è stata eseguita, realizzando un foro di sondaggio del diametro di  $\phi$  101 mm, consentendo di ricostruire l'intera stratigrafia del sottosuolo ed il relativo modello geologico. La trivella utilizzata è una trivella della CMV, mod. MK 600

Il metodo utilizzato per l'esecuzione del perforo è stato quello a rotazione con carotaggio continuo. In pratica la macchina perforatrice è dotata di una testa idraulica che fornisce alla batteria d'aste di perforazione un movimento rotatorio. La spinta necessaria all'attrezzo di perforazione per "tagliare" il terreno è invece prodotto da pistoni idraulici.

Il funzionamento consiste nell'infingere nel terreno un tubo di acciaio (carotiere), munito al fondo di un utensile tagliente (corona), collegato in superficie mediante una batteria di aste cave; l'infissione avviene ruotando e spingendo contemporaneamente le aste in superficie mediante sonda. Il metodo di avanzamento è manuale, dato che la pressione è applicata e regolata dall'operatore.

Con la perforazione a rotazione si può attraversare qualsiasi tipo di terreno, con diametro di perforazione di 101 mm.

Il tipo di utensile di perforazione più comunemente impiegato consiste in un carotiere la cui estremità inferiore è costituita da una corona tagliente provvista di elementi di metallo duro diamantato.

Durante la perforazione, per evitare fenomeni franosi del materiale da non poter eseguire una dettagliata ricostruzione stratigrafica del terreno

investigato, il foro è stato rivestito con tubi sottili in acciaio, in giunti filettati, che dopo l'esecuzione del sondaggio sono stati rimossi.

Il materiale perforato è stato conservato in cassette catalogatrici, in PVC della lunghezza di un metro, munite di scomparti divisorii (1 m di lunghezza con 5 compartimenti) e di coperchio. Sulle cassette è stato indicato il numero di sondaggio e le profondità.

Le cassette sono state documentate da foto allegate alla presente relazione.

Di seguito si allegano: la planimetria con l'ubicazione dei punti indagati, la restituzione grafica delle stratigrafie, la documentazione fotografica relativa al sondaggio e alle prove eseguite.



UBICAZIONE SONDAGGI GEOGNOSTICI A CAROTAGGIO CONTINUO

S1 ● Sondaggio geognostico a carotaggio continuo

## **SONDAGGIO S1**

Committente: Acquedotto Pugliese S.p.a.	
Località: Bari-Modugno (BA)	
Quota s.l.m.: 97	Data: 24/09/2018

### ***Caratteristiche generali e modalità di perforazione***

Sonda perforatrice	CMV MK600
Diametro del foro	Ø 101
Profondità raggiunta	8.0 m
Inclinazione del foro di sondaggio	verticale
Tecnica di scavo	A rotazione a carotaggio con uso di liquidi di perforazione opportunamente dosati
Cassette catalogatrici	2

<b><i>Prof. dal p.c.- Spessore (m)</i></b>	<b><i>Descrizione stratigrafica</i></b>
0.00-0.20 0.20	Terreno vegetale
0.20-8.00 7.80	Calcare di colore bianco grigiastro leggermente carsificato; residui di alterazione di colore bruno tra le fratture



Esecuzione sondaggio S1



Esecuzione sondaggio S1



Cassetta n. 1 (0.00 m - 5.0 m)



Cassetta n. 2 (5.00 m - 8.0 m)

<b>Certificato n° 192 del 25/09/2018</b>	<b>Verbale n°46/18 del 07/08/2018</b>
Committente: Acquedotto Pugliese SpA	Sondaggio: S1
Progetto: Lavori di completamento dell'acquedotto del Locone II Lotto	Data: 24/09/2018
Ubicazione: Bari	Quota:
Perforazione: Sondaggio geognostico a carotaggio continuo	

SCALA 1:45 **STRATIGRAFIA** Pagina 1/1

Ø mm	metri	R v	LITOLOGIA	prof. m	Spess m	DESCRIZIONE	Prel. % 0 --- 100	Cass.	RQD % 0 --- 100
			Terreno vegetale	0.2	0.2				
	1		Calccare di color bianco-grigiastro stratificato e leggermente carsificato; presenza di residui di alterazione di colore brunoastro tra le fratture						
	2								
	3								
	4								
	5								
	6								
	7								
101	8			8.0	7.8				

## **SONDAGGIO S2**

Committente: Acquedotto Pugliese S.p.a.	
Località: Bari-Modugno (BA)	
Quota s.l.m.: 96	Data: 24-25/09/2018

### ***Caratteristiche generali e modalità di perforazione***

Sonda perforatrice	CMV MK600
Diametro del foro	Ø 101
Profondità raggiunta	8.0 m
Inclinazione del foro di sondaggio	verticale
Tecnica di scavo	A rotazione a carotaggio con uso di liquidi di perforazione opportunamente dosati
Cassette catalogatrici	2

<b><i>Prof. dal p.c.- Spessore (m)</i></b>	<b><i>Descrizione stratigrafica</i></b>
0.00-0.30 0.30	Terreno vegetale
0.30-8.00 7.70	Calcere di colore bianco grigiastro intensamente fratturato; residui di alterazione di colore giallo-ocra tra le fratture



Esecuzione sondaggio S2



Cassetta n. 1 (0.00 m - 5.0 m)



Cassetta n. 2 (5.00 m - 8.0 m)

<b>Certificato n° 193 del 25/09/2018</b>	<b>Verbale n°46/18 del 07/08/2018</b>
--	---------------------------------------

Committente: Acquedotto Pugliese SpA	Sondaggio: S2
Progetto: Lavori di completamento dell'acquedotto del Locone II Lotto	Data: 24-25/09/2018
Ubicazione: Bari	Quota:
Perforazione: Sondaggio geognostico a carotaggio continuo	

SCALA 1:45	<b>STRATIGRAFIA</b>	Pagina 1/1
------------	---------------------	------------

σ mm	metri	R v	LITOLOGIA	prof. m	Spess. m	DESCRIZIONE	Prel. % 0 --- 100	Cass.	RQD % 0 --- 100
			Terreno vegetale	0.3	0.3				
	1		Calcare di color bianco-grigiastro stratificato e intensamente fratturato; presenza di residui di alterazione di colore giallo ocra tra le fratture						
	2								
	3								
	4								
	5								
	6								
	7								
101	8			8.0	7.7				

### **SONDAGGIO S3**

Committente: Acquedotto Pugliese S.p.a.	
Località: Bari-Modugno (BA)	
Quota s.l.m.: 95	Data: 25/09/2018

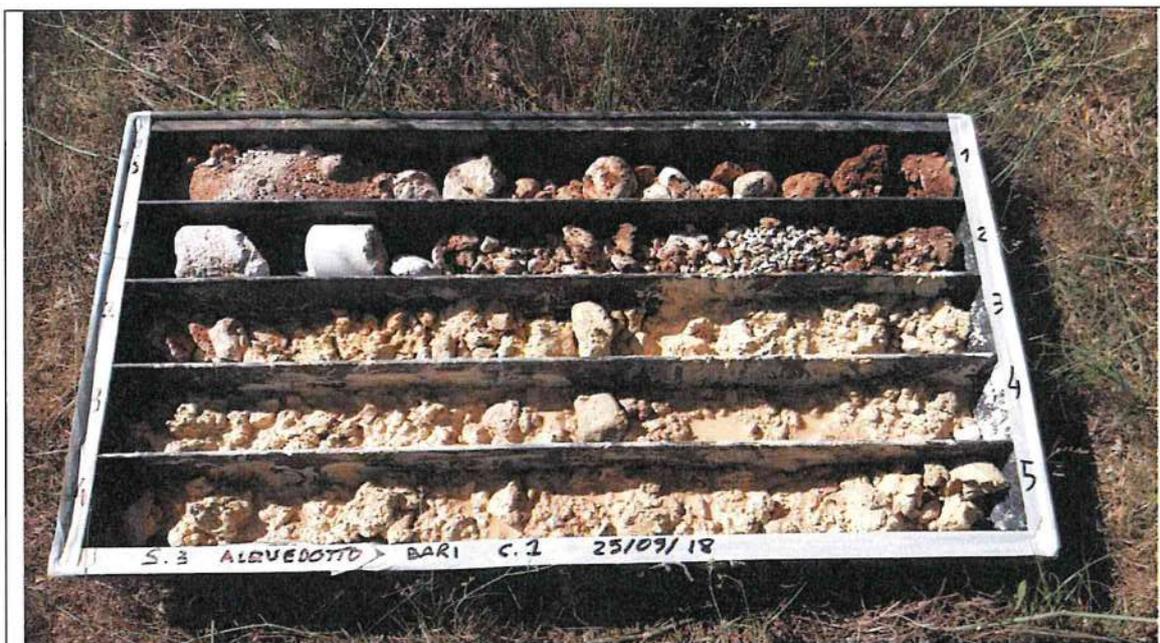
### ***Caratteristiche generali e modalità di perforazione***

Sonda perforatrice	CMV MK600
Diametro del foro	Ø 101
Profondità raggiunta	8.0 m
Inclinazione del foro di sondaggio	verticale
Tecnica di scavo	A rotazione a carotaggio con uso di liquidi di perforazione opportunamente dosati
Cassette catalogatrici	2

<b><i>Prof. dal p.c.- Spessore (m)</i></b>	<b><i>Descrizione stratigrafica</i></b>
0.00-2.10 2.10	brecce e blocchi calcarei frammisti a terra
2.10-8.00 5.90	Calcareniti e sabbie a grana medio fine, debolmente cementate di color giallo ocra



Esecuzione sondaggio S3



Cassetta n. 1 (0.00 m - 5.0 m)



Cassetta n. 2 (5.00 m - 8.0 m)

<b>Certificato n° 194 del 25/09/2018</b>	<b>Verbale n°46/18 del 07/08/2018</b>
Committente: Acquedotto Pugliese SpA	Sondaggio: S3
Progetto: Lavori di completamento dell'acquedotto del Locone II Lotto	Data: 25/09/2018
Ubicazione: Bari	Quota:
Perforazione: Sondaggio geognostico a carotaggio continuo	

SCALA 1 :45 **STRATIGRAFIA** Pagina 1/1

Ø mm	metri	R v	LITOLOGIA	prof. m	Spess. m	DESCRIZIONE	Prel. % 0 --- 100	Cass.
	1					Brecce e blocchi calcarei frammiste a terra rossa		
	2			2.1	2.1	Calcareni e sabbie a grana medio fine debolmente cementate di color giallo oca		1
101	8			8.0	5.9			2

## PROVE LEFRANC A CARICO VARIABILE

Questo tipo di prova viene effettuata in fori di sondaggio per la determinazione del coefficiente di permeabilità del sottosuolo.

Tale prova permette di determinare la permeabilità dei terreni al fondo di fori di sondaggio al di sopra (prove in abbassamento) o al di sotto del livello della falda (prove in risalita) eventualmente presente.

Le prove Lefranc a carico variabile al di sopra del livello della falda vengono eseguite immettendo acqua nel foro fino ad un' altezza nota; in quelle eseguite al di sotto del livello della falda viene abbassato, per mezzo di una pompa sommersa, il livello dell'acqua nel foro di un' altezza nota.

Viene quindi misurato, con un freatimetro, per tempi prestabiliti, la velocità di abbassamento o di risalita del livello.

Il coefficiente di permeabilità  $K$  (m/s) può essere determinato utilizzando la seguente formula:

$$K = \frac{A}{(F * T)}$$

Dove:

$A$  = area della sezione trasversale del foro al livello dell'acqua, cioè la sezione del rivestimento ( $m^2$ );

$F$  = fattore di forma che dipende dalla geometria della prova (m)

$T$  = tempo di riequilibrio (s)

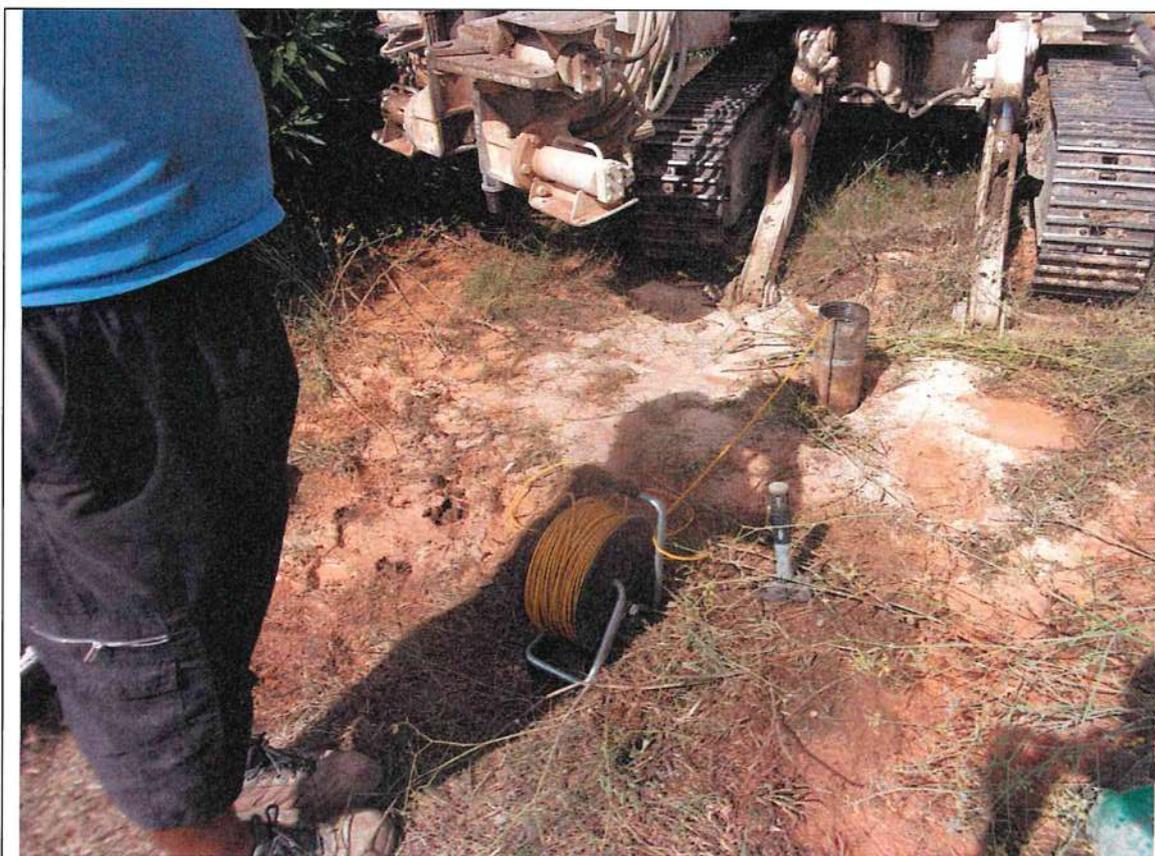
Nel caso in esame le prove sono state eseguite a carico variabile in abbassamento investigando un tratto di prova di circa 5.0 metri, in particolare da 3.0 metri (circa) fino a fondo foro.

***Risultati ottenuti***

**Prova n. 1 in abbassamento (Sondaggio S1 ø 101 mm)**

La prova è stata eseguita nel tratto di foro compreso tra 3.0 e 8.0 metri dal p.c. (fondo foro) ed ha restituito la seguente permeabilità:

$$K = 7.38 \times 10^{-3} \text{ cm/sec}$$



*Esecuzione prova Lefranc a carico variabile in abbassamento (Sondaggio S1)*



*Esecuzione prova Lefranc a carico variabile in abbassamento (Sondaggio S1)*

**Prova n. 2 in abbassamento (Sondaggio S2 ø 101 mm)**

La prova è stata eseguita nel tratto di foro compreso tra 2.80 metri dal p.c. e fondo foro (8.0 metri) ed ha restituito la seguente permeabilità:

$$K = 4.58 \times 10^{-3} \text{ cm/sec}$$

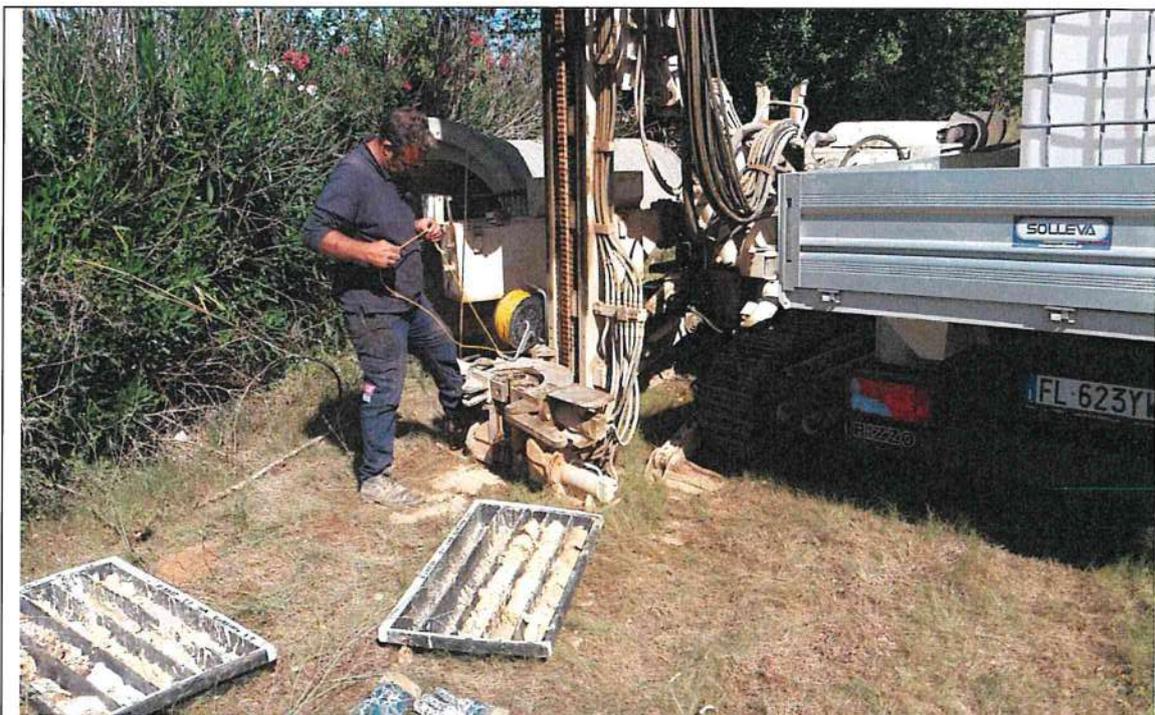


*Esecuzione prova Lefranc a carico variabile in abbassamento (Sondaggio S2)*

**Prova n. 3 in abbassamento (Sondaggio S3 ø 101 mm)**

La prova è stata eseguita nel tratto di foro compreso tra 2.90 metri dal p.c. e fondo foro (8.0 metri) ed ha restituito la seguente permeabilità:

$$K = 5.72 \times 10^{-3} \text{ cm/sec}$$



*Esecuzione prova Lefranc a carico variabile in abbassamento (Sondaggio S3)*

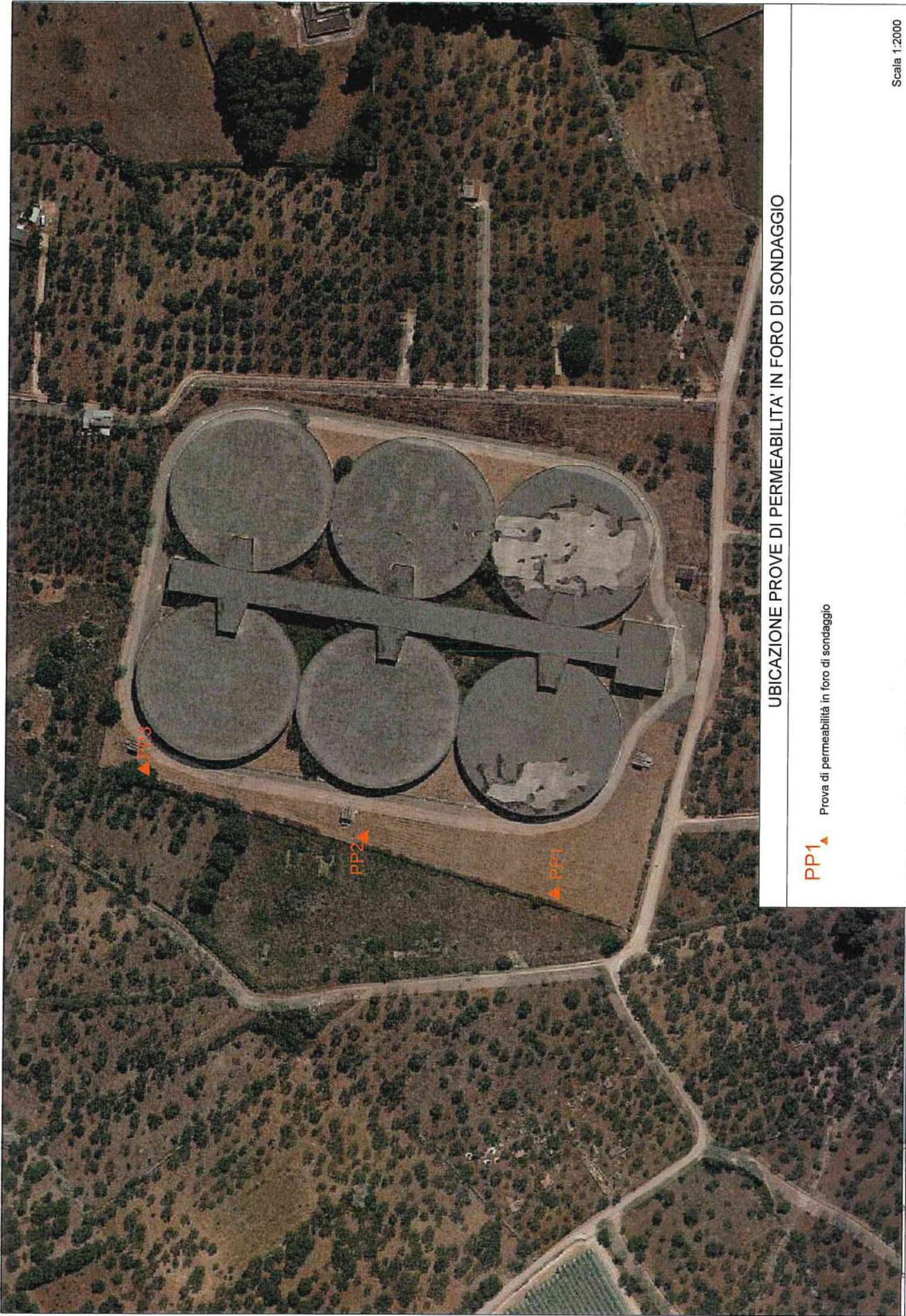
Di seguito si allega tabella riassuntiva e certificati di prova:

## TABELLA PROVE PERMEABILITA' – SERBATOIO BARI-MODUGNO

COMMITENTE: ACQUEDOTTO PUGLIESE S.P.A

OGGETTO: PROGETTO DEI LAVORI DI COMPLETAMENTO DELL'ACQUEDOTTO DEL LOCONE II LOTTO – DAL TORRINO DI BARLETTA AL SERBATOIO DI BARI-MODUGNO

SIGLA SONDAGGIO	RIFERIMENTO PROVA	PROFONDITA' TRATTO DI PROVA (m. dal p.c.)	MODALITA' PROVA DI PERMEABILITA'	COEFFICIENTE DI PERMEABILITA' (K)	DATA
S1	PROVA 1	3.00-8.00	ABBASSAMENTO	$7.38 \cdot 10^{-5}$ m/sec	24/07/2018
S2	PROVA 1	2.80-8.00	ABBASSAMENTO	$4.58 \cdot 10^{-5}$ m/sec	24/07/2018
S3	PROVA 1	2.90-8.00	ABBASSAMENTO	$5.72 \cdot 10^{-5}$ m/sec	25/07/2018



UBICAZIONE PROVE DI PERMEABILITA' IN FORO DI SONDAGGIO

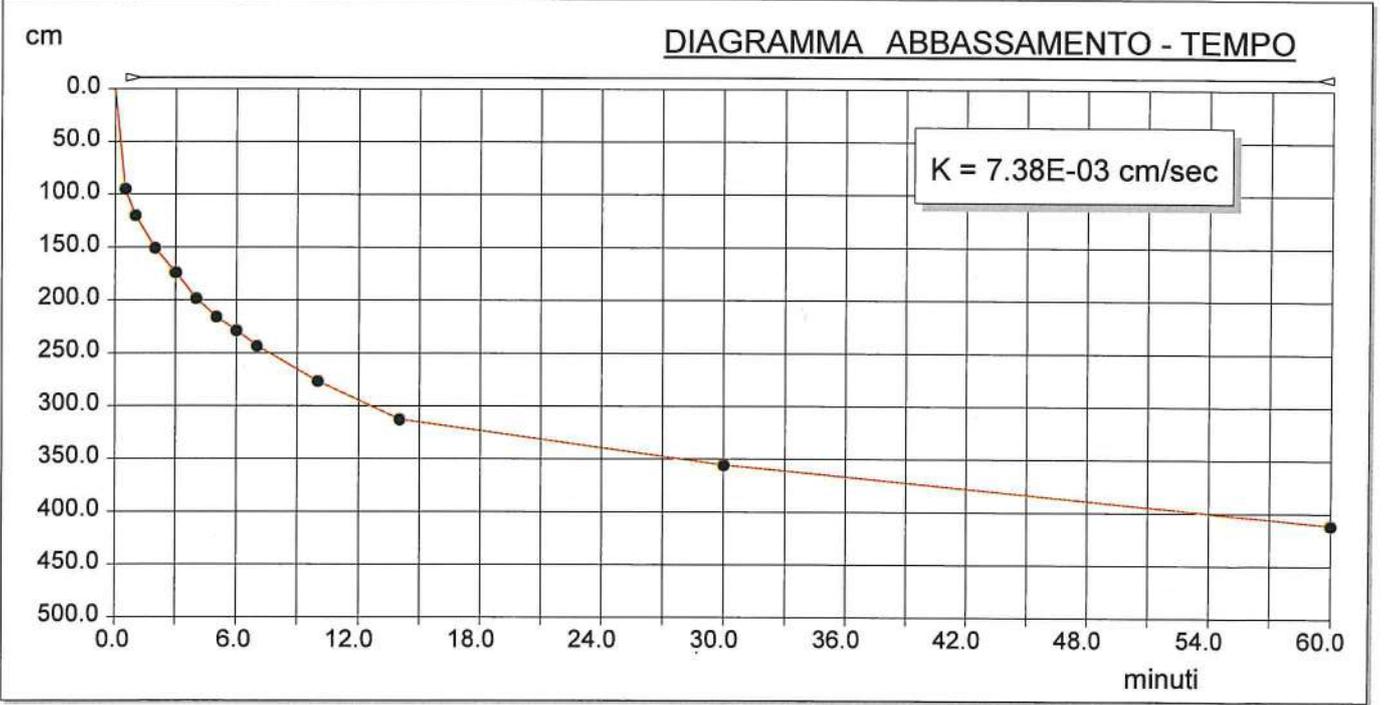
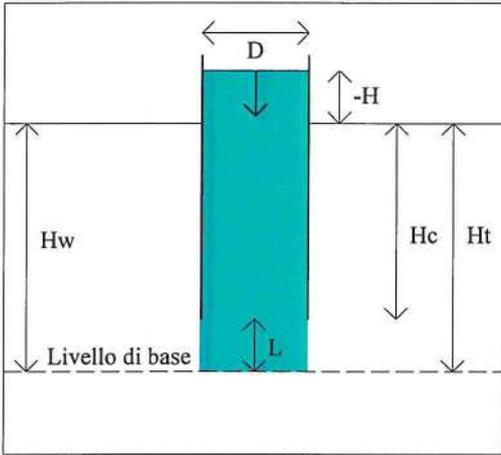
PP1 ▲

Prova di permeabilità in foro di sondaggio

## PROVA LEFRANC A CARICO VARIABILE

Committente: AQP SpA		Prova: 1
Riferimento: Lavori di Locone II Lotto		Data: 24/09/2018
Località: Bari-Modugno (Bitonto)		Orario prova: 11.12
Pozzetto: S1		

Prova eseguita in abbassamento Livello di base dell'acqua [Hw] (m) 8.00 Livello dell'acqua dal p.c. [H] (m) -0.35 Diametro del tratto di prova [D] (m) 0.101 Profondità del rivestimento [Hc] (m) 3.00 Profondità del foro [Ht] (m) 8.00 Spessore del tratto di prova [L] (m) 5.00 Coefficiente di forma 5.00		<table border="1"> <thead> <tr> <th>T min</th> <th>H cm</th> <th>dH cm</th> <th>k cm/sec</th> <th>T min</th> <th>H cm</th> <th>dH cm</th> <th>k cm/sec</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0.00</td><td>835</td><td>0</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>0.50</td><td>740</td><td>95</td><td>6.45E-02</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>1.00</td><td>715</td><td>120</td><td>1.84E-02</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>2.00</td><td>684</td><td>151</td><td>1.18E-02</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>3.00</td><td>661</td><td>174</td><td>9.13E-03</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>4.00</td><td>636</td><td>199</td><td>1.01E-02</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>5.00</td><td>619</td><td>216</td><td>7.41E-03</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>6.00</td><td>606</td><td>229</td><td>5.67E-03</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>7.00</td><td>591</td><td>244</td><td>6.47E-03</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>10.00</td><td>558</td><td>277</td><td>5.19E-03</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>14.00</td><td>522</td><td>313</td><td>4.45E-03</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>30.00</td><td>479</td><td>356</td><td>1.43E-03</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>60.00</td><td>423</td><td>412</td><td>1.11E-03</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>								T min	H cm	dH cm	k cm/sec	T min	H cm	dH cm	k cm/sec	0.00	835	0						0.50	740	95	6.45E-02					1.00	715	120	1.84E-02					2.00	684	151	1.18E-02					3.00	661	174	9.13E-03					4.00	636	199	1.01E-02					5.00	619	216	7.41E-03					6.00	606	229	5.67E-03					7.00	591	244	6.47E-03					10.00	558	277	5.19E-03					14.00	522	313	4.45E-03					30.00	479	356	1.43E-03					60.00	423	412	1.11E-03				
T min	H cm	dH cm	k cm/sec	T min	H cm	dH cm	k cm/sec																																																																																																																		
0.00	835	0																																																																																																																							
0.50	740	95	6.45E-02																																																																																																																						
1.00	715	120	1.84E-02																																																																																																																						
2.00	684	151	1.18E-02																																																																																																																						
3.00	661	174	9.13E-03																																																																																																																						
4.00	636	199	1.01E-02																																																																																																																						
5.00	619	216	7.41E-03																																																																																																																						
6.00	606	229	5.67E-03																																																																																																																						
7.00	591	244	6.47E-03																																																																																																																						
10.00	558	277	5.19E-03																																																																																																																						
14.00	522	313	4.45E-03																																																																																																																						
30.00	479	356	1.43E-03																																																																																																																						
60.00	423	412	1.11E-03																																																																																																																						

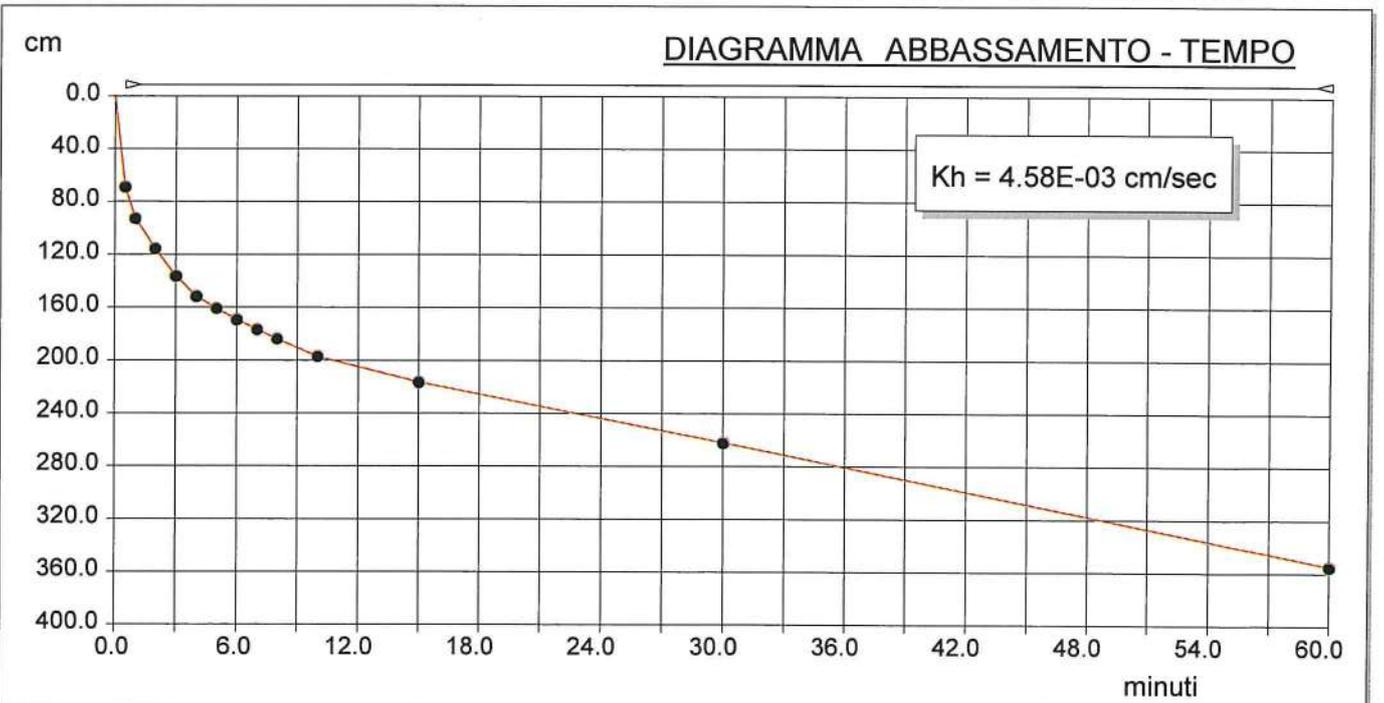


--

## PROVA LEFRANC A CARICO VARIABILE

Committente: AQP SpA		Prova: 2
Riferimento: Lavori del Locone II Lotto		Data: 24/09/2018
Località: Bari-Modugno (Bitonto)		Orario prova: 16.50
Pozzetto: S2		

Prova eseguita in abbassamento Livello di base dell'acqua [Hw] (m) 8.00 Livello dell'acqua dal p.c. [H] (m) -0.60 Diametro del tratto di prova [D] (m) 0.101 Profondità del rivestimento [Hc] (m) 2.80 Profondità del foro [Ht] (m) 8.00 Spessore del tratto di prova [L] (m) 5.20 Coefficiente di forma 5.20									
T min	H cm	dH cm	k cm/sec	T min	H cm	dH cm	k cm/sec		
0.00	860	0							
0.50	791	69	4.31E-02						
1.00	767	93	1.58E-02						
2.00	744	116	7.74E-03						
3.00	723	137	7.28E-03						
4.00	708	152	5.47E-03						
5.00	699	161	3.35E-03						
6.00	690	170	3.18E-03						
7.00	683	177	2.76E-03						
8.00	676	184	2.64E-03						
10.00	663	197	2.55E-03						
15.00	643	217	1.54E-03						
30.00	597	263	1.26E-03						
60.00	504	356	1.45E-03						



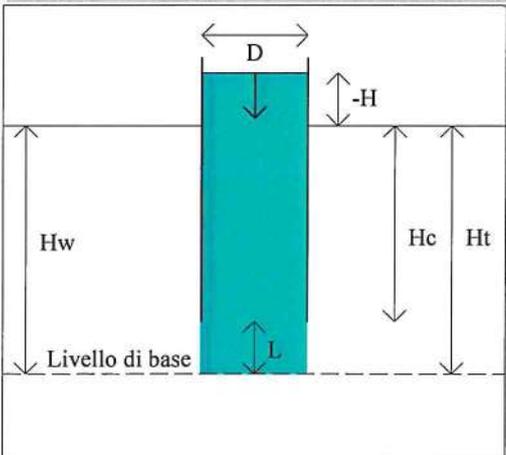
--	--

## PROVA LEFRANC A CARICO VARIABILE

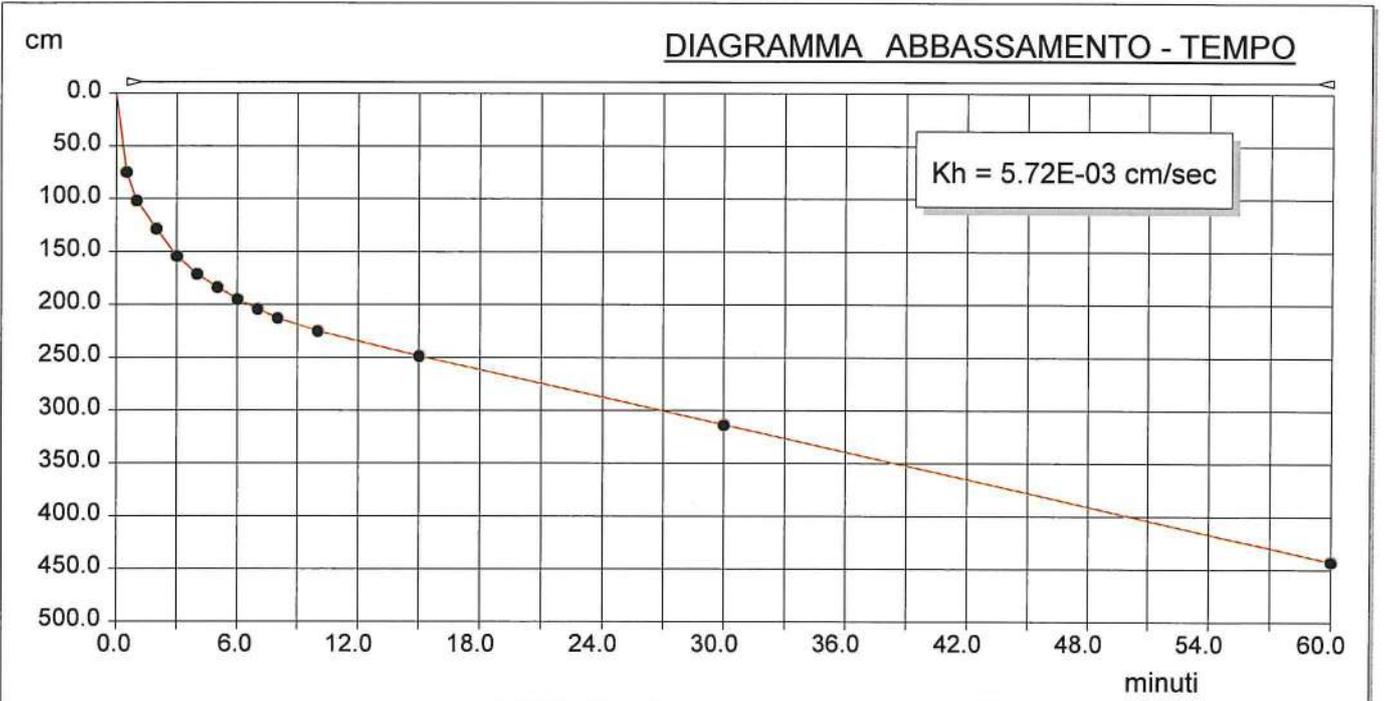
Committente: AQP SpA		Prova: 3
Riferimento: Lavori del Locone II Lotto		Data: 25/09/2018
Località: Bari-Modugno (Bitonto)		Orario prova: 10.00
Pozzetto: S3		

Prova eseguita in abbassamento

Livello di base dell'acqua [Hw] (m)	8.00
Livello dell'acqua dal p.c. [H] (m)	-0.60
Diametro del tratto di prova [D] (m)	0.101
Profondità del rivestimento [Hc] (m)	2.90
Profondità del foro [Ht] (m)	8.00
Spessore del tratto di prova [L] (m)	5.10
Coefficiente di forma	5.10



T min	H cm	dH cm	k cm/sec	T min	H cm	dH cm	k cm/sec
0.00	860	0					
0.50	785	75	4.77E-02				
1.00	758	102	1.83E-02				
2.00	731	129	9.39E-03				
3.00	706	154	9.38E-03				
4.00	689	171	6.38E-03				
5.00	676	184	4.83E-03				
6.00	665	195	4.39E-03				
7.00	656	204	3.71E-03				
8.00	647	213	3.43E-03				
10.00	635	225	2.52E-03				
15.00	611	249	1.97E-03				
30.00	546	314	1.97E-03				
60.00	417	443	2.36E-03				



## SONDAGGI ELETTRICI

Nell'area in oggetto sono stati eseguiti due sondaggi elettrici con ricostruzione tomografica, della lunghezza ciascuno di 60.0 metri, ubicati come da planimetria allegata.

Tale procedura, che rappresenta l'attuale evoluzione della geoelettrica, si realizza disponendo sul terreno un numero elevato di elettrodi. Lo scopo di questo tipo di indagine è quello di identificare delle discontinuità nel sottosuolo.

L'indagine elettrica prevede sempre una fase preliminare al fine di comprendere al meglio le problematiche da affrontare e le peculiarità del sito. Il metodo scelto permette di stimare la resistività del sottosuolo in esame; tale parametro è fondamentale per l'individuazione dei passaggi stratigrafici e di cavità.

I valori di resistività vengono rilevati introducendo nel sottosuolo una corrente attraverso due elettrodi di corrente e misurando la differenza di potenziale attraverso altri due elettrodi, detti appunto di misura. L'invio della corrente nel sottosuolo, utilizzando delle sorgenti puntiformi in superficie, determina l'irraggiamento delle linee di corrente attraverso superfici di forma semisferica. In generale il terreno non è elettricamente omogeneo né isotropo, perciò quando viene immessa corrente in esso, una qualsiasi causa di variazione di conducibilità, ne altera il flusso, provocando un'anomala distribuzione del potenziale.

La misura di questo valore prende il nome di "resistività apparente", in quanto dipende dalla disposizione degli elettrodi nel terreno. La raccolta di queste informazioni avviene lungo tutto il tratto percorso dai filetti elettrici

e, di conseguenza, da tutta la semisfera prodotta dall'immissione di corrente nel sottosuolo.

La tomografia elettrica di superficie (TES) si basa su un elevato numero di misure elettriche che, nel caso specifico, sono state effettuate su 24 elettrodi (metodologia multielettrodo), disposti sul terreno lungo il profilo scelto. La restituzione dei risultati (ricostruzione tomografica) viene realizzata approssimando il terreno (sottosuolo) in maglie o celle ("elementi finiti") e riportando in un'apposita sezione gli elementi finiti con resistività omogenea.

Il tipo di configurazione scelto per la presente campagna d'indagine è stato il metodo Dipolo-dipolo, molto sensibile ai cambiamenti di resistività.

Questo metodo consiste nel mantenere gli elettrodi di energizzazione esterni rispetto a quelli di misura. In questo caso l'interdistanza elettrodica viene mantenuta costante, mentre viene variata la distanza fra le coppie di energizzazione e di misura, al fine di aumentare la profondità di investigazione.

Nel caso in esame è stata utilizzata una strumentazione multielettrodo della IRIS (il Syscal Pro) il cui passo è stato scelto di 2.6 metri ottenendo uno stendimento di 60 metri, per l'elaborazione dei dati acquisiti in campo è stato usato il programma EarthLab.

Ai fini di una chiara lettura ed interpretazione viene presentato il sistema di acquisizione. Il vantaggio è costituito dalla possibilità di ottenere un'elevata quantità di dati in tempi brevi in maniera del tutto automatica. L'elevato numero di dati di resistività apparente disponibili permette un'inversione direttamente bidimensionale (2D) delle pseudosezioni sperimentali.

Di seguito si riporta la restituzione tomografica elettrica. I diversi colori rappresentano valori diversi di resistività registrati con lo stendimento effettuato; la scala verticale riporta la profondità di indagine, quella orizzontale le distanze progressive dello stendimento. Accanto alla sezione compare la scala delle resistività che compongono il modello interpretativo.

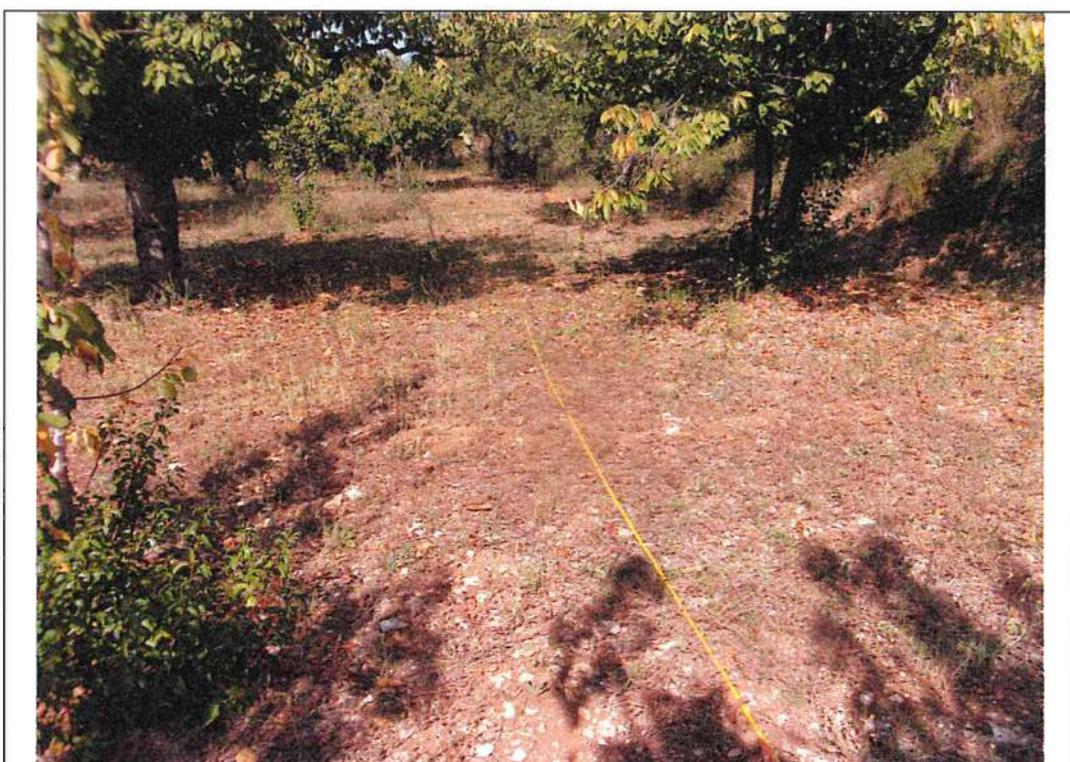
### ***Analisi dei risultati***

I sondaggi elettrici, paralleli tra loro, sono stati effettuati per una lunghezza ciascuno di 60 metri ed hanno investigato il sottosuolo per una profondità di 12 metri; essi hanno permesso di riconoscere un modello a due elettrostrati: in affioramento per uno spessore di circa 2.0 metri si rinviene il primo elettrostrato che, caratterizzato da una resistività variabile da 70 a 120  $\Omega\text{m}$  è da assimilare a terra rossa frammista a blocchi calcarenitici; il secondo elettrostrato, più omogeneo rispetto al superficiale è caratterizzato da una resistività di 40-50  $\Omega\text{m}$ , da ricondurre a delle sabbie cementate, calcarenite.

L'omogeneità della restituzione tomografica esclude la presenza di cavità nel sottosuolo.



Esecuzione sondaggio elettrico n. 1



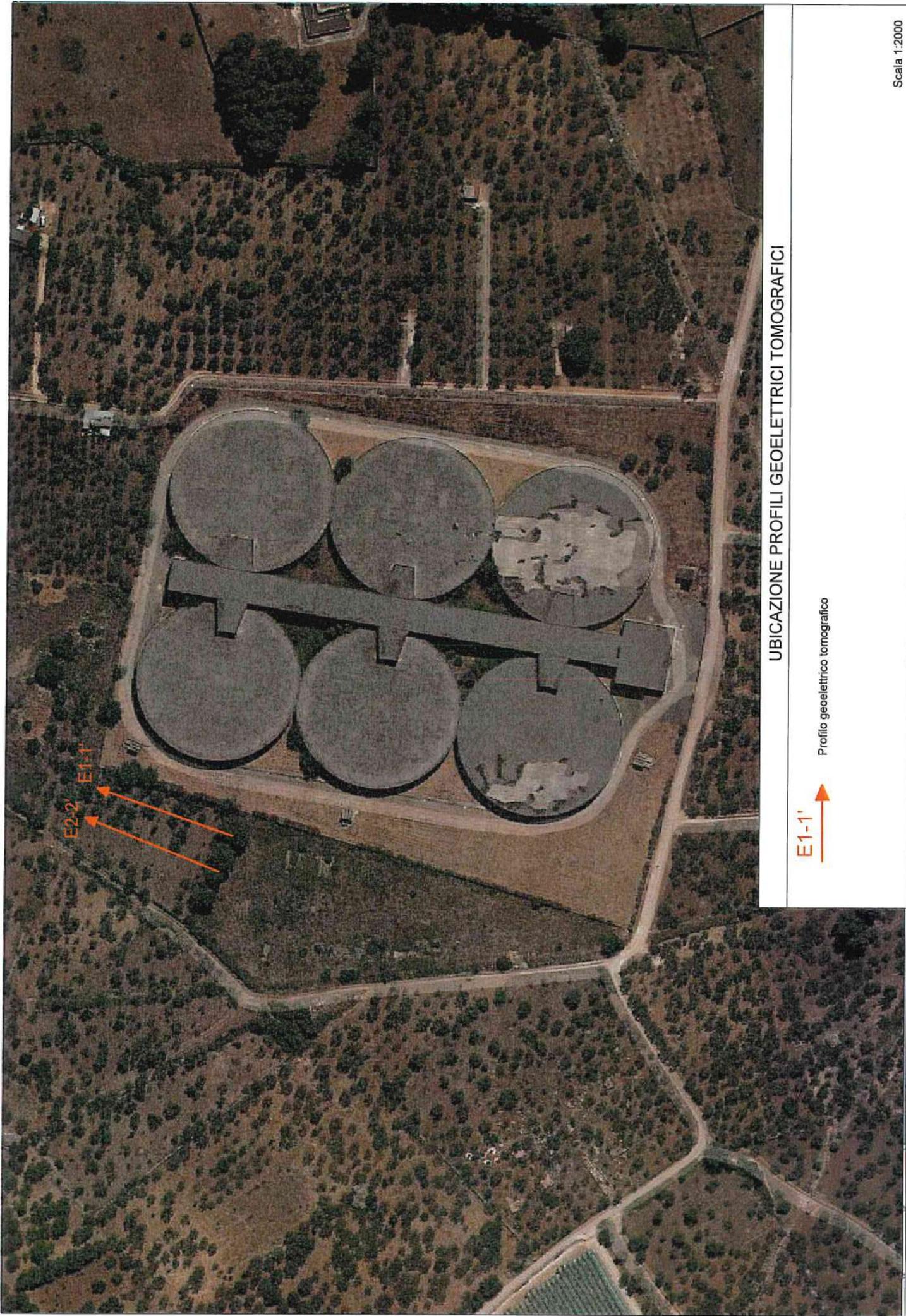
Esecuzione sondaggio elettrico n. 1



Esecuzione sondaggio elettrico n. 2



Esecuzione sondaggio elettrico n. 2



UBICAZIONE PROFILI GEOELETTRICI TOMOGRAFICI

E1-1'  Profilo geoelettrico tomografico

Resistivity

150.

121.

92.0

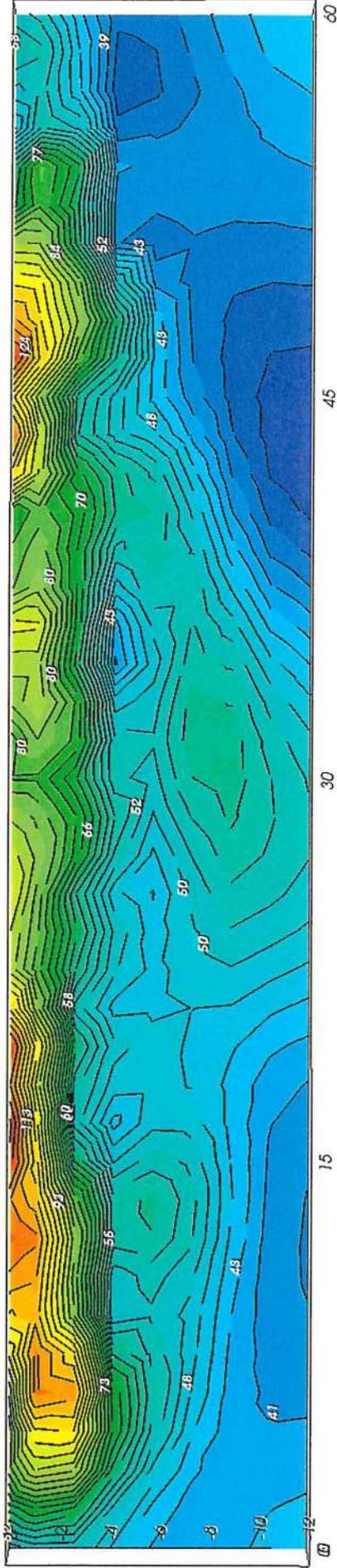
63.0

34.0

Località: Bari-Modugno (Bitonto)

Locone Il Lotto

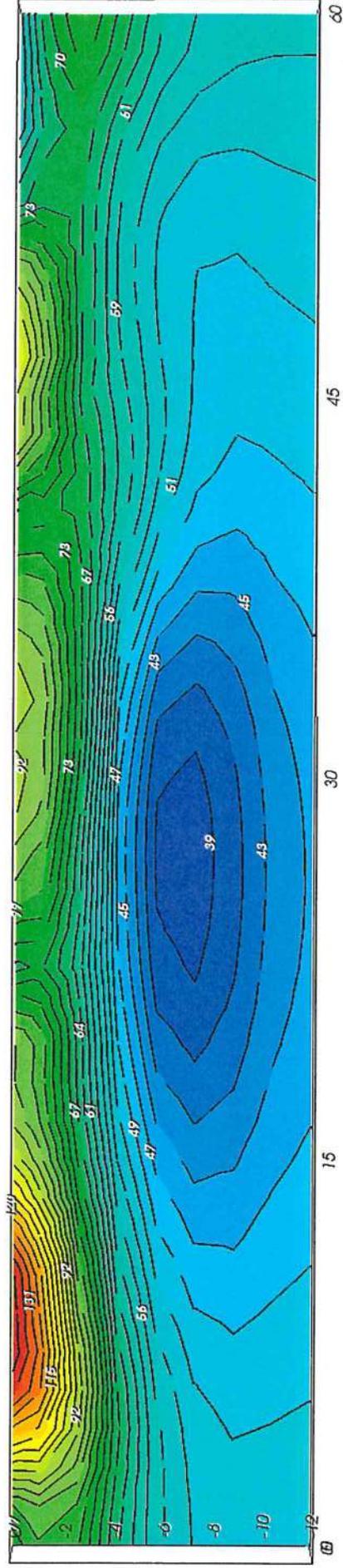
Profilo 1-1'



Resistivity



Profilo 2-2' Località: Bari-Modugno (Bitonto)



## CONCLUSIONI

Su incarico dell'Acquedotto Pugliese Spa, la Geoprove s.r.l. ha eseguito delle indagini propedeutiche ai “Lavori di completamento dell'acquedotto del Locone II Lotto - Dal Torrino di Barletta al serbatoio di Bari-Modugno”; Codice SAP 210000010993 –

In particolare nel presente lavoro si fa riferimento alle indagini eseguite presso l'area del Serbatoio Bari-Modugno:

- n. 3 sondaggi geognostici a carotaggio continuo spinti fino a 8 m;
- n. 3 prove di permeabilità in emungimento lungo la colonna dei fori di sondaggio eseguiti (una per ciascun sondaggio);
- n.2 sondaggi elettrici con ricostruzione tomografica.

I sondaggi hanno permesso di ricostruire la seguente successione litostratigrafica: nella porzione meridionale del serbatoio (sondaggi 1 e 2) si ha uno spessore di terreno vegetale di circa 0.2-0.3 m che maschera la formazione calcarea.

A nord, in corrispondenza del sondaggio n. 2 si ha uno spessore di circa 2.0 metri di terra rossa frammista a pietrame calcareo-calcarenitico a cui segue in profondità la formazione calcarenitica.

I sondaggi elettrici eseguiti a nordovest del serbatoio, parallelamente tra loro e per una lunghezza di 60.0 metri hanno rilevato in affioramento terra rossa frammista a pietrame; a circa 2.0 metri delle sabbie cementate-calcareniti.

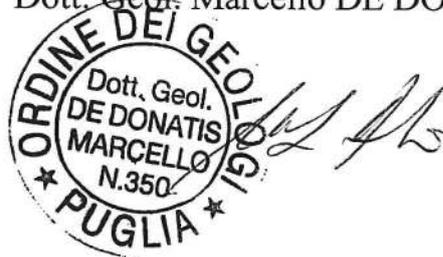
L'omogeneità della restituzione tomografica esclude la presenza di cavità nel sottosuolo.

Le tre prove di permeabilità eseguite in foro ed in abbassamento per un tratto di prova di 5.0 metri, tra 3.0 e 8.0 m dal p.c. hanno restituito un valore medio di permeabilità di  $K = 5.89 \times 10^{-5} \text{ m/sec.}$

Ruffano, settembre 2018

**IL DIRETTORE TECNICO**

Dott. Geol. Marcello DE DONATIS



COMMITTENTE: ACQUEDOTTO PUGLIESE S.p.A.

*INDAGINI GEOGNOSTICHE A SUPPORTO DEL  
PROGETTO DI "LAVORI DI COMPLETAMENTO  
DELL'ACQUEDOTTO DEL LOCONE II LOTTO -  
DAL TORRINO DI BARLETTA AL SERBATOIO DI  
BARI-MODUGNO"*

**AREA DI INDAGINE:**  
**SERBATOIO SU STRADA VICINALE REDDITO**

Ruffano, settembre 2018

IL DIRETTORE TECNICO

Dott. Geol. Marcello DE DONATIS



## INDICE

PREMESSA.....	2
UBICAZIONE AREA DI INDAGINE .....	3
SONDAGGI GEOGNOSTICI A CAROTAGGIO CONTINUO.....	4
PROVE LEFRANC A CARICO VARIABILE .....	15
SONDAGGI ELETTRICI .....	23
CONCLUSIONI .....	28

## **PREMESSA**

Nel mese di luglio 2018, la Geoprove s.r.l. di Ruffano, su incarico dell'Acquedotto Pugliese Spa, ha eseguito delle indagini propedeutiche ai “Lavori di completamento dell'acquedotto del Locone II Lotto - Dal Torrino di Barletta al serbatoio di Bari-Modugno”; Codice SAP 210000010993 –

In particolare nel presente lavoro si fa riferimento alle indagini eseguite in agro di Molfetta in corrispondenza del serbatoio sito su Strada Vicinale Reddito.

Lo scopo del presente lavoro è quello di definire, sulla base delle indagini dirette e indirette effettuate i caratteri geologici e stratigrafici locali dei primi metri e la permeabilità del suolo di fondazione, importante ai fini del dimensionamento delle trincee drenanti da realizzare.

Le indagini geognostiche sono consistite in:

- n. 3 sondaggi geognostici a carotaggio continuo spinti fino a 8 m;
- n. 3 prove di permeabilità in emungimento lungo la colonna dei fori di sondaggio eseguiti (una per ciascun sondaggio);
- n.2 sondaggi elettrici con ricostruzione tomografica.

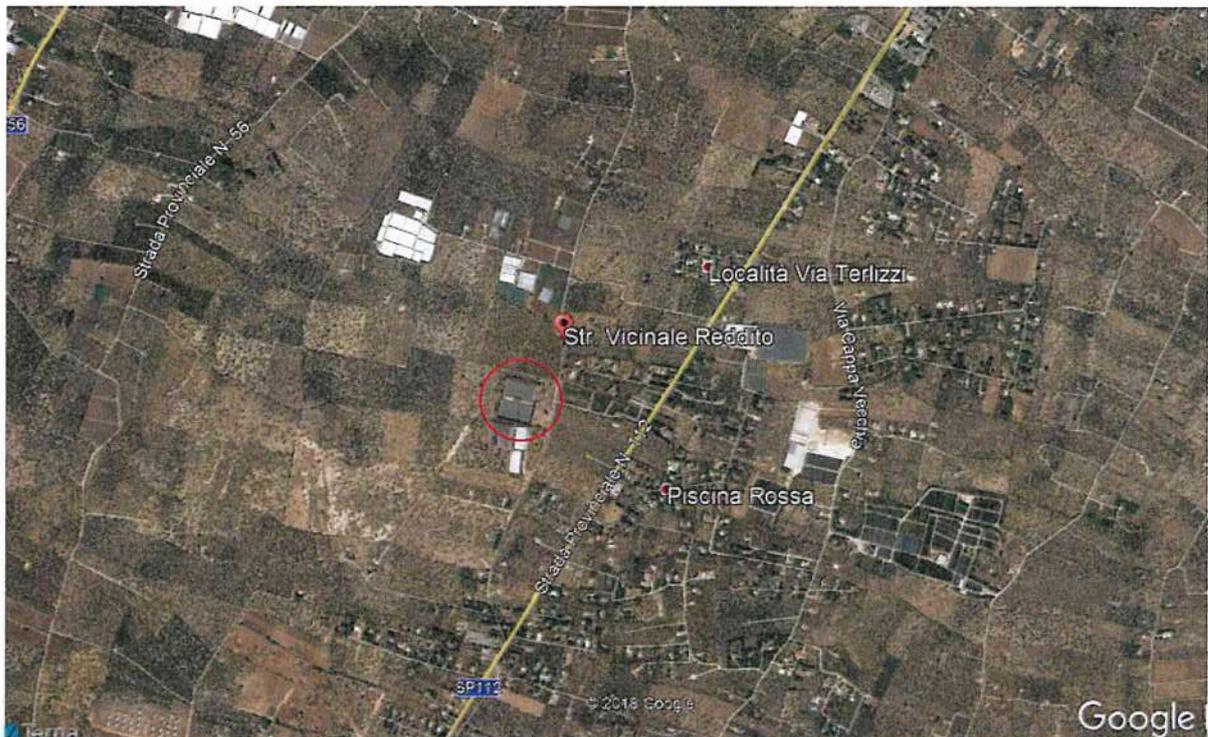
## UBICAZIONE AREA DI INDAGINE

L'area di indagine è sita su Strada Vicinale Reddito, in territorio comunale dei Molfetta, a circa 3.5 km a sudovest dell'abitato.

La quota topografica è di 103 m. s.l.m.

L'area di indagine è individuata dalle seguenti coordinate geografiche :

- Latitudine: 41° 09' 43'' N
- Longitudine: 16° 33' 42'' E



*Area di indagine, immagine da Google Earth ®*

## SONDAGGI GEOGNOSTICI A CAROTAGGIO CONTINUO

I giorni 20-21/09/2018 sono stati eseguiti tre sondaggi geognostici a carotaggio continuo fino ad una profondità pari a 8 m.

La terebrazione è stata eseguita, realizzando un foro di sondaggio del diametro di  $\phi$  101 mm, consentendo di ricostruire l'intera stratigrafia del sottosuolo ed il relativo modello geologico. La trivella utilizzata è una trivella della CMV, mod. MK 600

Il metodo utilizzato per l'esecuzione del perforo è stato quello a rotazione con carotaggio continuo. In pratica la macchina perforatrice è dotata di una testa idraulica che fornisce alla batteria d'aste di perforazione un movimento rotatorio. La spinta necessaria all'attrezzo di perforazione per "tagliare" il terreno è invece prodotto da pistoni idraulici.

Il funzionamento consiste nell'infiggere nel terreno un tubo di acciaio (carotiere), munito al fondo di un utensile tagliente (corona), collegato in superficie mediante una batteria di aste cave; l'infissione avviene ruotando e spingendo contemporaneamente le aste in superficie mediante sonda. Il metodo di avanzamento è manuale, dato che la pressione è applicata e regolata dall'operatore.

Con la perforazione a rotazione si può attraversare qualsiasi tipo di terreno, con diametro di perforazione di 101 mm.

Il tipo di utensile di perforazione più comunemente impiegato consiste in un carotiere la cui estremità inferiore è costituita da una corona tagliente provvista di elementi di metallo duro diamantato.

Durante la perforazione, per evitare fenomeni franosi del materiale da non poter eseguire una dettagliata ricostruzione stratigrafica del terreno

investigato, il foro è stato rivestito con tubi sottili in acciaio, in giunti filettati, che dopo l'esecuzione del sondaggio sono stati rimossi.

Il materiale perforato è stato conservato in cassette catalogatrici, in PVC della lunghezza di un metro, munite di scomparti divisorii (1 m di lunghezza con 5 compartimenti) e di coperchio. Sulle cassette è stato indicato il numero di sondaggio e le profondità.

Le cassette sono state documentate da foto allegate alla presente relazione.

Di seguito si allegano: la planimetria con l'ubicazione dei punti indagati, la restituzione grafica delle stratigrafie, la documentazione fotografica relativa al sondaggio e alle prove eseguite.



UBICAZIONE SONDAGGI GEOGNOSTICI A CAROTTAGGIO CONTINUO

S1 ● Sondaggio geognostico a carottaggio continuo

## SONDAGGIO S1

Committente: Acquedotto Pugliese S.p.a.	
Località: Molfetta (BA)	
Quota s.l.m.: 102	Data: 20/09/2018

### *Caratteristiche generali e modalità di perforazione*

Sonda perforatrice	CMV MK600
Diametro del foro	Ø 101
Profondità raggiunta	8.0 m
Inclinazione del foro di sondaggio	verticale
Tecnica di scavo	A rotazione a carotaggio con uso di liquidi di perforazione opportunamente dosati
Cassette catalogatrici	2

<i>Prof. dal p.c.- Spessore (m)</i>	<i>Descrizione stratigrafica</i>
0.00-0.40 0.40	Brecce e sabbie calcaree
0.40-8.00 7.60	Calcarea di colore bianco grigiastro stratificato ed intensamente fratturato. Presenti residui di alterazione



Esecuzione sondaggio S1



Esecuzione sondaggio S1



Cassetta n. 1 (0.00 m - 5.0 m)



Cassetta n. 2 (5.00 m - 8.0 m)

<b>Certificato n° 189 del 25/09/2018</b>	<b>Verbale n°46/18 del 07/08/2018</b>
--	---------------------------------------

Committente: Acquedotto Pugliese SpA	Sondaggio: S1
Progetto: Lavori di completamento dell'acquedotto del Locone II Lotto	Data: 20/09/2018
Ubicazione: Molfetta	Quota:
Perforazione: Sondaggio geognostico a carotaggio continuo	

SCALA 1 :45	<b>STRATIGRAFIA</b>	Pagina 1/1
-------------	---------------------	------------

Ø mm	metri	R v	LITOLOGIA	prof. m	Spess. m	DESCRIZIONE	Cass	Prel. % 0 --- 100	
				0.4	0.4	Brecce e sabbie calcaree biancastre			
	1					Calcare di color bianco-grigiastro stratificato e intensamente fratturato fino a rendere l'ammasso roccioso una breccia calcarea; residui di alterazione di color giallo ocra tra le fratture			
	2								
	3								
	4								
	5								
	6								
	7								
101	8			8.0	7.6				

## SONDAGGIO S2

Committente: Acquedotto Pugliese S.p.a.	
Località: Molfetta (BA)	
Quota s.l.m.: 102	Data: 20/09/2018

### *Caratteristiche generali e modalità di perforazione*

Sonda perforatrice	CMV MK600
Diametro del foro	Ø 101
Profondità raggiunta	8.0 m
Inclinazione del foro di sondaggio	verticale
Tecnica di scavo	A rotazione a carotaggio con uso di liquidi di perforazione opportunamente dosati
Cassette catalogatrici	2

<i>Prof. dal p.c.- Spessore (m)</i>	<i>Descrizione stratigrafica</i>
0.00-0.30 0.30	Terra rossa frammista a brecce calcaree
0.30-8.00 7.70	Calcere di colore bianco grigiastro intensamente fratturato; residui di alterazione di colore giallo-ocra tra le fratture



Esecuzione sondaggio S2



Esecuzione sondaggio S2



Cassetta n. 1 (0.00 m - 5.0 m)

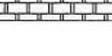


Cassetta n. 2 (5.00 m - 8.0 m)

<b>Certificato n° 190 del 25/09/2018</b>	<b>Verbale n°46/18 del 07/08/2018</b>
--	---------------------------------------

Committente: Acquedotto Pugliese SpA	Sondaggio: S2
Progetto: Lavori di completamento dell'acquedotto del Locone II Lotto	Data: 20/09/2018
Ubicazione: Molfetta	Quota:
Perforazione: Sondaggio geognostico a carotaggio continuo	

SCALA 1 :45 **STRATIGRAFIA** Pagina 1/1

Ø mm	metri	R V	LITOLOGIA	prof. m	Spess. m	DESCRIZIONE	Cass.	Prel. % 0 --- 100
				0.3	0.3	Terra rossa frammista a breccie calcaree		
	1					Calcare di color bianco-grigiastro stratificato e intensamente fratturato fino a rendere l'ammasso roccioso una breccia calcarea; residui di alterazione di color giallo ocra tra le fratture		
	2							
	3							
	4							
	5							
	6							
	7							
101	8			8.0	7.7			

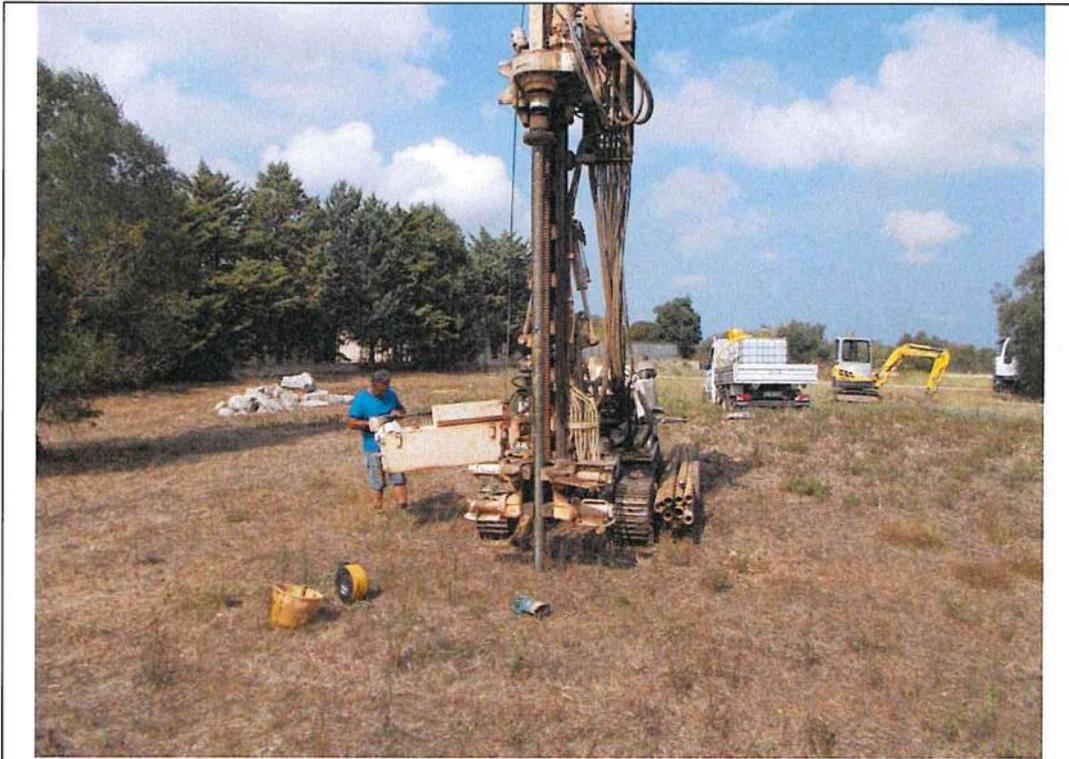
**SONDAGGIO S3**

Committente: Acquedotto Pugliese S.p.a.	
Località: Molfetta (BA)	
Quota s.l.m.: 103	Data: 20-21/09/2018

***Caratteristiche generali e modalità di perforazione***

Sonda perforatrice	CMV MK600
Diametro del foro	Ø 101
Profondità raggiunta	8.0 m
Inclinazione del foro di sondaggio	verticale
Tecnica di scavo	A rotazione a carotaggio con uso di liquidi di perforazione opportunamente dosati
Cassette catalogatrici	2

<b><i>Prof. dal p.c.- Spessore (m)</i></b>	<b><i>Descrizione stratigrafica</i></b>
0.00-0.30 0.30	Terra rossa frammista a brecce calcaree
0.30-8.00 7.70	Calcere di colore bianco grigiastro intensamente fratturato; residui di alterazione di colore giallo-ocra tra le fratture



Esecuzione sondaggio S3



Esecuzione sondaggio S3



Cassetta n. 1 (0.00 m - 5.0 m)



Cassetta n. 2 (5.00 m - 8.0 m)

<b>Certificato n° 191 del 25/09/2018</b>	<b>Verbale n°46/18 del 07/08/2018</b>
--	---------------------------------------

Committente: Acquedotto Pugliese SpA	Sondaggio: S3
Progetto: Lavori di completamento dell'acquedotto del Locone II Lotto	Data: 20-21/09/2018
Ubicazione: Molfetta	Quota:
Perforazione: Sondaggio geognostico a carotaggio continuo	

SCALA 1 :45

# STRATIGRAFIA

Pagina 1/1

Ø mm	metri	R v	LITOLOGIA	prof. m	Spess m	DESCRIZIONE	Cass	Prel. % 0 --- 100
				0.3	0.3	Terra rossa frammista a breccie calcaree		
	1					Calcare di color bianco-grigiastro stratificato e intensamente fratturato fino a rendere l'ammasso roccioso una breccia calcarea; residui di alterazione di color giallo ocra tra le fratture		
	2							
	3							
	4							
	5							
	6							
	7							
101	8			8.0	7.7			

## PROVE LEFRANC A CARICO VARIABILE

Questo tipo di prova viene effettuata in fori di sondaggio per la determinazione del coefficiente di permeabilità del sottosuolo.

Tale prova permette di determinare la permeabilità dei terreni al fondo di fori di sondaggio al di sopra (prove in abbassamento) o al di sotto del livello della falda (prove in risalita) eventualmente presente.

Le prove Lefranc a carico variabile al di sopra del livello della falda vengono eseguite immettendo acqua nel foro fino ad un' altezza nota; in quelle eseguite al di sotto del livello della falda viene abbassato, per mezzo di una pompa sommersa, il livello dell'acqua nel foro di un'altezza nota.

Viene quindi misurato, con un freatometro, per tempi prestabiliti, la velocità di abbassamento o di risalita del livello.

Il coefficiente di permeabilità  $K$  (m/s) può essere determinato utilizzando la seguente formula:

$$K = \frac{A}{(F * T)}$$

Dove:

$A$  = area della sezione trasversale del foro al livello dell'acqua, cioè la sezione del rivestimento ( $m^2$ );

$F$  = fattore di forma che dipende dalla geometria della prova (m)

$T$  = tempo di riequilibrio (s)

Nel caso in esame le prove sono state eseguite a carico variabile in abbassamento investigando un tratto di prova tra 5.40 e 6.90 metri e comunque fino a fondo foro.

***Risultati ottenuti***

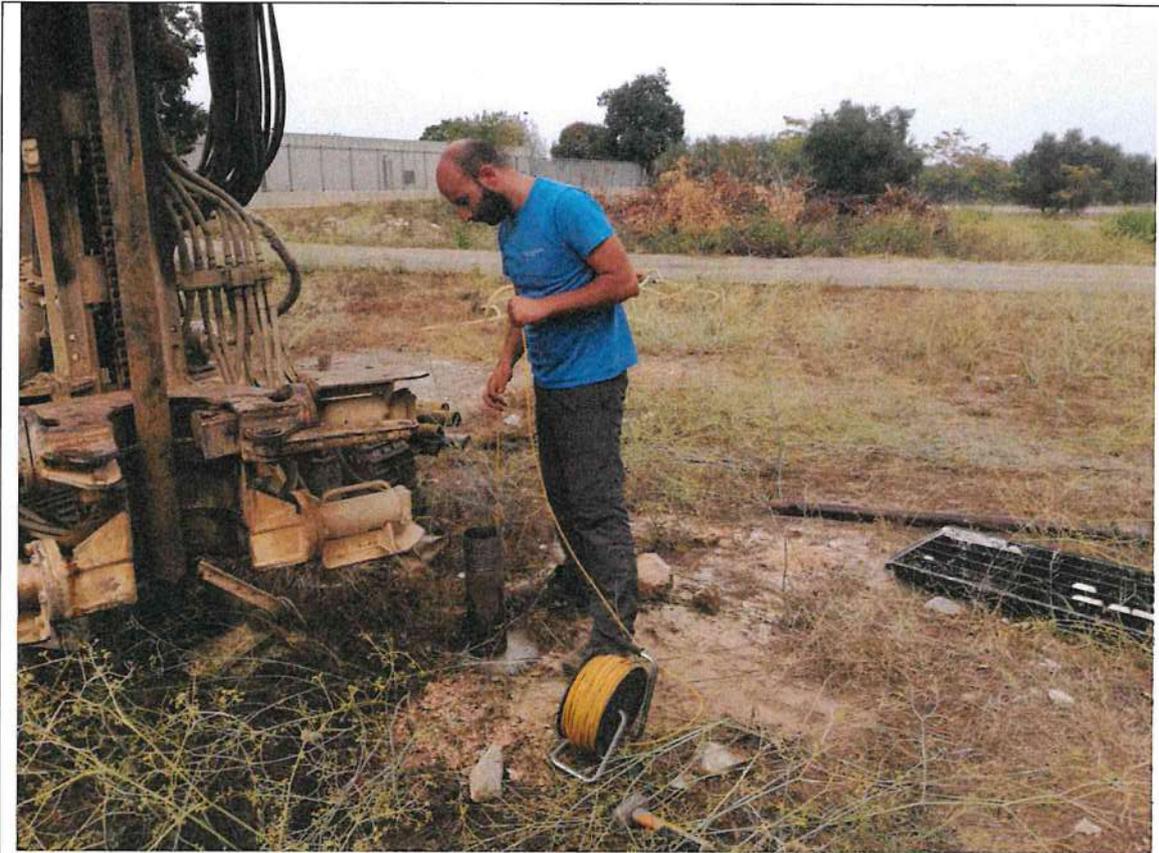
**Prova n. 1 in abbassamento (Sondaggio S1 ø 101 mm)**

La prova è stata eseguita nel tratto di foro compreso tra 1.10 e 8.0 metri dal p.c. (fondo foro) ed ha restituito la seguente permeabilità:

$$K = 5.25 \times 10^{-2} \text{ cm/sec}$$



*Esecuzione prova Lefranc a carico variabile in abbassamento (Sondaggio S1)*



*Esecuzione prova Lefranc a carico variabile in abbassamento (Sondaggio S1)*

**Prova n. 2 in abbassamento (Sondaggio S2 ø 101 mm)**

La prova è stata eseguita in un tratto di foro di 5.50 m e quindi compreso tra 2.50 metri dal p.c. e fondo foro (8.0 metri) ed ha restituito la seguente permeabilità:

$$K = 8.14 \times 10^{-3} \text{ cm/sec}$$



*Esecuzione prova Lefranc a carico variabile in abbassamento (Sondaggio S2)*



*Esecuzione prova Lefranc a carico variabile in abbassamento (Sondaggio S2)*

**Prova n. 3 in abbassamento (Sondaggio S3 ø 101 mm)**

La prova è stata eseguita nel tratto di foro compreso tra 2.60 metri dal p.c. e fondo foro (8.0 metri) ed ha restituito la seguente permeabilità:

$$K = 1.49 \times 10^{-2} \text{ cm/sec}$$



*Esecuzione prova Lefranc a carico variabile in abbassamento (Sondaggio S3)*



*Esecuzione prova Lefranc a carico variabile in abbassamento (Sondaggio S3)*

Di seguito si allega tabella riassuntiva e certificati di prova:

## TABELLA PROVE PERMEABILITA' DI MOLFETTA

COMMITENTE: ACQUEDOTTO PUGLIESE S.P.A

OGGETTO: PROGETTO DEI LAVORI DI COMPLETAMENTO DELL'ACQUEDOTTO DEL LOCONE II LOTTO – DAL TORRINO DI BARLETTA AL SERBATOIO DI BARI-MODUGNO

SIGLA SONDAGGIO	RIFERIMENTO PROVA	PROFONDITA' TRATTO DI PROVA (m. dal p.c.)	MODALITA' PROVA DI PERMEABILITA'	COEFFICIENTE DI PERMEABILITA' (K)	DATA
S1	PROVA I	1.10-8.00	ABBASSAMENTO	$5.25 \cdot 10^{-4}$ m/sec	20/07/2018
S2	PROVA I	2.50-8.00	ABBASSAMENTO	$8.14 \cdot 10^{-5}$ m/sec	21/07/2018
S3	PROVA I	2.60-8.00	ABBASSAMENTO	$1.49 \cdot 10^{-4}$ m/sec	21/07/2018



UBICAZIONE PROVE DI PERMEABILITA' IN FORO DI SONDAGGIO

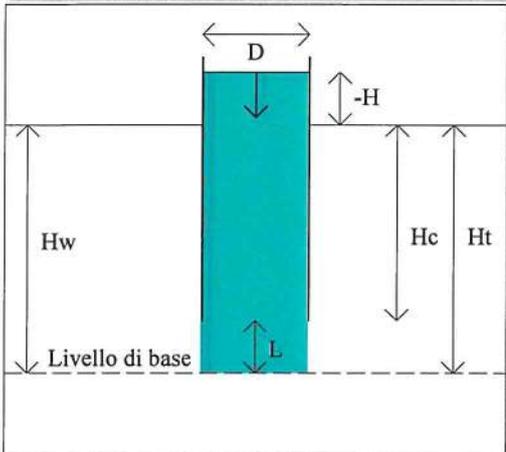
**PP1** ▲  
Prova di permeabilità in foro di sondaggio

## PROVA LEFRANC A CARICO VARIABILE

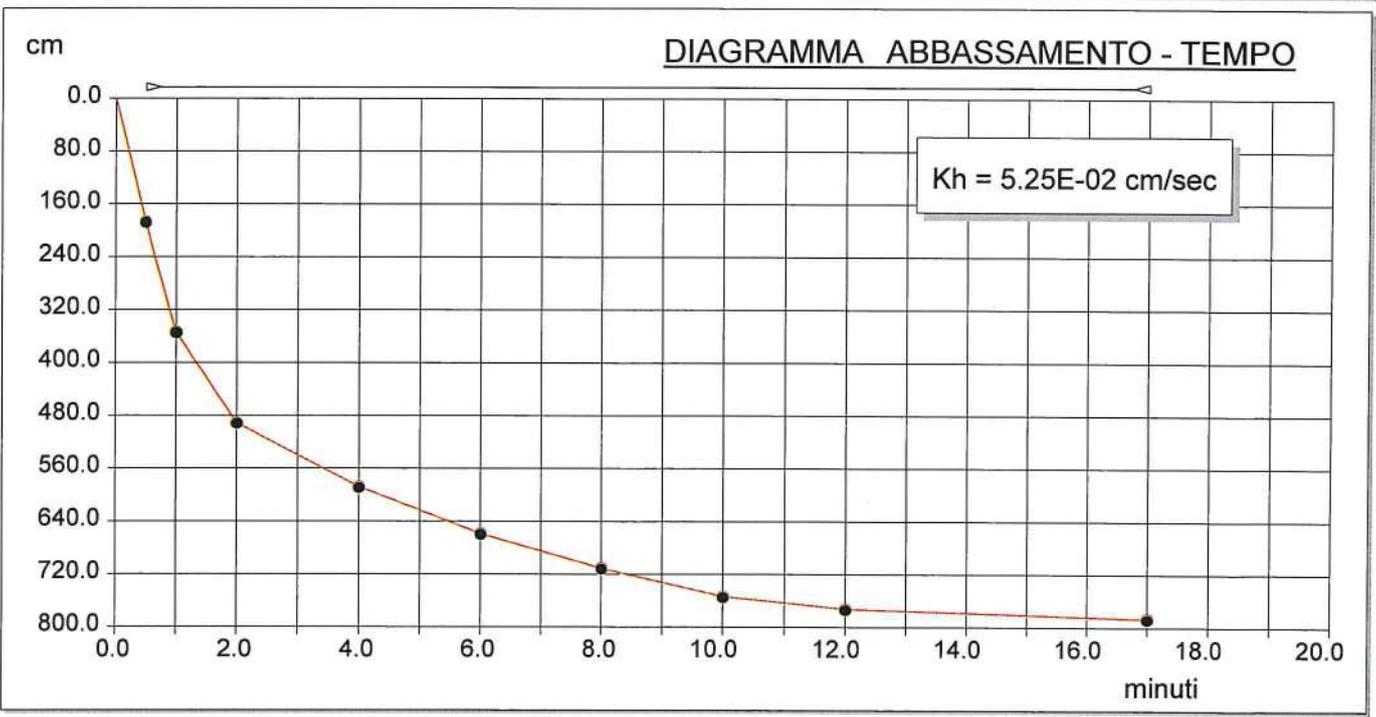
Committente: AQP SpA		Prova: 1
Riferimento: Lavori del Locone II Lotto		Data: 20/09/2018
Località: Molfetta		Orario prova: 17.40
Pozzetto: S1		

Prova eseguita in abbassamento

Livello di base dell'acqua [Hw] (m)	8.00
Livello dell'acqua dal p.c. [H] (m)	-0.10
Diametro del tratto di prova [D] (m)	0.101
Profondità del rivestimento [Hc] (m)	1.10
Profondità del foro [Ht] (m)	8.00
Spessore del tratto di prova [L] (m)	6.90
Coefficiente di forma	6.90



T min	H cm	dH cm	k cm/sec	T min	H cm	dH cm	k cm/sec
0.00	810	0					
0.50	622	188	1.02E-01				
1.00	455	355	1.21E-01				
2.00	318	492	6.95E-02				
4.00	221	589	3.52E-02				
6.00	150	660	3.75E-02				
8.00	98	712	4.12E-02				
10.00	55	755	5.59E-02				
12.00	36	774	4.10E-02				
17.00	22	788	1.91E-02				

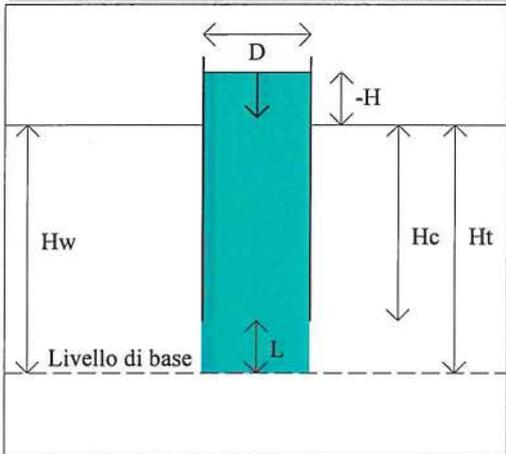


## PROVA LEFRANC A CARICO VARIABILE

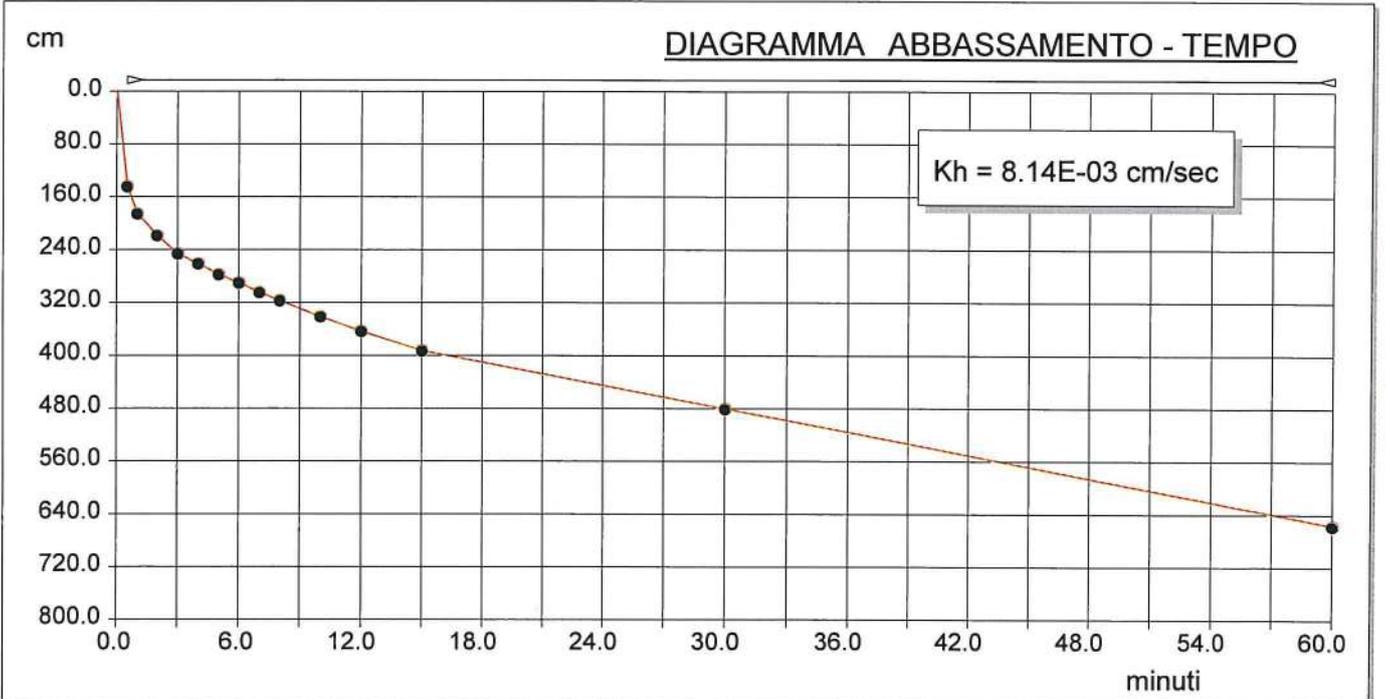
Committente: AQP SpA		Prova: 2
Riferimento: Lavori del Locone II Lotto		Data: 21/09/2018
Località: Molfetta		Orario prova: 10.00
Pozzetto: S2		

Prova eseguita in abbassamento

Livello di base dell'acqua [Hw] (m)	8.00
Livello dell'acqua dal p.c. [H] (m)	-0.60
Diametro del tratto di prova [D] (m)	0.101
Profondità del rivestimento [Hc] (m)	2.50
Profondità del foro [Ht] (m)	8.00
Spessore del tratto di prova [L] (m)	5.50
Coefficiente di forma	5.50



T min	H cm	dH cm	k cm/sec	T min	H cm	dH cm	k cm/sec
0.00	860	0					
0.50	715	145	8.95E-02				
1.00	674	186	2.90E-02				
2.00	641	219	1.21E-02				
3.00	614	246	1.06E-02				
4.00	598	262	6.14E-03				
5.00	582	278	6.69E-03				
6.00	569	291	5.39E-03				
7.00	555	305	6.15E-03				
8.00	543	317	5.53E-03				
10.00	518	342	5.62E-03				
12.00	496	364	5.23E-03				
15.00	467	393	4.95E-03				
30.00	379	481	3.38E-03				
60.00	202	658	5.09E-03				

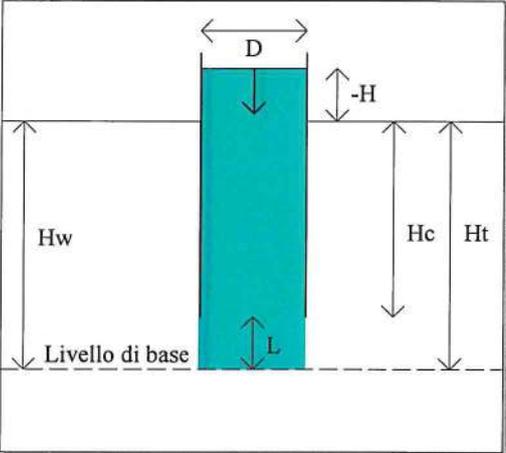


## PROVA LEFRANC A CARICO VARIABILE

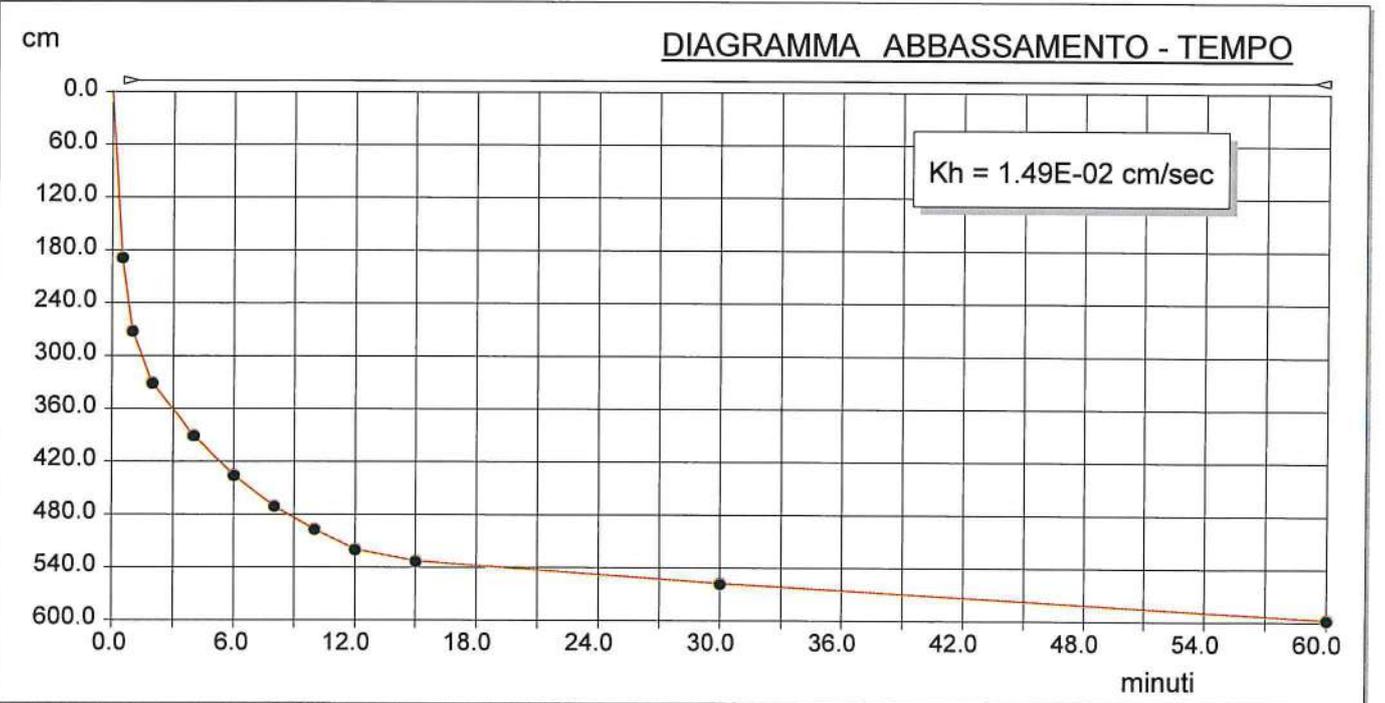
Committente: AQP SpA		Prova: 3	
Riferimento: Lavori del Locone II Lotto		Data: 21/09/2018	
Località: Molfetta		Orario prova: 13.10	
Pozzetto: S3			

Prova eseguita in abbassamento

Livello di base dell'acqua [Hw] (m)	8.00
Livello dell'acqua dal p.c. [H] (m)	-0.60
Diametro del tratto di prova [D] (m)	0.101
Profondità del rivestimento [Hc] (m)	2.60
Profondità del foro [Ht] (m)	8.00
Spessore del tratto di prova [L] (m)	5.40
Coefficiente di forma	5.40



T min	H cm	dH cm	k cm/sec	T min	H cm	dH cm	k cm/sec
0.00	860	0					
0.50	671	189	1.23E-01				
1.00	588	272	6.56E-02				
2.00	529	331	2.62E-02				
4.00	469	391	1.48E-02				
6.00	424	436	1.26E-02				
8.00	389	471	1.07E-02				
10.00	363	497	8.59E-03				
12.00	340	520	8.09E-03				
15.00	326	534	3.26E-03				
30.00	301	559	1.32E-03				
60.00	262	598	1.15E-03				



--	--

## SONDAGGI ELETTRICI

Nell'area in oggetto sono stati eseguiti due sondaggi elettrici con ricostruzione tomografica, della lunghezza ciascuno di 60.0 metri, ubicati come da planimetria allegata.

Tale procedura, che rappresenta l'attuale evoluzione della geoelettrica, si realizza disponendo sul terreno un numero elevato di elettrodi. Lo scopo di questo tipo di indagine è quello di identificare delle discontinuità nel sottosuolo.

L'indagine elettrica prevede sempre una fase preliminare al fine di comprendere al meglio le problematiche da affrontare e le peculiarità del sito. Il metodo scelto permette di stimare la resistività del sottosuolo in esame; tale parametro è fondamentale per l'individuazione dei passaggi stratigrafici e di cavità.

I valori di resistività vengono rilevati introducendo nel sottosuolo una corrente attraverso due elettrodi di corrente e misurando la differenza di potenziale attraverso altri due elettrodi, detti appunto di misura. L'invio della corrente nel sottosuolo, utilizzando delle sorgenti puntiformi in superficie, determina l'irraggiamento delle linee di corrente attraverso superfici di forma semisferica. In generale il terreno non è elettricamente omogeneo nè isotropo, perciò quando viene immessa corrente in esso, una qualsiasi causa di variazione di conducibilità, ne altera il flusso, provocando un'anomala distribuzione del potenziale.

La misura di questo valore prende il nome di "resistività apparente", in quanto dipende dalla disposizione degli elettrodi nel terreno. La raccolta di queste informazioni avviene lungo tutto il tratto percorso dai filetti elettrici

e, di conseguenza, da tutta la semisfera prodotta dall'immissione di corrente nel sottosuolo.

La tomografia elettrica di superficie (TES) si basa su un elevato numero di misure elettriche che, nel caso specifico, sono state effettuate su 24 elettrodi (metodologia multielettrodo), disposti sul terreno lungo il profilo scelto. La restituzione dei risultati (ricostruzione tomografica) viene realizzata approssimando il terreno (sottosuolo) in maglie o celle ("elementi finiti") e riportando in un'apposita sezione gli elementi finiti con resistività omogenea.

Il tipo di configurazione scelto per la presente campagna d'indagine è stato il metodo Dipolo-dipolo, molto sensibile ai cambiamenti di resistività.

Questo metodo consiste nel mantenere gli elettrodi di energizzazione esterni rispetto a quelli di misura. In questo caso l'interdistanza elettrodica viene mantenuta costante, mentre viene variata la distanza fra le coppie di energizzazione e di misura, al fine di aumentare la profondità di investigazione.

Nel caso in esame è stata utilizzata una strumentazione multielettrodo della IRIS (il Syscal Pro) il cui passo è stato scelto di 2.6 metri ottenendo uno stendimento di 60 metri, per l'elaborazione dei dati acquisiti in campo è stato usato il programma EarthLab.

Ai fini di una chiara lettura ed interpretazione viene presentato il sistema di acquisizione. Il vantaggio è costituito dalla possibilità di ottenere un'elevata quantità di dati in tempi brevi in maniera del tutto automatica. L'elevato numero di dati di resistività apparente disponibili permette un'inversione direttamente bidimensionale (2D) delle pseudosezioni sperimentali.

Di seguito si riporta la restituzione tomografica elettrica. I diversi colori rappresentano valori diversi di resistività registrati con lo stendimento effettuato; la scala verticale riporta la profondità di indagine, quella orizzontale le distanze progressive dello stendimento. Accanto alla sezione compare la scala delle resistività che compongono il modello interpretativo.

### ***Analisi dei risultati***

I sondaggi elettrici, paralleli tra loro, sono stati effettuati per una lunghezza ciascuno di 60 metri ed hanno investigato il sottosuolo per una profondità di 12 metri; essi hanno permesso di registrare valori di resistività piuttosto alti già a partire dal primo mezzo metro risultando quindi una successione elettrostratigrafica data da terra rossa frammista a breccie calcaree in affioramento (resistività di 600  $\Omega\text{m}$ ) a cui segue un calcare brecciato (un calcare intensamente fratturato) caratterizzato da una resistività di 1000-1300  $\Omega\text{m}$ , con picchi di resistività che raggiungono i 1400-2000  $\Omega\text{m}$ .

Con i sondaggi non è stata registrata alcuna anomalia di resistività che riveli la presenza di cavità.



UBICAZIONE PROFILI GEOELETTRICI TOMOGRAFICI

E1-1



Profilo geoelettrico tomografico



Esecuzione sondaggio elettrico n.1



Esecuzione sondaggio elettrico n.1





Esecuzione sondaggio elettrico n.2



Esecuzione sondaggio elettrico n.2



## CONCLUSIONI

Su incarico dell'Acquedotto Pugliese Spa, la Geoprove s.r.l. ha eseguito delle indagini propedeutiche ai “Lavori di completamento dell'acquedotto del Locone II Lotto - Dal Torrino di Barletta al serbatoio di Bari-Modugno”; Codice SAP 210000010993 –

In particolare nel presente lavoro si fa riferimento alle indagini eseguite in agro di Molfetta su Strada Vicinale Reddito.

Le indagini eseguite sono:

- n. 3 sondaggi geognostici a carotaggio continuo spinti fino a 8 m;
- n. 3 prove di permeabilità in emungimento lungo la colonna dei fori di sondaggio eseguiti (una per ciascun sondaggio);
- n.2 sondaggi elettrici con ricostruzione tomografica.

I sondaggi geognostici a carotaggio continuo e le indagini elettriche hanno permesso di ricostruire la seguente successione litostratigrafica: in affioramento per pochi decimetri di spessore si rinviene della terra rossa frammista a brecce calcaree; segue la formazione calcarea che si presenta intensamente fratturata e quindi brecciata.

Con i sondaggi elettrici non è stata registrata alcuna anomalia di resistività che riveli la presenza di cavità.

Data l'intensa fratturazione dell'ammasso roccioso le prove di permeabilità hanno restituito un valore medio di  $K = 2.52 \times 10^{-4} \text{ m/sec}$ .

Ruffano, settembre 2018

IL DIRETTORE TECNICO  
Dott. Geol. Marcello DE DONATIS  
Dott. Geol. DE DONATIS  
MARCELLO  
N.350  
ORDINE DEI GEOL. GIUGLIANO  
PUGLIA

COMMITTENTE: ACQUEDOTTO PUGLIESE S.p.A.

*INDAGINI GEOGNOSTICHE A SUPPORTO DEL  
PROGETTO DI "LAVORI DI COMPLETAMENTO  
DELL'ACQUEDOTTO DEL LOCONE II LOTTO -  
DAL TORRINO DI BARLETTA AL SERBATOIO DI  
BARI-MODUGNO"*

**AREA DI INDAGINE:**

**SERBATOIO SITO TRA LA STRADA  
VICINALE CAPIRRO E LA S.P. N. 238.**

Ruffano, settembre 2018

IL DIRETTORE TECNICO

Dott. Geol. Marcello DE DONATIS



## INDICE

PREMESSA.....	2
UBICAZIONE AREA DI INDAGINE .....	3
SONDAGGI GEOGNOSTICI A CAROTAGGIO CONTINUO.....	4
PROVE LEFRANC A CARICO VARIABILE .....	15
SONDAGGI ELETTRICI .....	23
CONCLUSIONI .....	28

## PREMESSA

Nel mese di luglio 2018, la Geoprove s.r.l. di Ruffano, su incarico dell'Acquedotto Pugliese Spa, ha eseguito delle indagini propedeutiche ai “Lavori di completamento dell'acquedotto del Locone II Lotto - Dal Torrino di Barletta al serbatoio di Bari-Modugno”; Codice SAP 210000010993 –

In particolare nel presente lavoro si fa riferimento alle indagini eseguite in agro di Trani in corrispondenza del serbatoio sito tra la Strada Vicinale Capiro e la S.P. n. 238.

Lo scopo del presente lavoro è quello di definire, sulla base delle indagini dirette e indirette effettuate i caratteri geologici e stratigrafici locali dei primi metri e la permeabilità del suolo di fondazione, importante ai fini del dimensionamento delle trincee drenanti da realizzare.

Le indagini geognostiche sono consistite in:

- n. 3 sondaggi geognostici a carotaggio continuo spinti fino a 8 m;
- n. 3 prove di permeabilità in emungimento lungo la colonna dei fori di sondaggio eseguiti (una per ciascun sondaggio);
- n.2 sondaggi elettrici con ricostruzione tomografica.

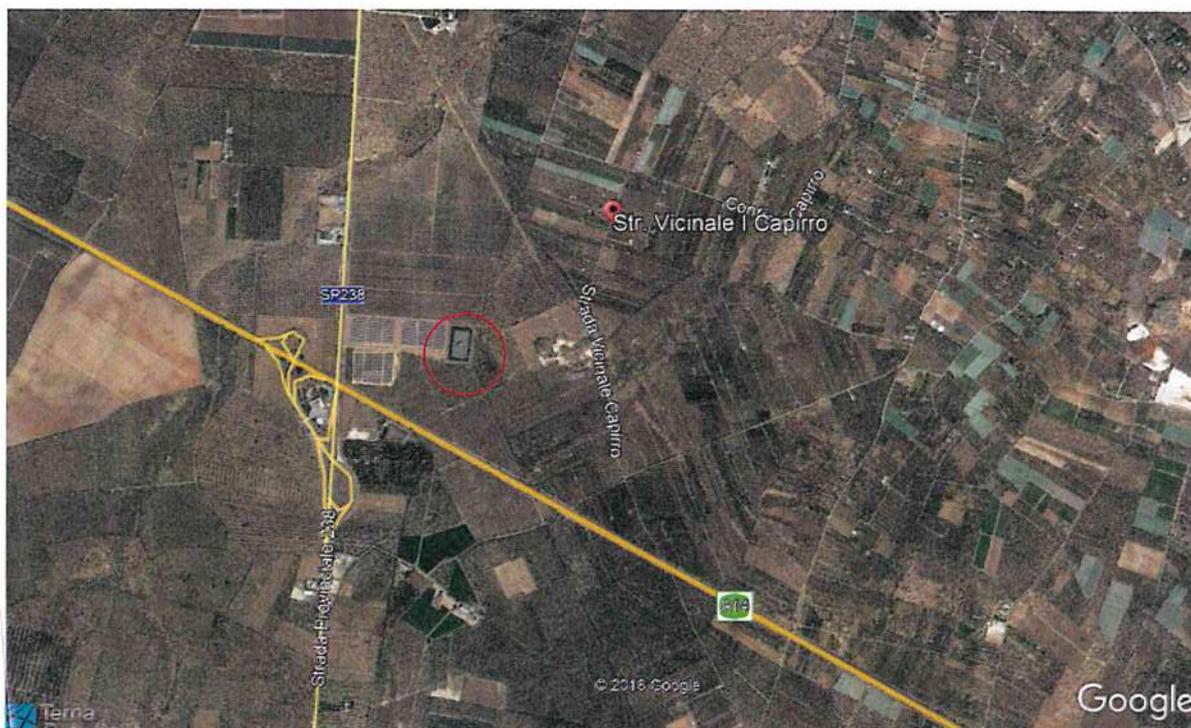
## UBICAZIONE AREA DI INDAGINE

L'area di indagine è sita tra la Strada Vicinale Capiro e la S.P. n. 238 in agro di Trani.

La quota topografica è di 89 m. s.l.m.

L'area di indagine è individuata dalle seguenti coordinate geografiche :

- Latitudine: 41° 13' 09" N
- Longitudine: 16° 25' 22" E



*Area di indagine, immagine da Google Earth ®*

## SONDAGGI GEOGNOSTICI A CAROTAGGIO CONTINUO

I giorni 19-20/09/2018 sono stati eseguiti tre sondaggi geognostici a carotaggio continuo fino ad una profondità pari a 8 m.

La terebrazione è stata eseguita, realizzando un foro di sondaggio del diametro di  $\phi$  101 mm, consentendo di ricostruire l'intera stratigrafia del sottosuolo ed il relativo modello geologico. La trivella utilizzata è una trivella della CMV, mod. MK 600

Il metodo utilizzato per l'esecuzione del perforo è stato quello a rotazione con carotaggio continuo. In pratica la macchina perforatrice è dotata di una testa idraulica che fornisce alla batteria d'aste di perforazione un movimento rotatorio. La spinta necessaria all'attrezzo di perforazione per "tagliare" il terreno è invece prodotto da pistoni idraulici.

Il funzionamento consiste nell'infingere nel terreno un tubo di acciaio (carotiere), munito al fondo di un utensile tagliente (corona), collegato in superficie mediante una batteria di aste cave; l'infissione avviene ruotando e spingendo contemporaneamente le aste in superficie mediante sonda. Il metodo di avanzamento è manuale, dato che la pressione è applicata e regolata dall'operatore.

Con la perforazione a rotazione si può attraversare qualsiasi tipo di terreno, con diametro di perforazione di 101 mm.

Il tipo di utensile di perforazione più comunemente impiegato consiste in un carotiere la cui estremità inferiore è costituita da una corona tagliente provvista di elementi di metallo duro diamantato.

Durante la perforazione, per evitare fenomeni franosi del materiale da non poter eseguire una dettagliata ricostruzione stratigrafica del terreno

investigato, il foro è stato rivestito con tubi sottili in acciaio, in giunti filettati, che dopo l'esecuzione del sondaggio sono stati rimossi.

Il materiale perforato è stato conservato in cassette catalogatrici, in PVC della lunghezza di un metro, munite di scomparti divisorii (1 m di lunghezza con 5 compartii) e di coperchio. Sulle cassette è stato indicato il numero di sondaggio e le profondità.

Le cassette sono state documentate da foto allegate alla presente relazione.

Di seguito si allegano: la planimetria con l'ubicazione dei punti indagati, la restituzione grafica delle stratigrafie, la documentazione fotografica relativa al sondaggio e alle prove eseguite.



UBICAZIONE SONDAGGI GEOGNOSTICI A CAROTAGGIO CONTINUO

S1 ● Sondaggio geognostico a carotaggio continuo

## **SONDAGGIO S1**

Committente: Acquedotto Pugliese S.p.a.	
Località: Trani (BAT)	
Quota s.l.m.: 89	Data: 19/09/2018

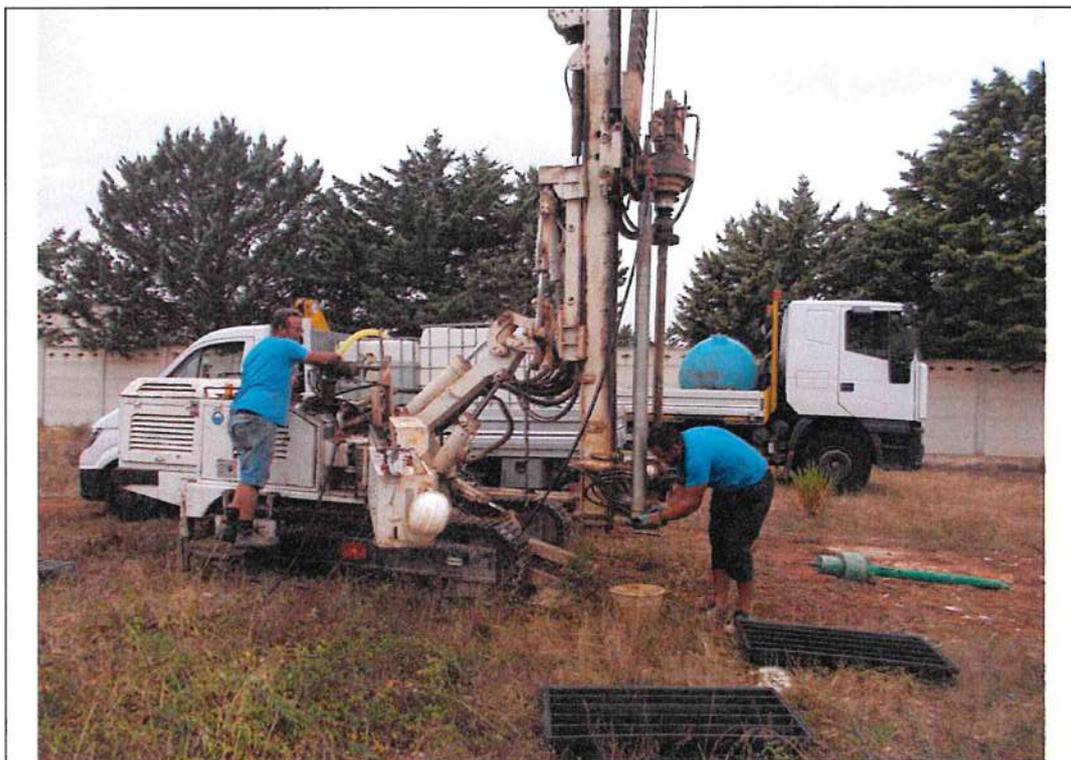
### ***Caratteristiche generali e modalità di perforazione***

Sonda perforatrice	CMV MK600
Diametro del foro	Ø 101
Profondità raggiunta	8.0 m
Inclinazione del foro di sondaggio	verticale
Tecnica di scavo	A rotazione a carotaggio con uso di liquidi di perforazione opportunamente dosati
Cassette catalogatrici	2

<b><i>Prof. dal p.c.- Spessore (m)</i></b>	<b><i>Descrizione stratigrafica</i></b>
0.00-1.10 1.10	Calcere intensamente fratturato; presente alterazione tra le fratture
1.10-1.60 0.50	Limi e sabbie di colore brunastro frammisto a pietrame calcareo
1.60-8.00 6.40	Calcere stratificato ed intensamente fratturato da rendere ammasso roccioso brecciato. Presenti alterazioni tra fratture



Esecuzione sondaggio S1



Esecuzione sondaggio S1



Cassetta n. 1 (0.00 m - 5.0 m)



Cassetta n. 2 (5.00 m - 8.0 m)

**Certificato n° 186 del 25/09/2018**      **Verbale n°46/18 del 07/08/2018**

Committente: Acquedotto Pugliese SpA	Sondaggio: S1
Progetto: Lavori di completamento dell'acquedotto del Locone II Lotto	Data: 19/09/2018
Ubicazione: Trani	Quota:
Perforazione: Sondaggio geognostico a carotaggio continuo	

SCALA 1 :45      **STRATIGRAFIA**      Pagina 1/1

σ mm	metri	R v	LITOLOGIA	prof. m	Spess. m	DESCRIZIONE	Prel. % 0 --- 100	Cass	RQD % 0 --- 100
	1			1.1	1.1	Calcarea di color bianco intensamente fratturato; alterazione di color giallo ocra tra le fratture			
				1.6	0.5	Livello di limi e sabbie di color brunastro frammisto a pietrame calcareo			
	2					Calcarea di color bianco stratificato e intensamente fratturato fino a rendere l'ammasso roccioso una breccia calcarea; residui di alterazione di color giallo ocra tra le fratture			
	3								
	4								
	5								
	6								
	7								
101	8			8.0	6.4				

## SONDAGGIO S2

Committente: Acquedotto Pugliese S.p.a.	
Località: Trani (BAT)	
Quota s.l.m.: 89	Data: 19/09/2018

### *Caratteristiche generali e modalità di perforazione*

Sonda perforatrice	CMV MK600
Diametro del foro	Ø 101
Profondità raggiunta	8.0 m
Inclinazione del foro di sondaggio	verticale
Tecnica di scavo	A rotazione a carotaggio con uso di liquidi di perforazione opportunamente dosati
Cassette catalogatrici	2

<i>Prof. dal p.c.- Spessore (m)</i>	<i>Descrizione stratigrafica</i>
0.00-1.00 1.00	Calcere intensamente fratturate e residui limoso-sabbiosi di alterazione
1.00-8.00 7.00	Calcere di colore bianco intensamente fratturate da rendere ammasso brecciato; Residui di alterazione tra le fratture con intercalati livelli sabbiosi



Esecuzione sondaggio S2



Esecuzione sondaggio S2



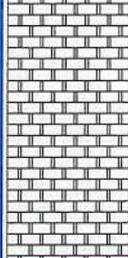
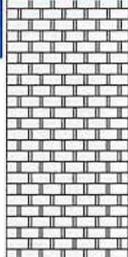
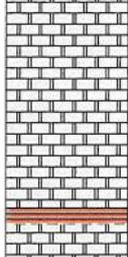
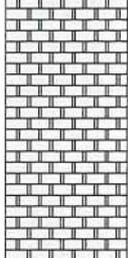
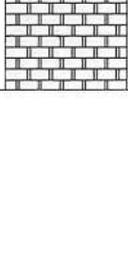
Cassetta n. 1 (0.00 m - 5.0 m)



Cassetta n. 2 (5.00 m - 8.0 m)

<b>Certificato n° 187 del 25/09/2018</b>	<b>Verbale n°46/18 del 07/08/2018</b>
Committente: Acquedotto Pugliese SpA	Sondaggio: S2
Progetto: Lavori di completamento dell'acquedotto del Locone II Lotto	Data: 19/09/2018
Ubicazione: Trani	Quota:
Perforazione: Sondaggio geognostico a carotaggio continuo	

SCALA 1 :45 **STRATIGRAFIA** Pagina 1/1

σ mm	metri	R v	LITOLOGIA	prof. m	Spess. m	DESCRIZIONE	Prci. % 0 --- 100	Cass	RQD % 0 --- 100
	1			1.0	1.0	Calcarea di color bianco intensamente fratturato e residui di alterazione limosi sabbiosi brunastri			
	2					Calcarea di color bianco stratificato e intensamente fratturato fino a rendere l'ammasso roccioso una breccia calcarea; residui di alterazione di color giallo ocra tra le fratture. Si intercalano sottili livelli sabbiosi limosi di alterazione frammisti a pietrame calcareo		1	
	3								
	4								
	5								
	6							2	
101	8			8.0	7.0				

### SONDAGGIO S3

Committente: Acquedotto Pugliese S.p.a.	
Località: Trani (BAT)	
Quota s.l.m.: 89	Data: 19-20/09/2018

### *Caratteristiche generali e modalità di perforazione*

Sonda perforatrice	CMV MK600
Diametro del foro	Ø 101
Profondità raggiunta	8.0 m
Inclinazione del foro di sondaggio	verticale
Tecnica di scavo	A rotazione a carotaggio con uso di liquidi di perforazione opportunamente dosati
Cassette catalogatrici	2

<i>Prof. dal p.c.- Spessore (m)</i>	<i>Descrizione stratigrafica</i>
0.00-0.50 0.50	Calccare intensamente fratturato e alterato
0.50-2.00 1.50	Calccare intensamente fratturato e residui di alterazione limoso-sabbiosi
2.00-8.00 6.00	Calccare stratificato ed intensamente fratturato da rendere ammasso roccioso brecciato. Presenti alterazioni tra fratture ed intercalati livelli sabbioso-limosi



Esecuzione sondaggio S3



Esecuzione sondaggio S3



Cassetta n. 1 (0.00 m - 5.0 m)



Cassetta n. 2 (5.00 m - 8.0 m)

Certificato n° 188 del 25/09/2018      Verbale n°46/18 del 07/08/2018

Committente: Acquedotto Pugliese SpA      Sondaggio: S3  
Progetto: Lavori di completamento dell'acquedotto del Locone II Lotto      Data: 19-20/09/2018  
Ubicazione: Trani      Quota:  
Perforazione: Sondaggio geognostico a carotaggio continuo

SCALA 1 :45      **STRATIGRAFIA**      Pagina 1/1

Ø mm	metri	R v	LITOLOGIA	prof. m	Spess. m	DESCRIZIONE	Prel. % 0 --- 100	Cass	RQD % 0 --- 100
				0.5	0.5	Calcare intensamente fratturato e alterato			
	1					Calcare di color bianco intensamente fratturato e residui di alterazione limosi sabbiosi brunastri			
	2			2.0	1.5	Calcare di color bianco stratificato e intensamente fratturato fino a rendere l'ammasso roccioso una breccia calcarea; residui di alterazione di color giallo ocre tra le fratture. Si intercalano sottili livelli sabbiosi limosi di alterazione frammisti a pietrame calcareo			1
	3								
	4								
	5								
	6								2
	7								
101	8			8.0	6.0				

## PROVE LEFRANC A CARICO VARIABILE

Questo tipo di prova viene effettuata in fori di sondaggio per la determinazione del coefficiente di permeabilità del sottosuolo.

Tale prova permette di determinare la permeabilità dei terreni al fondo di fori di sondaggio al di sopra (prove in abbassamento) o al di sotto del livello della falda (prove in risalita) eventualmente presente.

Le prove Lefranc a carico variabile al di sopra del livello della falda vengono eseguite immettendo acqua nel foro fino ad un' altezza nota; in quelle eseguite al di sotto del livello della falda viene abbassato, per mezzo di una pompa sommersa, il livello dell'acqua nel foro di un' altezza nota.

Viene quindi misurato, con un freatimetro, per tempi prestabiliti, la velocità di abbassamento o di risalita del livello.

Il coefficiente di permeabilità  $K$  (m/s) può essere determinato utilizzando la seguente formula:

$$K = \frac{A}{(F * T)}$$

Dove:

$A$  = area della sezione trasversale del foro al livello dell'acqua, cioè la sezione del rivestimento ( $m^2$ );

$F$  = fattore di forma che dipende dalla geometria della prova (m)

$T$  = tempo di riequilibrio (s)

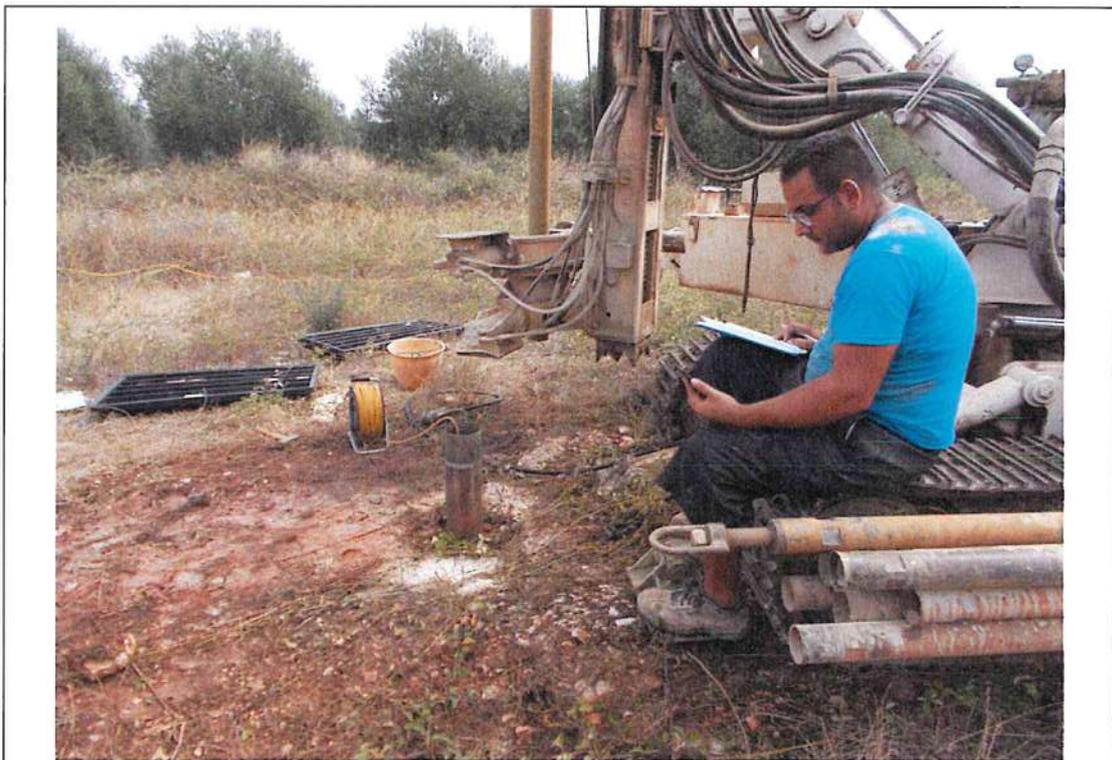
Nel caso in esame le prove sono state eseguite a carico variabile in abbassamento investigando un tratto di prova di circa 5.0 metri e quindi tra 3.0 metri dal p.c. ed il fondo foro.

***Risultati ottenuti***

**Prova n. 1 in abbassamento (Sondaggio S1 ø 101 mm)**

La prova è stata eseguita nel tratto di foro compreso tra 2.80 e 8.0 metri dal p.c. (fondo foro) ed ha restituito la seguente permeabilità:

$$K = 3.93 \times 10^{-3} \text{ cm/sec}$$



*Esecuzione prova Lefranc a carico variabile in abbassamento (Sondaggio S1)*



## **Prova n. 2 in abbassamento (Sondaggio S2 ø 101 mm)**

La prova è stata eseguita in un tratto di foro di 5.20 m e quindi compreso tra 2.80 metri dal p.c. e fondo foro (8.0 metri) ed ha restituito la seguente permeabilità:

$$K = 1.64 \times 10^{-3} \text{ cm/sec}$$



*Esecuzione prova Lefranc a carico variabile in abbassamento (Sondaggio S2)*



*Esecuzione prova Lefranc a carico variabile in abbassamento (Sondaggio S2)*

**Prova n. 3 in abbassamento (Sondaggio S3 ø 101 mm)**

La prova è stata eseguita nel tratto di foro compreso tra 2.90 metri dal p.c. e fondo foro (8.0 metri) ed ha restituito la seguente permeabilità:

$$K = 5.03 \times 10^{-3} \text{ cm/sec}$$



*Esecuzione prova Lefranc a carico variabile in abbassamento (Sondaggio S3)*



Di seguito si allega tabella riassuntiva e certificati di prova:

## TABELLA PROVE PERMEABILITA' DI TRANI

COMMITENTE: ACQUEDOTTO PUGLIESE S.P.A

OGGETTO: PROGETTO DEI LAVORI DI COMPLETAMENTO DELL'ACQUEDOTTO DEL LOCONE II LOTTO – DAL TORRINO DI BARLETTA AL SERBATOIO DI BARI-MODUGNO

SIGLA SONDAGGIO	RIFERIMENTO PROVA	PROFONDITA' TRATTO DI PROVA (m. dal p.c.)	MODALITA' PROVA DI PERMEABILITA'	COEFFICIENTE DI PERMEABILITA' (K)	DATA
S1	PROVA 1	2.80-8.00	ABBASSAMENTO	$3.93 * 10^{-5}$ m/sec	19/07/2018
S2	PROVA 1	2.80-8.00	ABBASSAMENTO	$1.64 * 10^{-5}$ m/sec	20/07/2018
S3	PROVA 1	2.90-8.00	ABBASSAMENTO	$5.05 * 10^{-5}$ m/sec	20/07/2018



UBICAZIONE PROVE DI PERMEABILITA' IN FORO DI SONDAGGIO

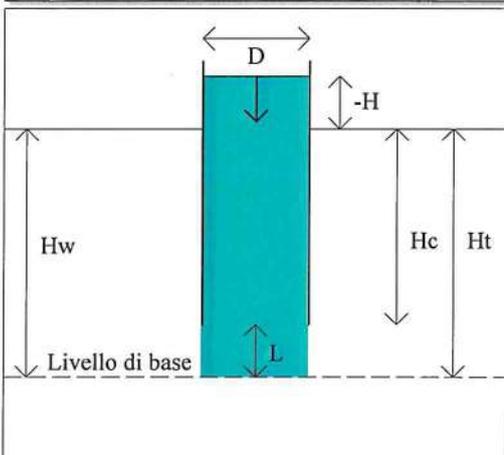
PP1 ▲ Prova di permeabilità in foro di sondaggio

## PROVA LEFRANC A CARICO VARIABILE

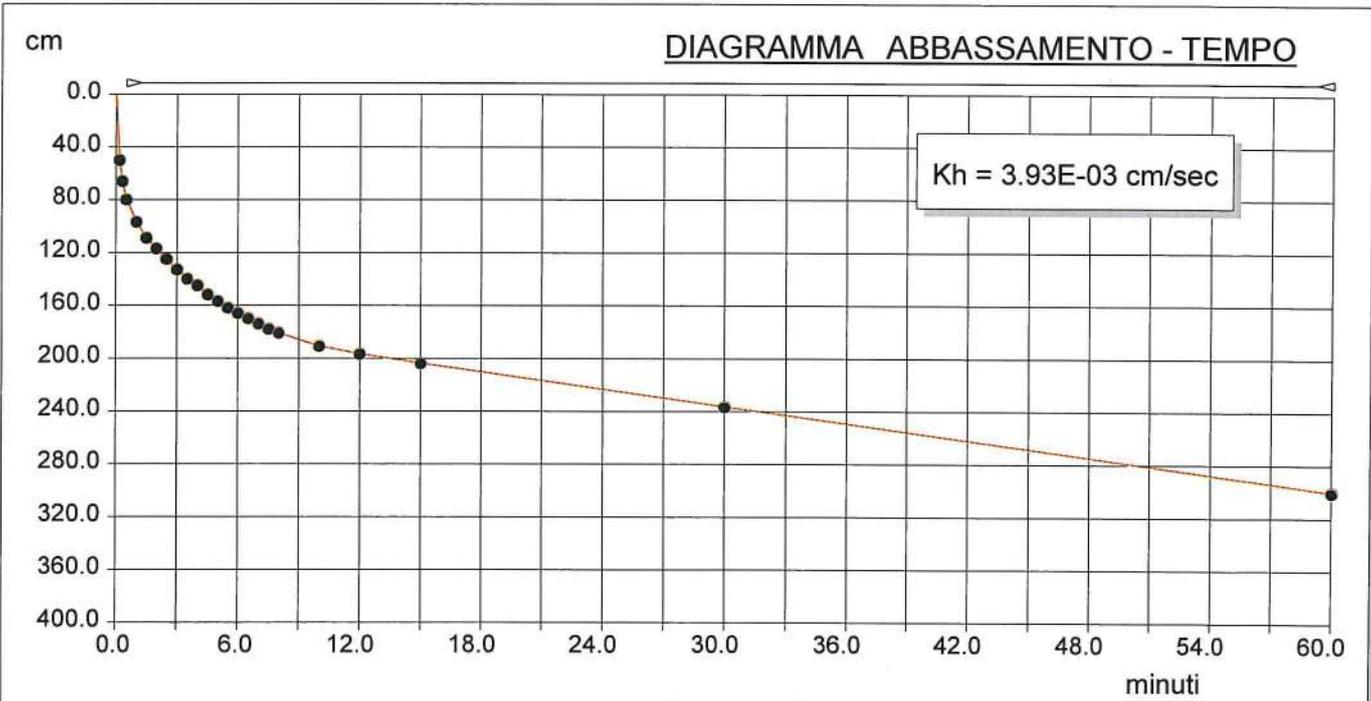
Committente: AQP SpA		Prova: 1
Riferimento: Lavori del Locone II Lotto		
Località: Trani	Data: 19/09/2018	
Pozzetto: S1	Orario prova: 12.20	

Prova eseguita in abbassamento

Livello di base dell'acqua [Hw] (m)	8.00
Livello dell'acqua dal p.c. [H] (m)	-0.45
Diametro del tratto di prova [D] (m)	0.101
Profondità del rivestimento [Hc] (m)	2.80
Profondità del foro [Ht] (m)	8.00
Spessore del tratto di prova [L] (m)	5.20
Coefficiente di forma	5.20



T min	H cm	dH cm	k cm/sec	T min	H cm	dH cm	k cm/sec
0.00	845	0		8.00	664	181	2.32E-03
0.16	795	50	9.79E-02	10.00	654	191	1.95E-03
0.30	779	66	3.73E-02	12.00	648	197	1.18E-03
0.50	765	80	2.33E-02	15.00	641	204	9.30E-04
1.00	748	97	1.15E-02	30.00	608	237	9.05E-04
1.50	736	109	8.31E-03	60.00	544	301	9.52E-04
2.00	728	117	5.61E-03				
2.50	720	125	5.67E-03				
3.00	712	133	5.74E-03				
3.50	705	140	5.07E-03				
4.00	700	145	3.66E-03				
4.50	693	152	5.16E-03				
5.00	688	157	3.72E-03				
5.50	683	162	3.75E-03				
6.00	679	166	3.02E-03				
6.50	675	170	3.03E-03				
7.00	671	174	3.05E-03				
7.50	667	178	3.07E-03				

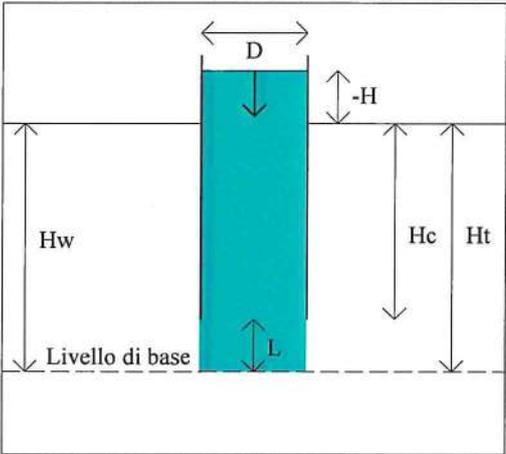


## PROVA LEFRANC A CARICO VARIABILE

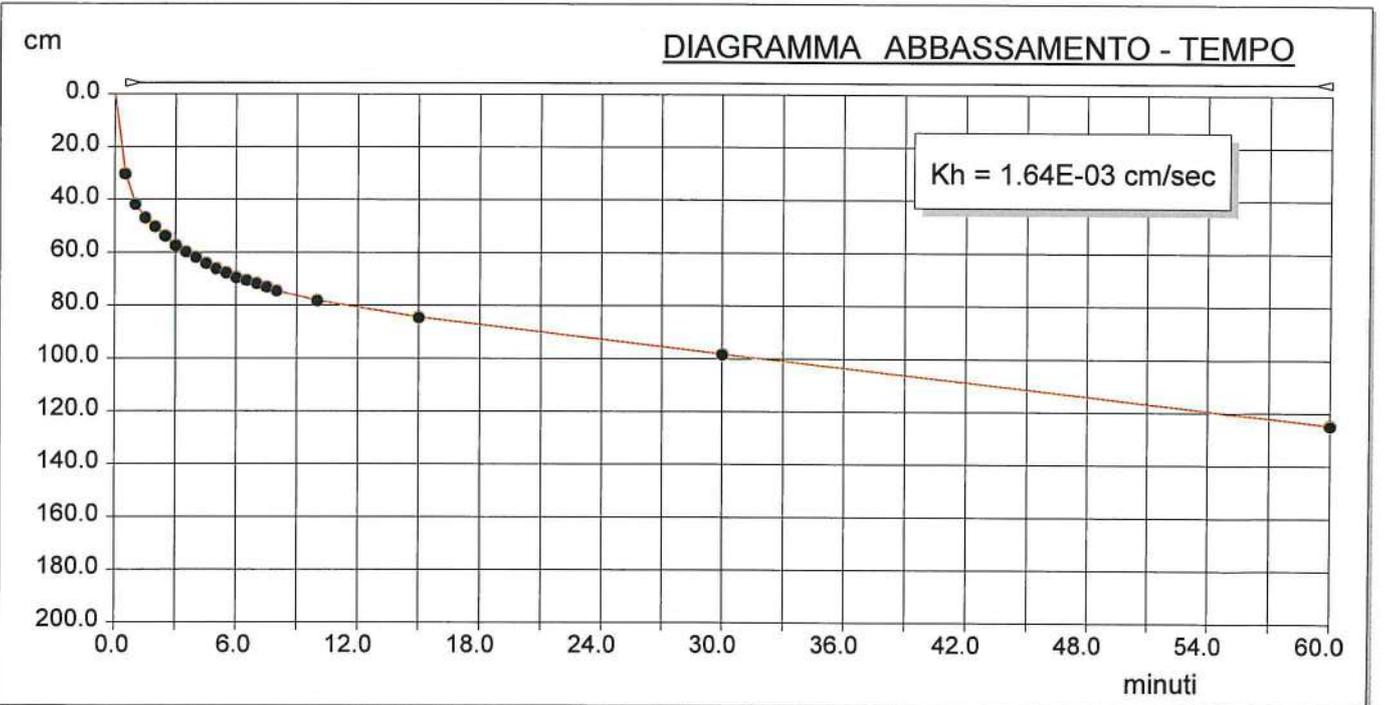
Committente: AQP SpA		Prova: 2	
Riferimento: Lavori del Locone II Lotto		Data: 20/09/2018	
Località: Trani		Orario prova: 9.45	
Pozzetto: S2			

Prova eseguita in abbassamento

Livello di base dell'acqua [Hw] (m)	8.00
Livello dell'acqua dal p.c. [H] (m)	-0.25
Diametro del tratto di prova [D] (m)	0.101
Profondità del rivestimento [Hc] (m)	2.80
Profondità del foro [Ht] (m)	8.00
Spessore del tratto di prova [L] (m)	5.20
Coefficiente di forma	5.20



T min	H cm	dH cm	k cm/sec	T min	H cm	dH cm	k cm/sec
0.00	825	0		15.00	740	85	4.36E-04
0.50	795	30	1.92E-02	30.00	726	99	3.24E-04
1.00	783	42	7.48E-03	60.00	700	125	3.18E-04
1.50	778	47	3.41E-03				
2.00	775	50	2.18E-03				
2.50	771	54	2.39E-03				
3.00	768	57	2.39E-03				
3.50	765	60	1.60E-03				
4.00	763	62	1.38E-03				
4.50	761	64	1.53E-03				
5.00	759	66	1.37E-03				
5.50	757	68	1.07E-03				
6.00	755	70	1.22E-03				
6.50	754	71	7.25E-04				
7.00	753	72	7.86E-04				
7.50	752	73	9.30E-04				
8.00	750	75	1.01E-03				
10.00	747	78	6.33E-04				



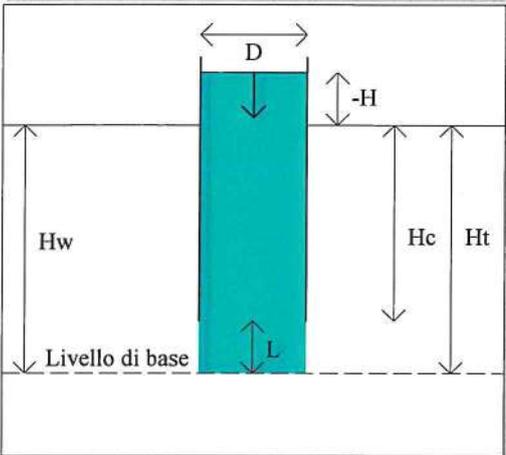
--	--

## PROVA LEFRANC A CARICO VARIABILE

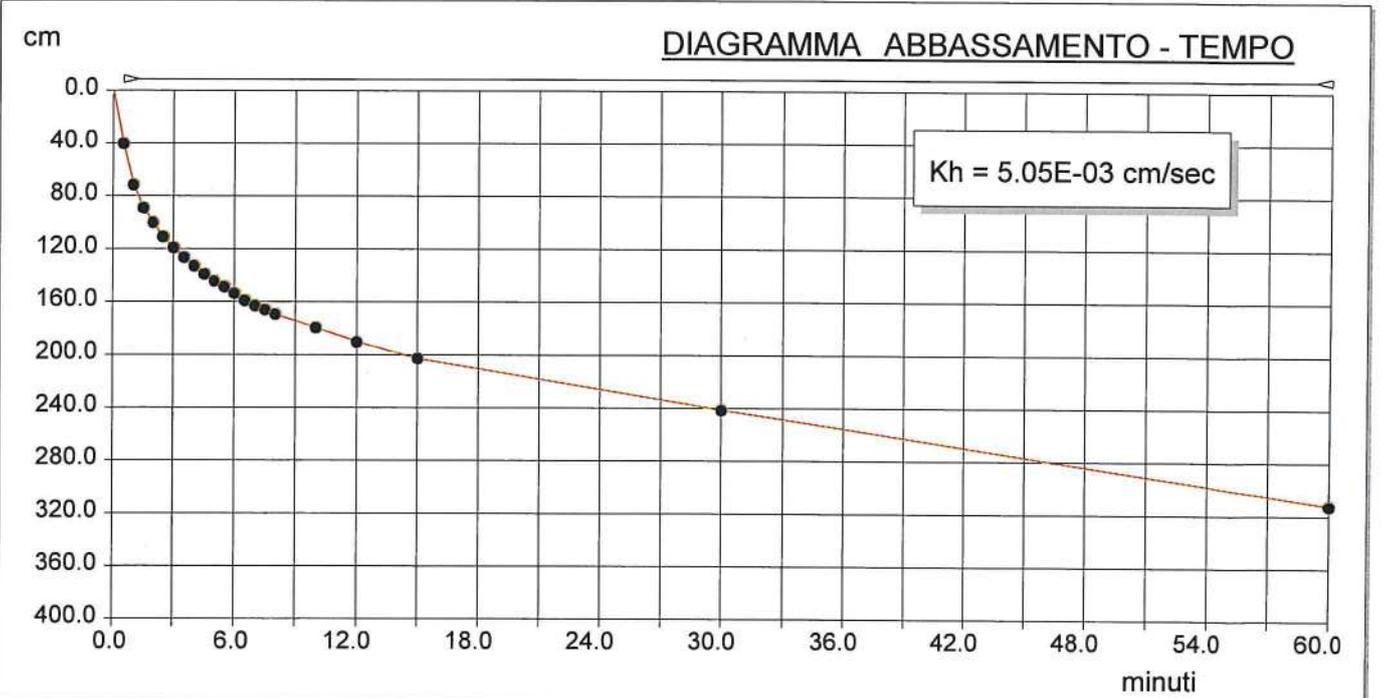
Committente: AQP SpA		Prova: 3	
Riferimento: Lavori del Locone II Lotto		Data: 20/09/2018	
Località: Trani		Orario prova: 13.50	
Pozzetto: S1			

Prova eseguita in abbassamento

Livello di base dell'acqua [Hw] (m)	8.00
Livello dell'acqua dal p.c. [H] (m)	-0.35
Diametro del tratto di prova [D] (m)	0.101
Profondità del rivestimento [Hc] (m)	2.90
Profondità del foro [Ht] (m)	8.00
Spessore del tratto di prova [L] (m)	5.10
Coefficiente di forma	5.10



T min	H cm	dH cm	k cm/sec	T min	H cm	dH cm	k cm/sec
0.00	835	0		12.00	644	191	2.18E-03
0.50	795	40	2.59E-02	15.00	632	203	1.69E-03
1.00	763	72	2.11E-02	30.00	593	242	1.11E-03
1.50	746	89	1.21E-02	60.00	522	313	1.11E-03
2.00	735	100	7.76E-03				
2.50	724	111	7.79E-03				
3.00	716	119	6.06E-03				
3.50	708	127	5.31E-03				
4.00	702	133	4.77E-03				
4.50	696	139	4.75E-03				
5.00	690	145	3.94E-03				
5.50	686	149	3.22E-03				
6.00	681	154	3.82E-03				
6.50	676	159	4.19E-03				
7.00	672	163	3.02E-03				
7.50	669	166	2.35E-03				
8.00	665	170	2.70E-03				
10.00	655	180	2.00E-03				



## SONDAGGI ELETTRICI

Nell'area in oggetto sono stati eseguiti due sondaggi elettrici con ricostruzione tomografica, della lunghezza ciascuno di 60.0 metri, ubicati come da planimetria allegata.

Tale procedura, che rappresenta l'attuale evoluzione della geoelettrica, si realizza disponendo sul terreno un numero elevato di elettrodi. Lo scopo di questo tipo di indagine è quello di identificare delle discontinuità nel sottosuolo.

L'indagine elettrica prevede sempre una fase preliminare al fine di comprendere al meglio le problematiche da affrontare e le peculiarità del sito. Il metodo scelto permette di stimare la resistività del sottosuolo in esame; tale parametro è fondamentale per l'individuazione dei passaggi stratigrafici e di cavità.

I valori di resistività vengono rilevati introducendo nel sottosuolo una corrente attraverso due elettrodi di corrente e misurando la differenza di potenziale attraverso altri due elettrodi, detti appunto di misura. L'invio della corrente nel sottosuolo, utilizzando delle sorgenti puntiformi in superficie, determina l'irraggiamento delle linee di corrente attraverso superfici di forma emisferica. In generale il terreno non è elettricamente omogeneo né isotropo, perciò quando viene immessa corrente in esso, una qualsiasi causa di variazione di conducibilità, ne altera il flusso, provocando un'anomala distribuzione del potenziale.

La misura di questo valore prende il nome di "resistività apparente", in quanto dipende dalla disposizione degli elettrodi nel terreno. La raccolta di queste informazioni avviene lungo tutto il tratto percorso dai filetti elettrici

e, di conseguenza, da tutta la semisfera prodotta dall'immissione di corrente nel sottosuolo.

La tomografia elettrica di superficie (TES) si basa su un elevato numero di misure elettriche che, nel caso specifico, sono state effettuate su 24 elettrodi (metodologia multielettrodo), disposti sul terreno lungo il profilo scelto. La restituzione dei risultati (ricostruzione tomografica) viene realizzata approssimando il terreno (sottosuolo) in maglie o celle ("elementi finiti") e riportando in un'apposita sezione gli elementi finiti con resistività omogenea.

Il tipo di configurazione scelto per la presente campagna d'indagine è stato il metodo Dipolo-dipolo, molto sensibile ai cambiamenti di resistività.

Questo metodo consiste nel mantenere gli elettrodi di energizzazione esterni rispetto a quelli di misura. In questo caso l'interdistanza elettrodica viene mantenuta costante, mentre viene variata la distanza fra le coppie di energizzazione e di misura, al fine di aumentare la profondità di investigazione.

Nel caso in esame è stata utilizzata una strumentazione multielettrodo della IRIS (il Syscal Pro) il cui passo è stato scelto di 2.6 metri ottenendo uno stendimento di 60 metri, per l'elaborazione dei dati acquisiti in campo è stato usato il programma EarthLab.

Ai fini di una chiara lettura ed interpretazione viene presentato il sistema di acquisizione. Il vantaggio è costituito dalla possibilità di ottenere un'elevata quantità di dati in tempi brevi in maniera del tutto automatica. L'elevato numero di dati di resistività apparente disponibili permette un'inversione direttamente bidimensionale (2D) delle pseudosezioni sperimentali.

Di seguito si riporta la restituzione tomografica elettrica. I diversi colori rappresentano valori diversi di resistività registrati con lo stendimento effettuato; la scala verticale riporta la profondità di indagine, quella orizzontale le distanze progressive dello stendimento. Accanto alla sezione compare la scala delle resistività che compongono il modello interpretativo.

### *Analisi dei risultati*

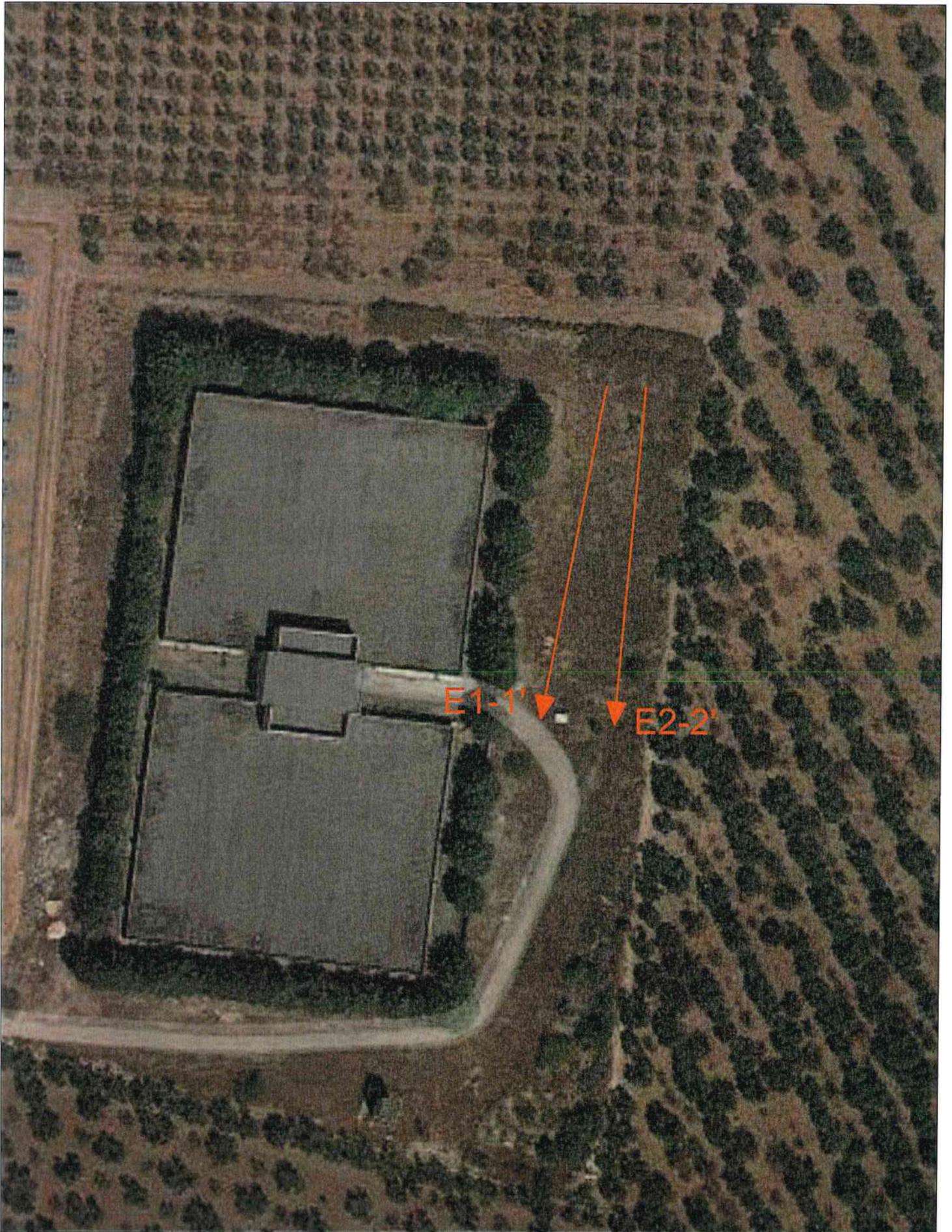
I sondaggi elettrici, paralleli tra loro, sono stati effettuati per una lunghezza ciascuno di 60 metri ed hanno investigato il sottosuolo per una profondità di 12 metri.

Nei sondaggi si osserva una eterogeneità latero-verticale, soprattutto nel sondaggio elettrico n.1. In corrispondenza di tale sondaggio è possibile riconoscere a grandi linee due elettrostrati: il primo presenta uno spessore di circa 4.0 metri ed è caratterizzato da una resistività di 600-1000  $\Omega\text{m}$  con picchi di 5000  $\Omega\text{m}$ ; esso è da ricondurre alla presenza di calcare fratturato.

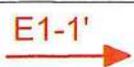
Il secondo elettrostrato è caratterizzato da una resistività di 200-600  $\Omega\text{m}$  con picchi anche in questo caso di 5000  $\Omega\text{m}$ ; l'elettrostrato è da ricondurre ancora una volta ad un calcare fratturato con piccoli livelli limoso-sabbiosi di alterazione (che ne riducono la resistività).

Nel sondaggio n. 2 si registra una omogeneità laterale: in affioramento per uno spessore di 3.0 metri si registra una resistività di 2000-3000  $\Omega\text{m}$  da ricondurre a calcare fratturato; segue in profondità un calcare fratturato con livelli di alterazione caratterizzato da una resistività di 300-800  $\Omega\text{m}$ .

In ogni caso non è stata registrata alcuna anomalia che riveli la presenza di cavità.



UBICAZIONE PROFILI GEOELETTRICI TOMOGRAFICI



Profilo geoelettrico tomografico



Esecuzione sondaggio elettrico n.1



Esecuzione sondaggio elettrico n.1

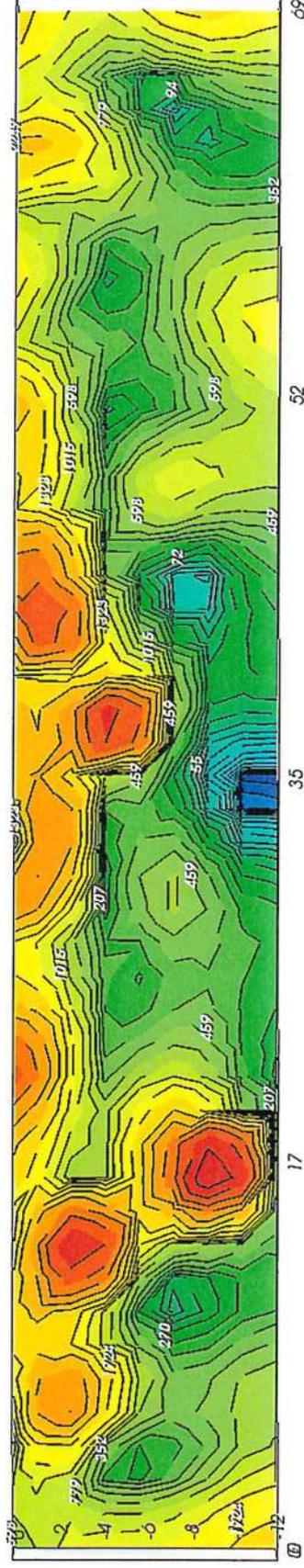
# Resistivity



Località: Trani

Locone II Lotto

Profilo 1-1'



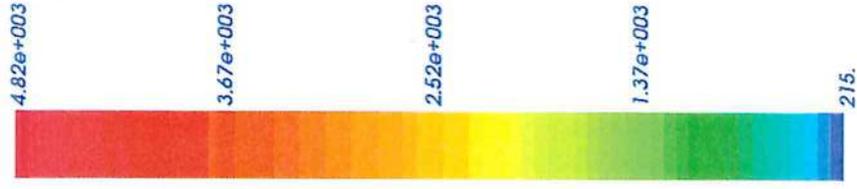


Esecuzione sondaggio elettrico n.2



Esecuzione sondaggio elettrico n.2

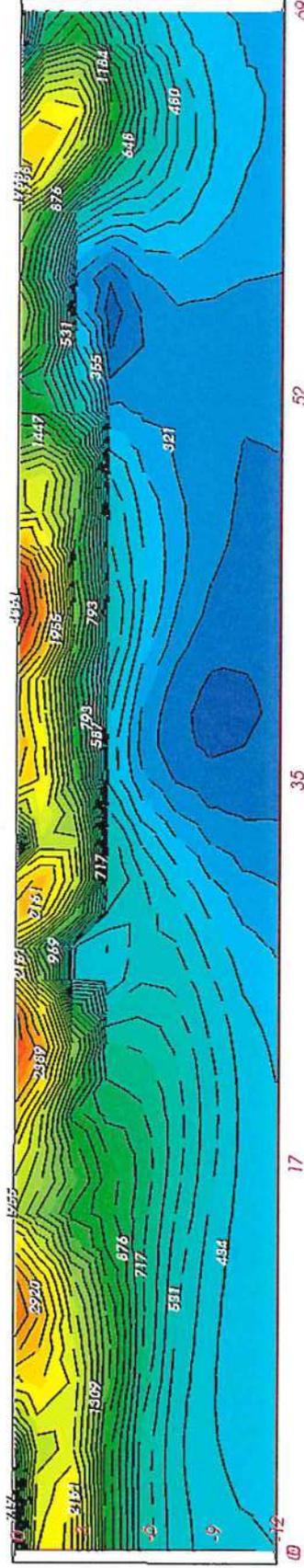
# Resistivity



Località: Trani

Locone Il Lotto

Profilo 2-2'



## CONCLUSIONI

Su incarico dell'Acquedotto Pugliese Spa, la Geoprove s.r.l. ha eseguito delle indagini propedeutiche ai “Lavori di completamento dell'acquedotto del Locone II Lotto - Dal Torrino di Barletta al serbatoio di Bari-Modugno”; Codice SAP 210000010993 –

In particolare nel presente lavoro si fa riferimento alle indagini eseguite in agro di Trani in corrispondenza del serbatoio sito tra la Strada Vicinale Capiro e la S.P. n. 238.

Le indagini eseguite sono:

- n. 3 sondaggi geognostici a carotaggio continuo spinti fino a 8 m;
- n. 3 prove di permeabilità in emungimento lungo la colonna dei fori di sondaggio eseguiti (una per ciascun sondaggio);
- n.2 sondaggi elettrici con ricostruzione tomografica.

I sondaggi geognostici a carotaggio continuo e le indagini elettriche hanno permesso di ricostruire la successione litostratigrafica dell'area data per l'intero spessore investigato da calcare intensamente fratturato con a luoghi inclusioni di livelli limoso-sabbiosi di alterazione; è la fratturazione e il materiale residuale che conferisce all'ammasso roccioso una certa disomogeneità latero-verticale. Tuttavia nei sondaggi non è stata registrata alcuna anomalia di resistività da ricondurre alla presenza di cavità.

Data la fratturazione dell'ammasso roccioso le prove di permeabilità hanno restituito un valore medio di  $K = 3.54 \times 10^{-5} \text{ m/sec.}$

Ruffano, settembre 2018

