


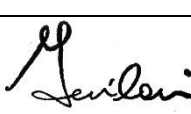
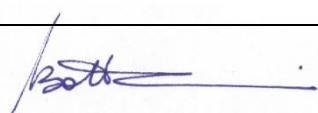
Committente / Client




A2A Ambiente S.p.A.  
Ingegneria Ambiente

Fornitore / Supplier



Titolo progetto <i>Project title</i>	<b>Impianto per la produzione di energia elettrica e termica mediante combustione di rifiuti speciali non pericolosi sito in Comune di Cavaglià (BI)</b>
Titolo documento <i>Document title</i>	<b>Relazione di calcolo di verifica disponibilità acqua industriale</b>
Progettista <i>Design engineer</i>	<b>G. Anselmi</b> 
Approvazione <i>Approved by</i>	<b>L. Zaniboni</b> 
Verificatore <i>Approved by</i>	<b>P. Bottani</b> 
Proponente- Legale rappresentante	<b>F. Roncari</b>
Numero documento <i>Document number</i>	CAVP09O10000CER0800101
Numero documento fornitore <i>Supplier code</i>	-

**Tabella delle revisioni / Table of revisions**

Revisione <i>Revision</i>	Scopo <i>Purpose</i>	Data <i>Date</i>	Descrizione <i>Description</i>	Pagina <i>Page</i>	Redazione <i>Created by</i>
<b>00</b>		<b>Giugno 2021</b>	<b>Prima emissione</b>	-	 <b>G. Anselmi</b>

Versione per Fornitore / *Supplier version*

## SOMMARIO

1	PREMESSA.....	3
2	NORMATIVA DI RIFERIMENTO .....	4
3	DOCUMENTO DI RIFERIMENTO .....	4
4	SOFTWARE.....	4
5	COROGRAFIA DI RIFERIMENTO .....	5
6	INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO .....	5
6.1	Geologia locale.....	7
6.1.1	Inquadramento geomorfologico locale .....	10
7	INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO .....	12
8	PROVE DI EMUNGIMENTO A PORTATA COSTANTE E CALCOLO DEI PARAMETRI IDRODINAMICI.....	16
9	PROVE DI EMUNGIMENTO A PORTATA VARIABILE .....	19
10	VERIFICA DISPONIBILITÀ ACQUA INDUSTRIALE .....	21
10.1	Descrizione software .....	21
10.2	Abbassamento falda – Q=10/s .....	22
10.3	Abbassamento falda – Q=15/s .....	24
10.4	Abbassamento falda – Q=20/s .....	25
10.5	Abbassamento falda – Q=30/s .....	26
10.6	Abbassamento falda – Q=40/s .....	26
11	CONCLUSIONI.....	28

## 1 PREMESSA

La presente relazione di calcolo di verifica disponibilità acqua industriale è stata redatta a corredo della progettazione di un nuovo Impianto di produzione di energia elettrica e termica mediante combustione rifiuti speciali non pericolosi la cui area, ritenuta idonea, è stata individuata in adiacenza ad altri impianti attualmente in funzione di proprietà delle società ASRAB S.p.A e A2A ambiente S.p.A, in località Gerbido in comune di Cavaglià (BI).

Il sito di ubicazione dell'ampliamento proposto si trova in Comune di Cavaglià (BI), località Gerbido, a sud dell'abitato, in prossimità dei confini amministrativi dei Comuni di Santhià (VC) ed Alice Castello (VC) ed è adiacente all'area dell'esistente Polo Tecnologico di Cavaglià costituito da discarica per rifiuti non pericolosi, discarica per rifiuti speciali non pericolosi, impianto di T.M.B. (Trattamento Meccanico Biologico a freddo), impianto Plastiche e impianto FORSU attualmente in fase di realizzazione.

L'area dista circa 900 m dalla SS 143 che collega Biella a Santhià, dalla quale si può raggiungere in pochi minuti lo svincolo autostradale di Santhià sulla A4 Torino – Milano.



Figura 1-Area d'intervento

## 2 **NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

- OPCM n. 3274 del 20 marzo 2003 “Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica”.
- Deliberazione della Giunta Regionale 30 dicembre 2019, n. 6-887 OPCM 3519/2006. Presa d'atto e approvazione dell'aggiornamento della classificazione sismica del territorio della Regione Piemonte, di cui alla D.G.R. del 21 maggio 2014, n. 65- 7656.
- D.M.17/01/2018 Contenente le Nuove Norme Tecniche per le costruzioni (NTC 2018)

## 3 **DOCUMENTO DI RIFERIMENTO**

- “Polo Tecnologico per lo smaltimento dei Rifiuti da realizzare nel Comune di Cavaglià-Località Gerbido – Relazione geologica e Geotecnica” Dott. Geol Elio Vanoni – Dott. Geol. Guido Bruno – Febbraio 1999
- “Discarica Rifiuti Località Gerbido – Comune di Cavaglià – Studio per l’ubicazione dei pozzi di spurgo e la realizzazione della rete di monitoraggio” Dott. Geol. Domenico De Luca - Marzo 1999 – Maggio 2000;
- “Ecodeco S.p.A. – Comune di Cavaglià – Nuovo impianto trattamento rifiuti – Indagine Geognostica – Prove di laboratorio” RCT (Radaelli Castellotti) - Marzo 2001
- “Ecodeco- Cavaglià (Biella) – Nuovo impianto di smaltimento rifiuti –
- Relazione Geotecnica” Ingegneri Consulenti associati – Ing. Pietro Romani – Giugno 2001- “Cavaglià S.p.A. - Fase di completamento e ripristino ambientale discarica 2B –
- Relazione Idrogeologica” Dott. Geol. Fulvio Epifani – Aprile 2002;
- “D.M. 25.10.1999 n° 471 - Cavaglià S.p.A. - Fase di completamento e ripristino ambientale- Discarica 2B – Relazione Idrogeologica” Dott. Geol. Fulvio Epifani – Maggio 2002;

## 4 **SOFTWARE**

Per la definizione dell’abbassamento della falda a seguito del pompaggio riferita all’area del Nuovo Termovalorizzatore, i software usati sono:

- DC-Software Doster & Christmann GmbH – Munchen (D)

## 5 COROGRAFIA DI RIFERIMENTO



Figura 2-Corografia di riferimento

## 6 INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

L'analisi della struttura geologica e geomorfologica del territorio è stata condotta utilizzando le informazioni contenute nella cartografia tecnica regionale a scala 1:10.000, nella cartografia a scala 1: 25.000, e nella cartografia tematica dell'I.G.M. (Carta Geologica Biella, Foglio n° 43 ) ove sono stati analizzati inoltre la cartografia tematica provinciale, gli studi allegati ai PRG integrati da sopralluoghi e rilevamenti in situ.

A grande scala, la morfologia del territorio è il risultato del modellamento, avvenuto nel corso di più fasi di espansione e ritiro dei ghiacciai quaternari e dei fenomeni connessi, tra gli sbocchi in pianura della Dora Baltea e del Torrente Elvo.

L'area oggetto di studio ricade interamente a S della Linea dei Canavese, nel settore di pianura a ridosso di rilievi deposizionali di origine glaciale rappresentati dalla Serra d'Ivrea e dal gruppo di colline moreniche che circondano il Lago di Viverone.



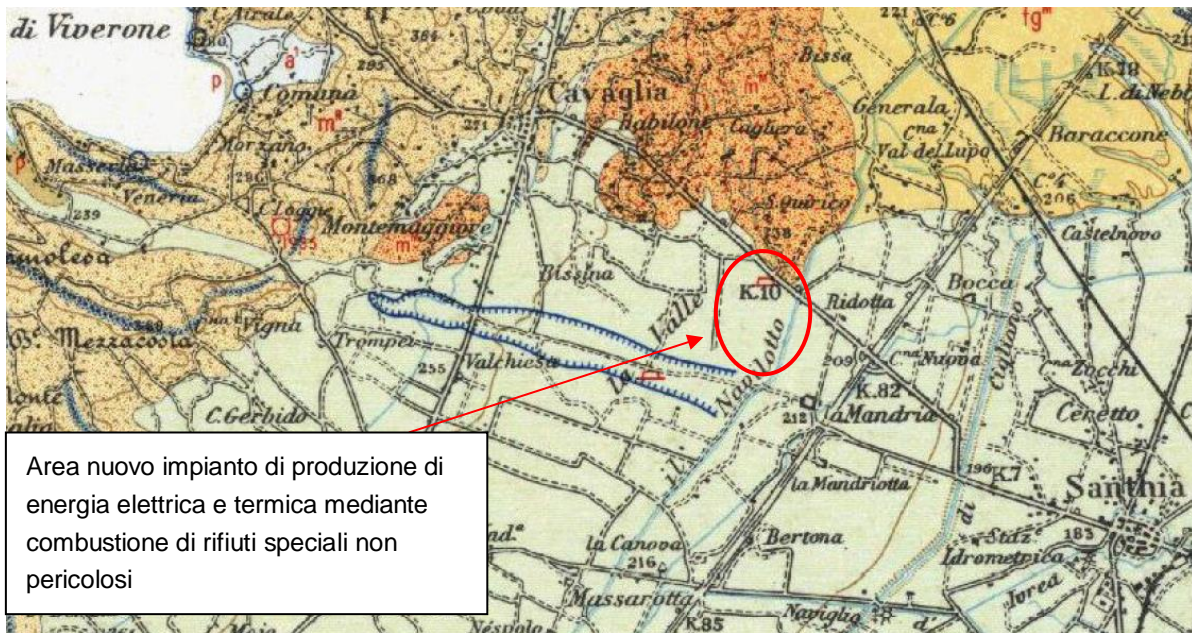


Figura 3-Carta geologica scala 1:100.000-Foglio Biella n.43

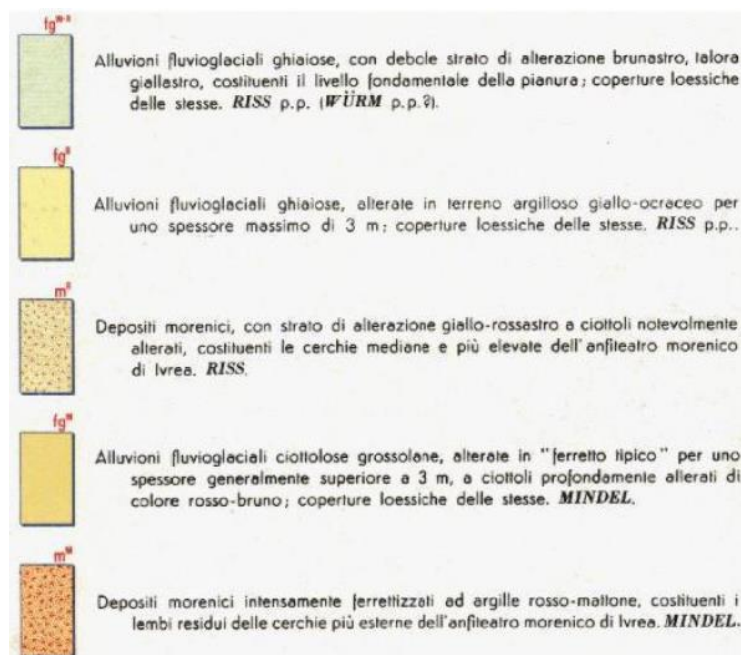


Figura 4-Legenda Carta geologica scala 1:100.000-Foglio Biella n.43

Le formazioni presenti nell'area sono di seguito descritte in modo sintetico

#### I - Depositi morenici mindeliani

Sono formati da materiali angolosi di dimensioni variabili inglobati in una matrice fine abbondante. Localmente è presente un paleosuolo "ferrettizzato" costituito da argille rosso-brune con ciottoli di rocce silicatiche. Compaino solo circa 1 Km a NE della località in esame.

#### II - Depositi fluvioglaciali mindeliani

La litologia predominante è costituita da livelli ghiaioso-sabbiosi, intervallati da livelli sabbioso-argillosi. Localmente è possibile osservare la presenza di un paleosuolo di spessore variabile tra 2 e 3 m., costituito da argille brunastre con rari ciottoli. Sono presenti solo molto più a NE.

#### III - Depositi morenici rissiani

Il litotipo predominante è rappresentato da ciottoli inglobati in una matrice sabbioso-ghiaiosa in cui sono dispersi blocchi lapidei di dimensioni superiori. Si può osservare, localmente, la presenza di un paleosuolo argilloso il cui spessore può raggiungere i 3 m. Anch'essi non interessano direttamente né indirettamente l'area.

#### IV - Depositi fluvioglaciali würmiano-rissiani

La litologia preminente è costituita da alternanze di livelli ghiaiosi con livelli sabbioso-argillosi. I livelli sabbioso-ghiaiosi sono stati e sono spesso tuttora oggetto di attività estrattiva. In particolare, la conformazione del bacino locale esame (Loc. La Valle) ha determinato una concentrazione dei litotipi granulari e sabbiosi puliti e sani, oggetto di coltivazione estesa ed intensa.

### **6.1 Geologia locale**

I dati desumibili dalle stratigrafie indicano la presenza di terreni a tessitura grossolana, costituiti prevalentemente da ghiaie sabbiose, talora differenziati in lenti a debole coesione di modesta estensione laterale, legati allo smantellamento della cerchia morenica eporediese. Lo spessore di tali depositi è compreso tra i 55 e i 60 m.

Al di sotto di tali profondità, da dati bibliografici, si rinvengono i primi livelli argillosi, con andamento talora lenticolare, dello spessore di alcuni metri, indicanti un radicale cambiamento nell'ambiente di deposizione caratterizzato ora da un'alternanza di strati sabbioso-ghiaiosi con strati argillosi, generalmente di spessore metrico. Una successione di questo tipo sembra attribuibile al complesso del Villafranchiano, caratterizzato appunto da un'alternanza di depositi limoso-argillosi, impermeabili, con livelli di natura ghiaioso-sabbiosa, permeabili, ospitanti falde in pressione.

Spesso il tetto del complesso villafranchiano viene posto, convenzionalmente, in corrispondenza al primo livello limoso-argilloso impermeabile che abbia una certa estensione regionale e non soltanto un significato episodico e locale: molto sovente, infatti, l'individuazione del tetto dei depositi del Villafranchiano è resa difficoltosa, dalla naturale caratteristica transizionale e quindi graduale delle facies coinvolte, in quanto analoghe a quelle dei depositi fluviali; può quindi essere difficile, all'interno dello spessore di depositi esplorati mediante sondaggio, distinguere un limite ben definito tra alluvioni di transizione e Villafranchiano deltizio s.s.

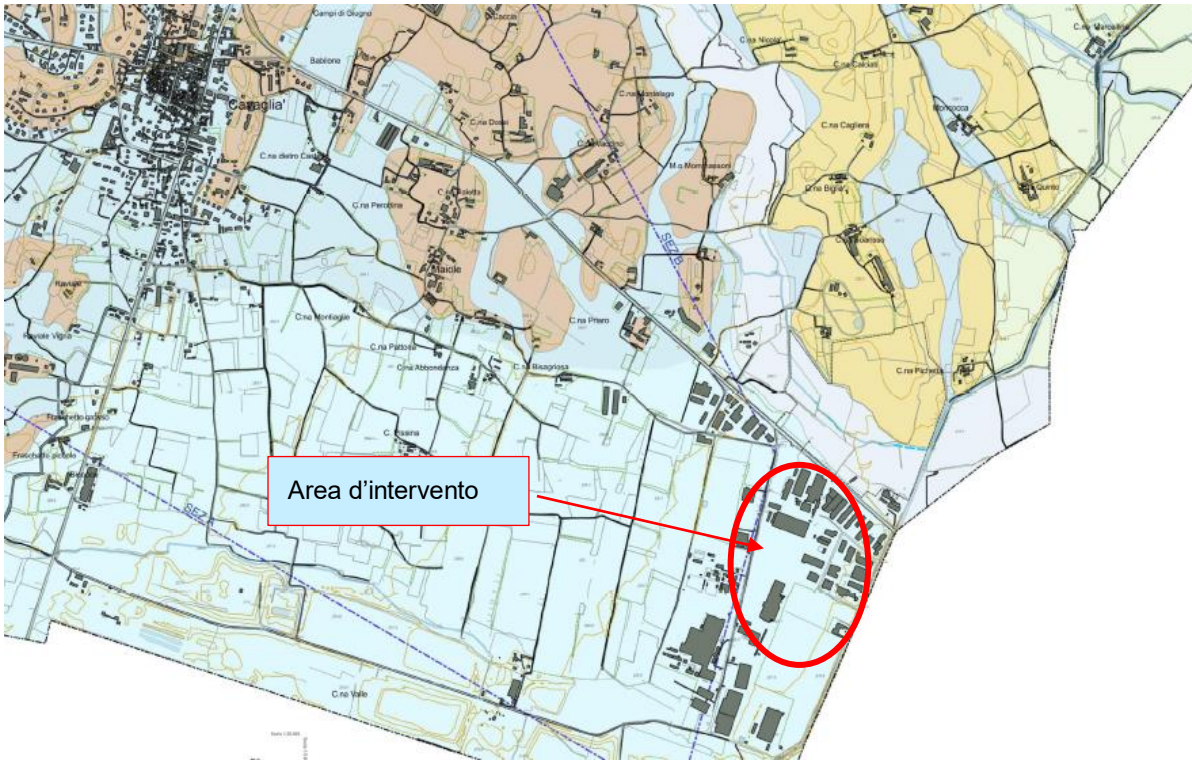


Figura 5-Geologia di dettaglio area d'intervento



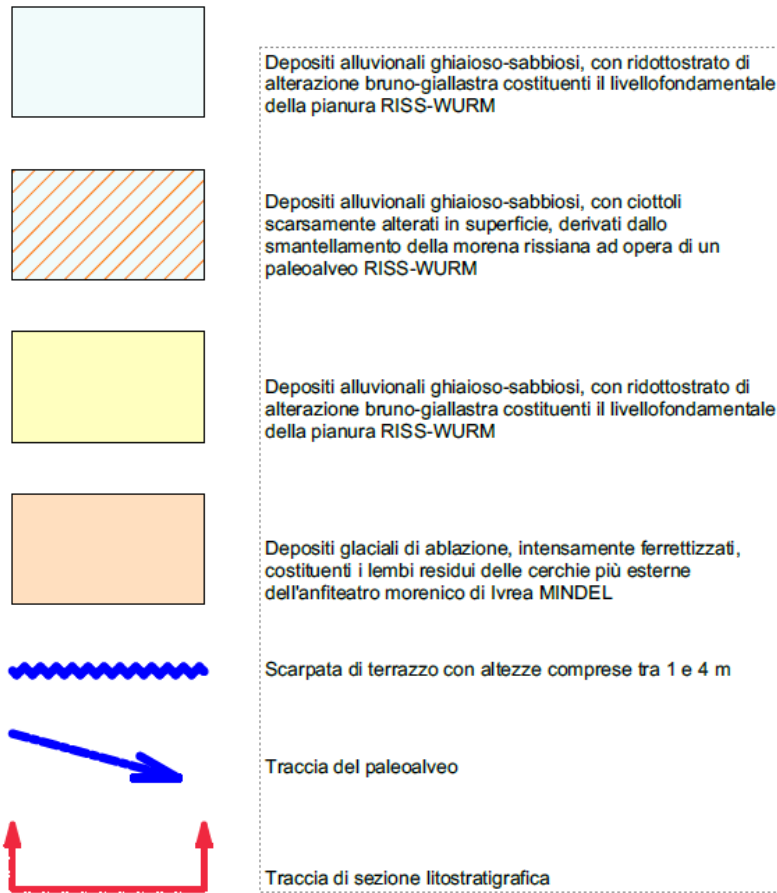
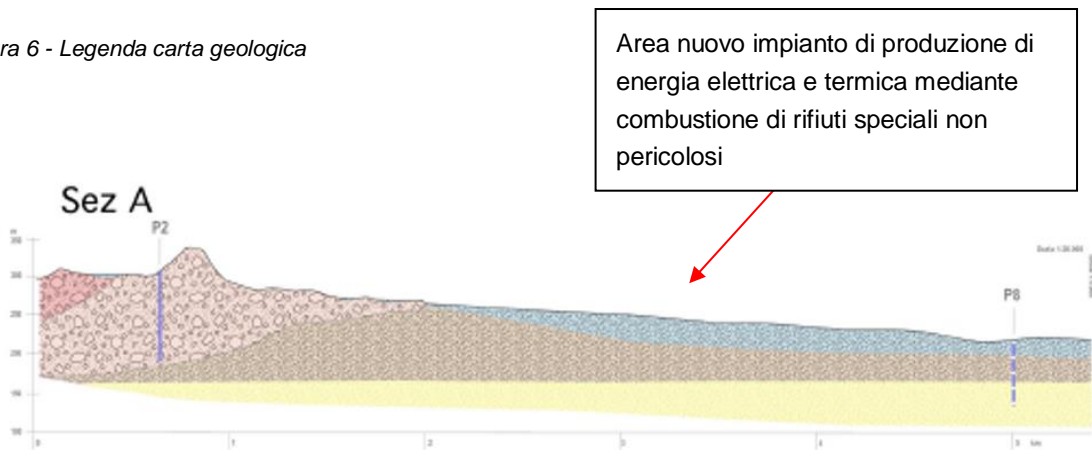


Figura 6 - Legenda carta geologica



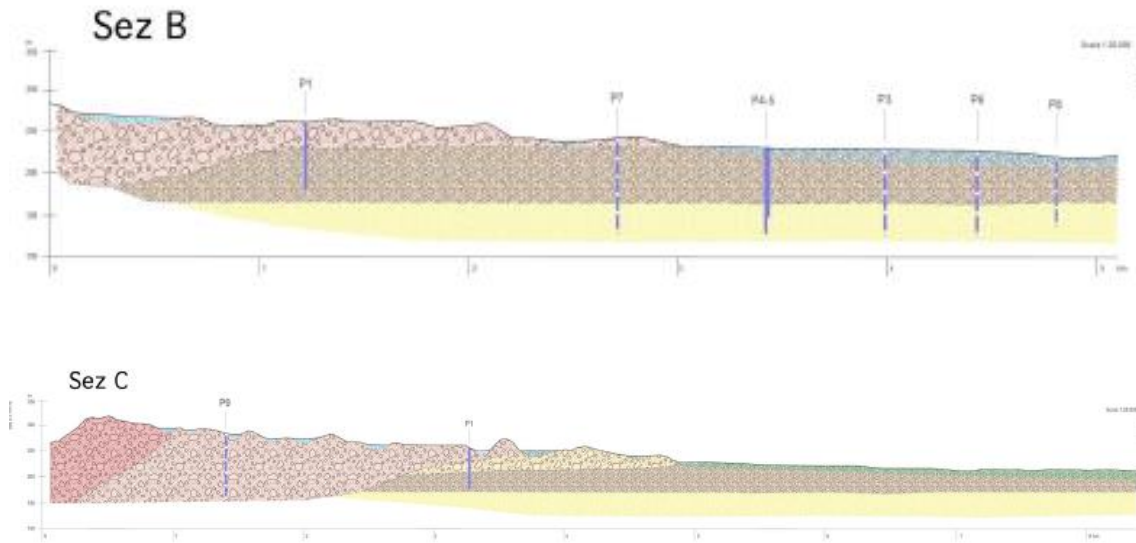


Figura 7 - Sezione geologica NE-SW



Figura 8 – Legenda delle sezioni geologiche

### 6.1.1 Inquadramento geomorfologico locale.

L'area in oggetto è collocata in pianura, al limite meridionale dell'apparato morenico di Ivrea e appartiene alla zona di transizione fluvio-glaciale rissiano-würmiana, originatasi da una serie di

scaricatori le cui attività si sono succedute nei vari stadi della glaciazione rissiana protraendosi per un lasso di tempo relativamente lungo. Il paleosuolo di questi depositi fluvio-glaciali è caratterizzato dalla presenza superficiale di un debole strato d'alterazione bruno-giallastro che in superficie, per la profondità di alcuni decimetri, è stato profondamente modificato nella composizione e nelle caratteristiche fisico-chimiche dalle colture agrarie.

La pianura è delimitata verso Nord dai bassi rilievi mindeliani, costituenti le cerchie moreniche più esterne dell'anfiteatro eporediese, formati da depositi eterogenei caratterizzati da una coltre superficiale di argille rosse, "ferretto", e da sottostanti ciottoli di gneiss e di rocce granitiche molto alterate. Più ad Ovest sono presenti i terreni morenici rissiani, più recenti rispetto ai primi e quindi meno alterati; formano il corpo interno dell'apparato morenico (Serra d'Ivrea) con paleosuolo decisamente meno potente di quello mindeliano e generalmente asportato dall'erosione.

Nell'area non sono presenti corsi d'acqua naturali rilevanti, tuttavia l'intenso uso agricolo del suolo, ha fatto in modo che si sviluppasse una fitta rete di canali irrigui dei quali il più importante è il Navilotto che scorre lungo il muro di cinta dell'impianto. Il Navilotto deriva dal Naviglio d'Ivrea che a sua volta prende origine dallo sbarramento d'Ivrea del Fiume Dora Baltea.

## 7 INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO

Nell'area oggetto di studio, dal punto di vista idrogeologico compaiono depositi alluvionali che affiorano in pianura in modo pressoché continuo, ed assumono una forma lenticolare, più spessa nella parte centromeridionale della pianura dove la potenza raggiunge i 65-70 metri che va, in genere, rastremandosi gradualmente verso N, (si riduce a 15-20 metri lungo il margine settentrionale della pianura), e verso S in maniera più rapida avvicinandosi alle colline dei Monferrato (nella zona Trino-Crescentino è potente 15-20 metri). L'area in esame, compresa in questo complesso, fa eccezione, nel senso di un maggiore spessore, per le ragioni morfologiche dettagliate in precedenza, pur essendo situata in prossimità della parte settentrionale della pianura.

Le ghiaie sabbiose del complesso quaternario costituiscono un acquifero libero localizzato, nella pianura, la falda ivi ospitata, pur avendo in quasi tutta l'area connotazioni freatiche, risulta localmente confinata a causa di livelli costituiti da materiale fine a conducibilità idraulica relativa inferiore. Anche in questo l'area in studio si differenzia per la scarsità di livelli fini interposti e per la maggior profondità della falda superficiale, da porre in relazione con le note caratteristiche morfologiche e formazionali.

Nell'area gli acquiferi più sfruttati da pozzi pubblici e privati interessano, nella maggior parte dei casi, i depositi fluviali e fluvio-glaciali di età quaternaria o i depositi villafranchiani sottostanti. I pozzi pubblici attingono di norma all'acquifero profondo: Comune di Santhià (pozzi profondi tra i 100 ed i 129 m circa), acquedotto comunale di Cavaglià (135 m), pozzi di Alice Castello (67-90 m), pozzo dell'acquedotto di Tronzano, mentre nei depositi fluvioglaciali sono attestati generalmente i pochi pozzi privati ancora rimanenti ed a uso irriguo.



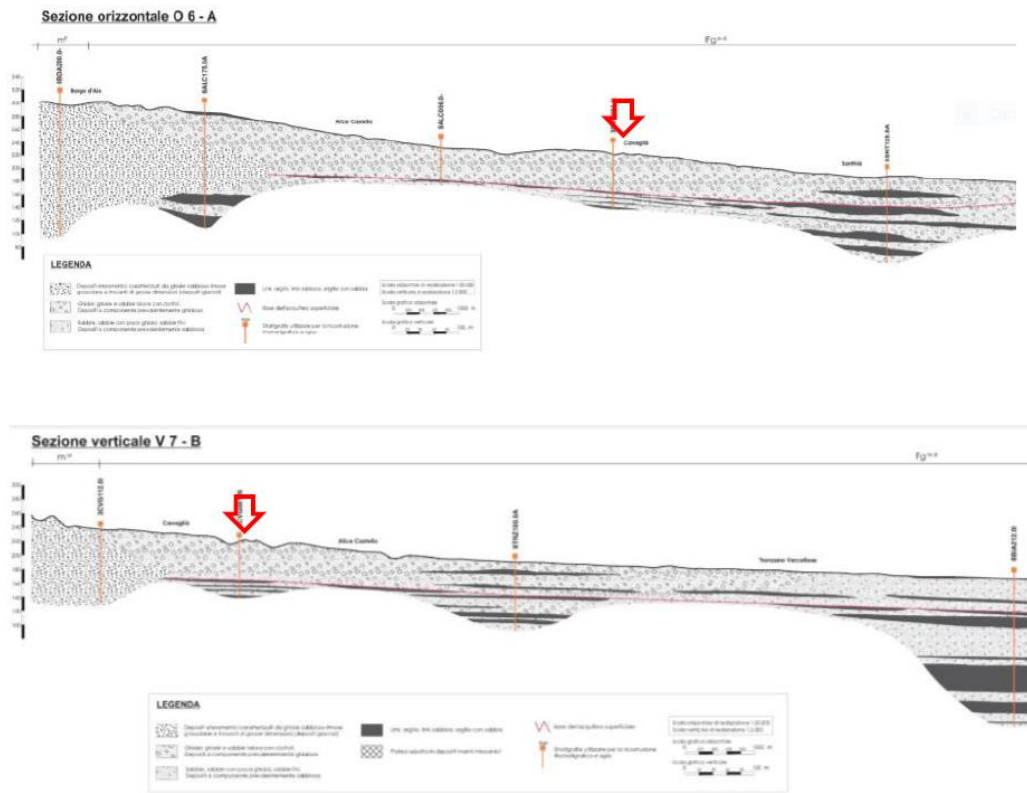


Figura 9 --Sezioni geologiche (Provincia di Vercelli, ATOn.2,2009)

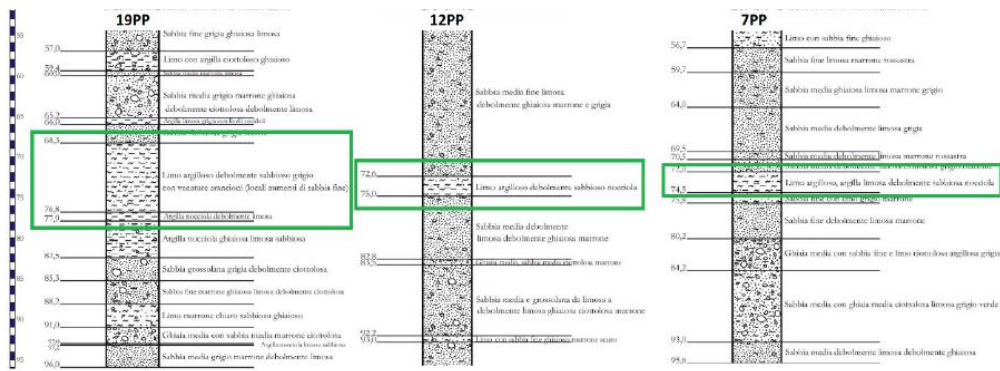


Figura 10 - Pozzi di riferimento

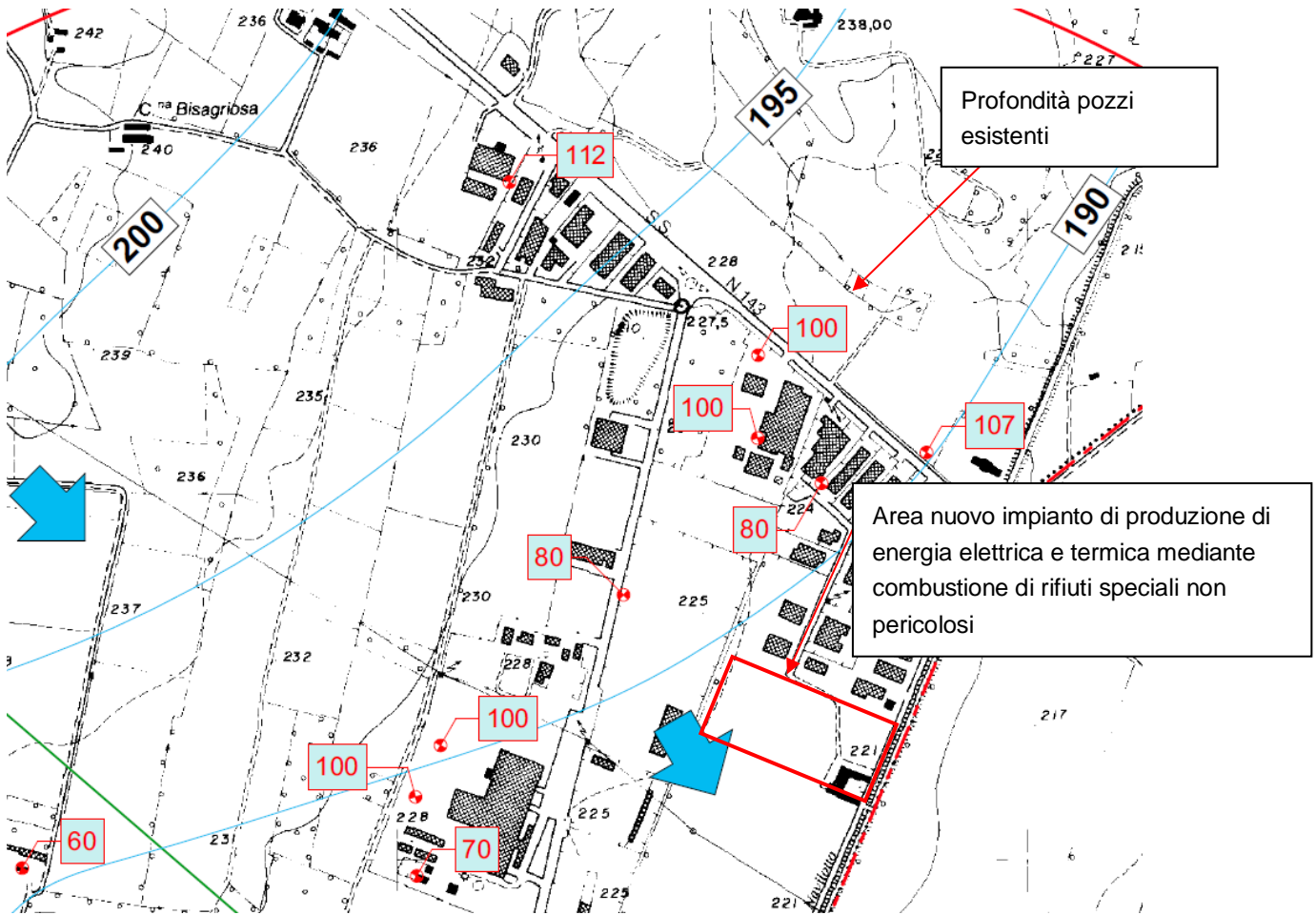


Figura 11 - Carta idrogeologica con isopieze- Nei riquadri sono indicate le profondità dei pozzi

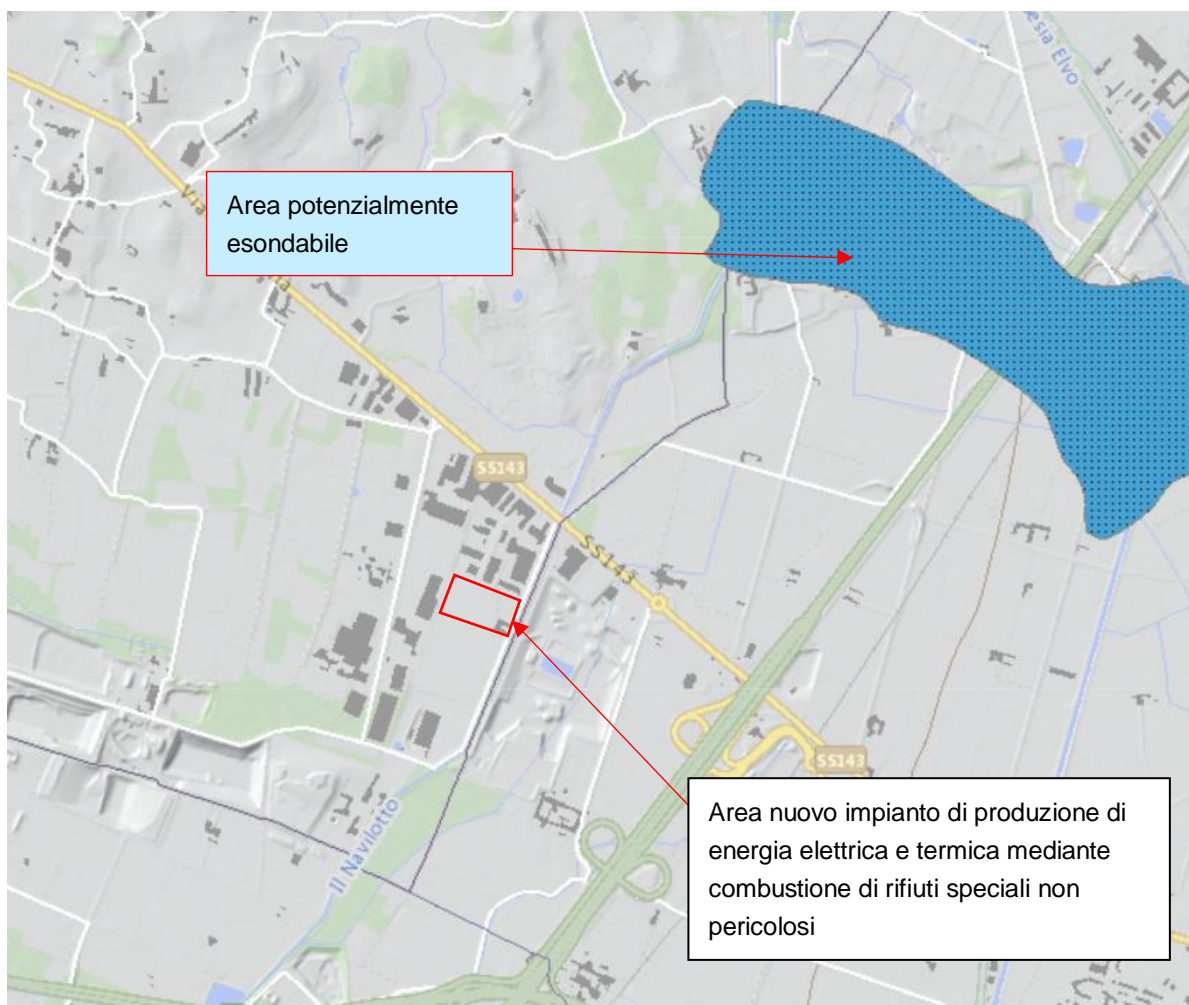


Figura 12 - Carta di riferimento aree inondabili-Dato Geoportale Regione Piemonte-L'area non ricade all'interno di zone potenzialmente inondabili

## 8 PROVE DI EMUNGIMENTO A PORTATA COSTANTE E CALCOLO DEI PARAMETRI IDRODINAMICI

Al fine di valutare la permeabilità dei terreni interessati dall'emungimento di acqua necessario per il raffreddamento dell'impianto, sono stati utilizzati i dati desunti dalle prove di emungimento eseguite in data 07/10/91 sul pozzo 4 (abbassamento e risalita) e in data 23/02/99 sui pozzi 4 e 3 (abbassamento); in quest'ultima data il pozzo 3 è stato usato solo come piezometro. Tutte le prove di emungimento a portata costante e a portata variabile del 1999 sono state eseguite a cura del Dott. Geologo Vanoni.

Il metodo utilizzato per l'interpretazione delle prove è stato quello di Cooper-Jacob. Nei capitoli seguenti vengono riportati i dati e l'interpretazione degli stessi per la valutazione della permeabilità del suolo.

Si riportano di seguito i grafici delle prove eseguite

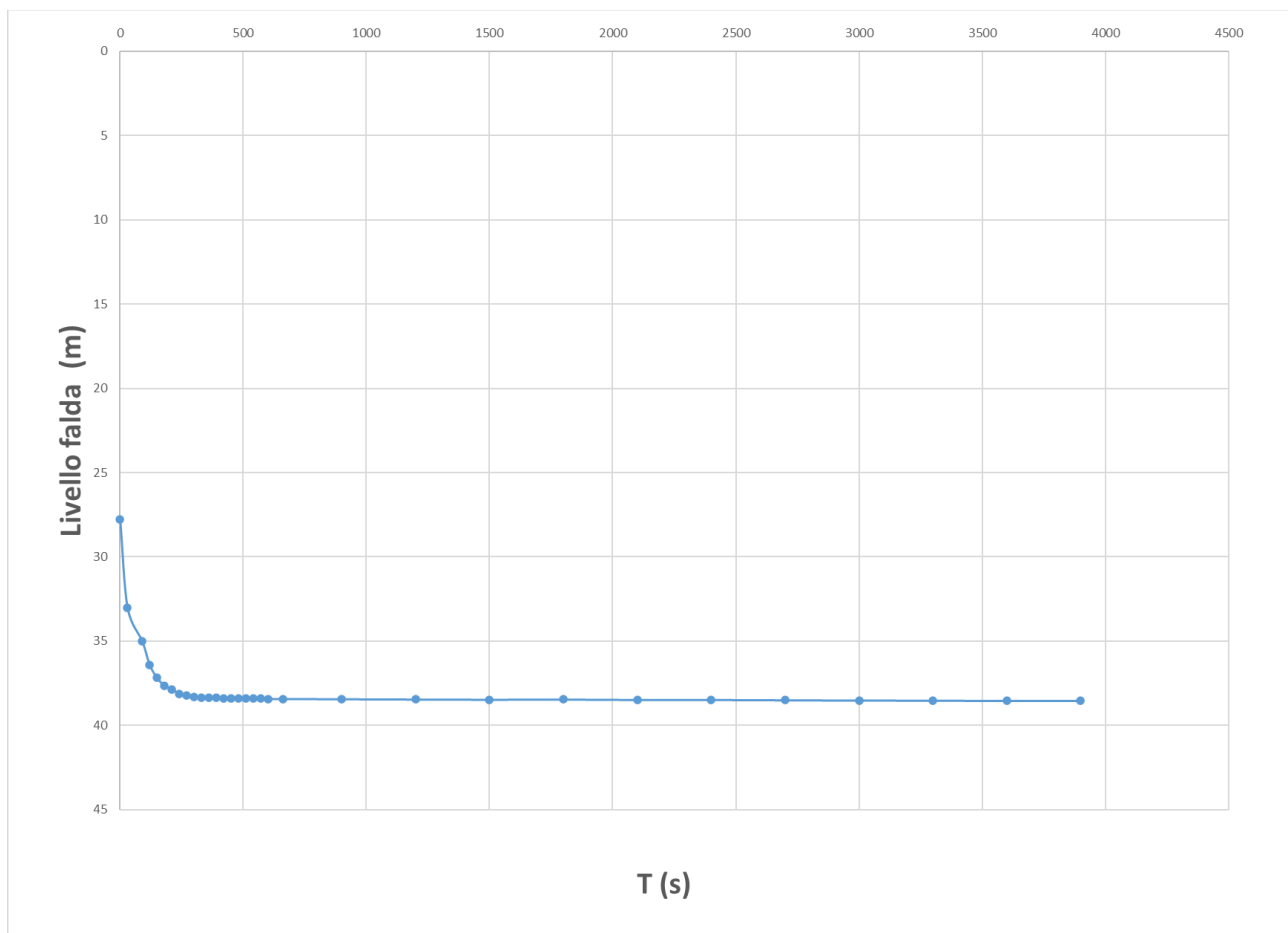


Figura 13 - 07/10/91 - Pozzo 4 - Prova 1 (Emungimento)



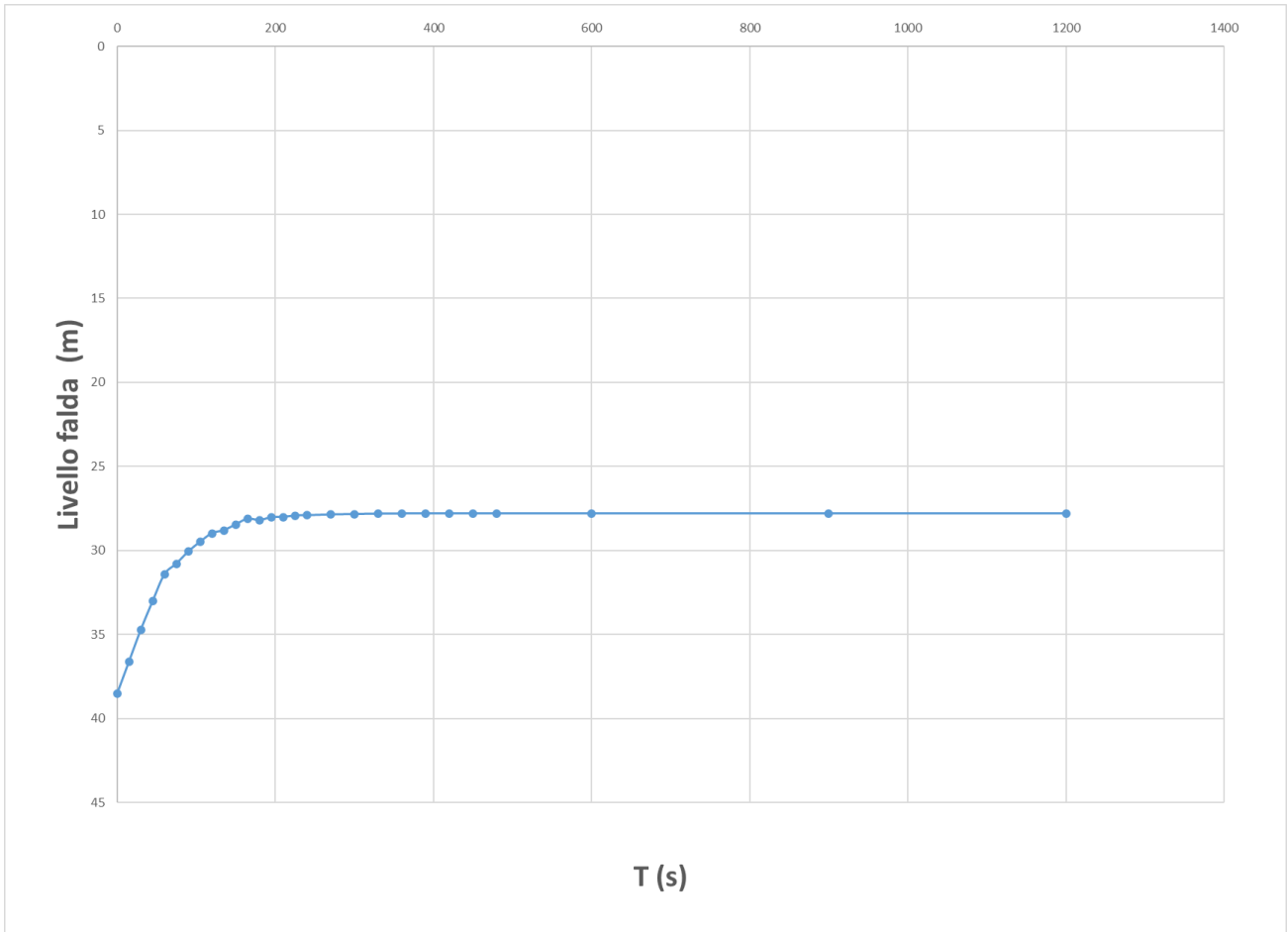


Figura 14 - 07/10/91 - Pozzo 4 - Prova 2 (Risalita)

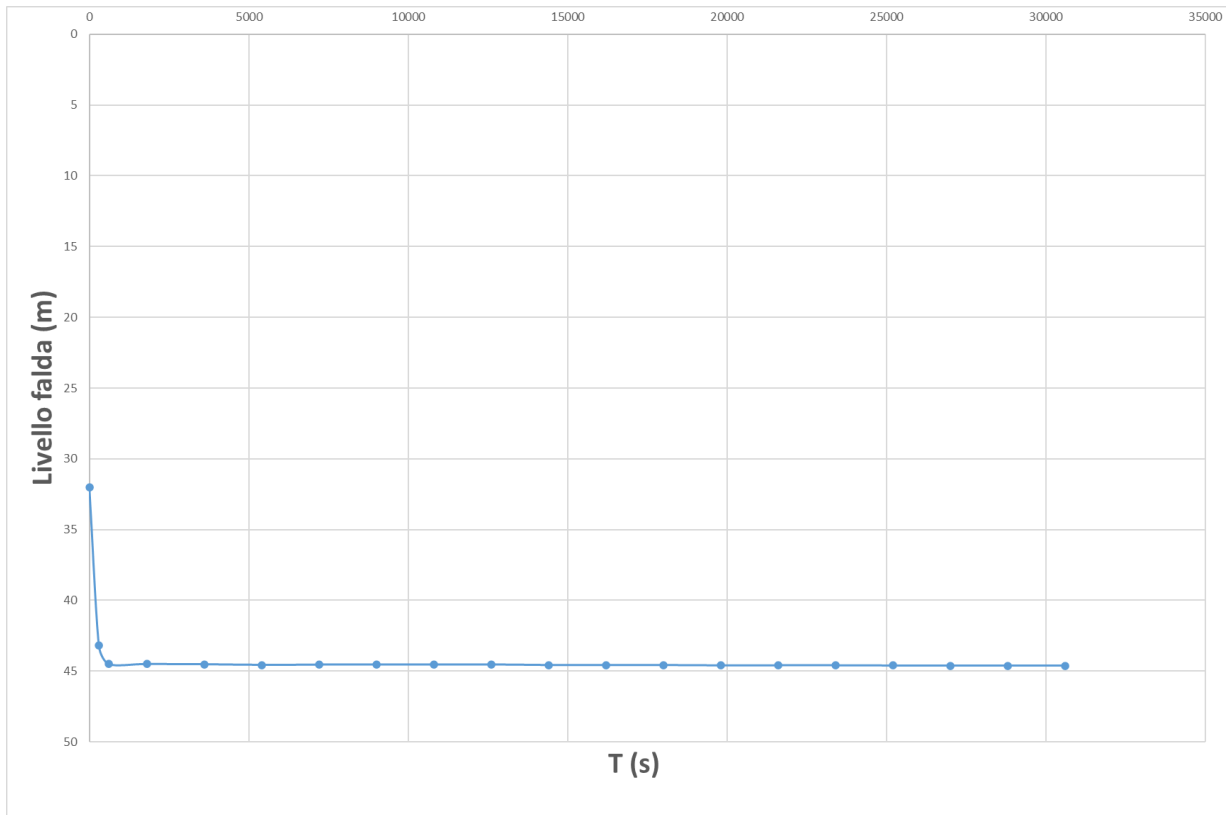


Figura 15 - 23/02/99 - Pozzo 4 - Prova 3 (Emungimento)

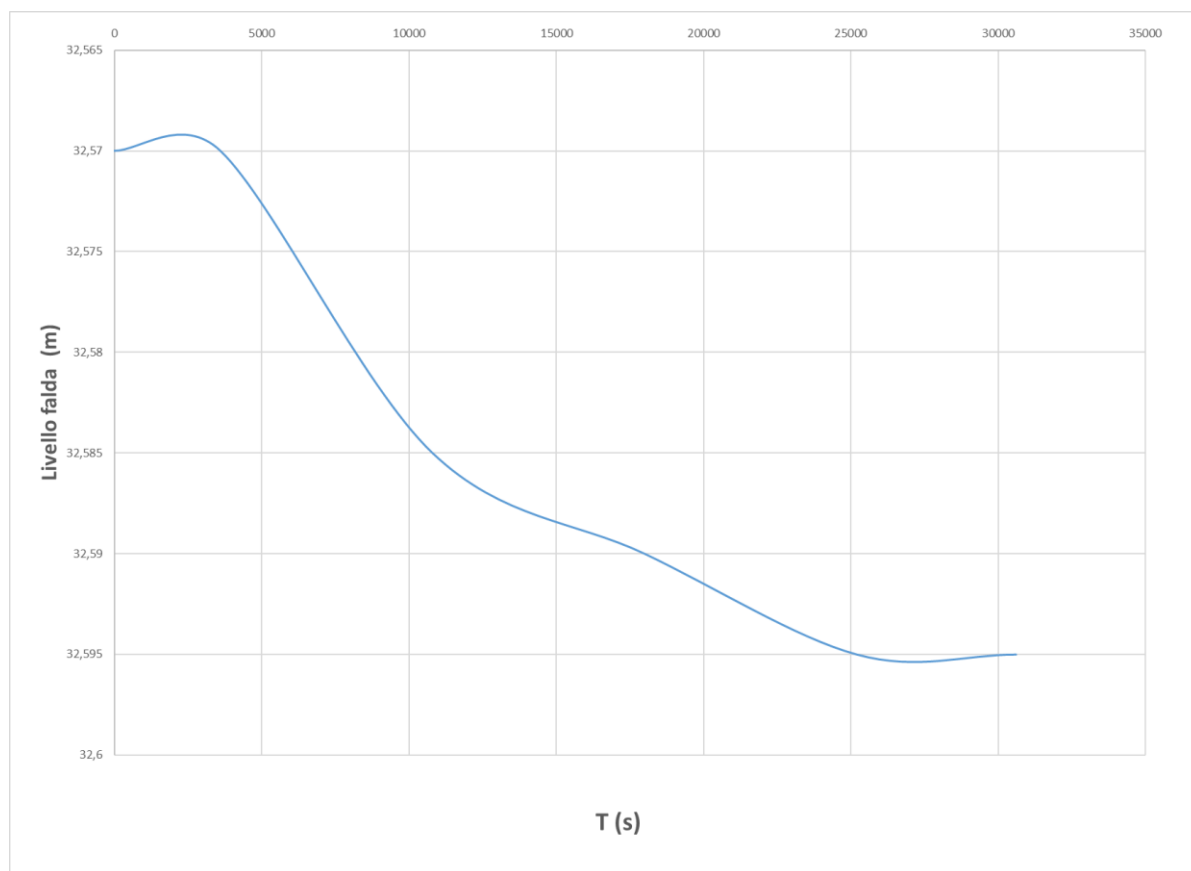


Figura 16 - 23/02/99 - Pozzo 3 - Prova 4 (Emungimento da Pozzo 4)

Di seguito viene visualizzata la tabella riassuntiva dei valori dei parametri idrodinamici individuati.

PROVA	POZZO	TIPO DI PROVA	K (m/s)
1	4	EMUNGIMENTO	0,00013
2	4	RISALITA	0,00011
3	4	EMUNGIMENTO	0,00014
4	3	EMUNGIMENTO DA POZZO 4	0,00014

Tali valori attestano un'elevata permeabilità dell'acquifero.

## 9 PROVE DI EMUNGIMENTO A PORTATA VARIABILE

Sono stati elaborati i dati di due prove di emungimento a portata variabile eseguite sui pozzi 2 e 4 rispettivamente in data 12/02/99 e 22/02/99 allo scopo di valutarne l'efficienza (con il metodo di Jacob) e la portata critica (con il grafico  $Q^2/s$ ).

La prova sul pozzo 2 è stata realizzata con 3 gradini di portata variabili da 0.01 m<sup>3</sup>/s (600 l/min) a 0.035 m<sup>3</sup>/s (2100 l/min). L'efficienza è risultata variare da 86% a 64%. La portata critica non è stata raggiunta.

La prova sul pozzo 4 è stata realizzata con 4 gradini di portata variabili da 0.0077 m<sup>3</sup>/s (460 l/min) a 0.03 m<sup>3</sup>/s (1800 l/min). L'efficienza è risultata variare da 95% a 84%. Anche in questo caso la portata critica, per il campo di portate utilizzate, non è stata raggiunta.

In entrambi i casi si evidenzia una buona produttività dell'acquifero.

In allegato sono stati riportate le tabelle dei dati e dei risultati, e i grafici delle relative interpretazioni.

NOME PROVA: POZZO 2			
Dati di input:			
Gradino n°	Q (m <sup>3</sup> /s)	s (m)	Abbassamenti specifici s/Q (s/m <sup>2</sup> )
1	0.0100	0.20	20.000
2	0.0233	0.54	23.176
3	0.0350	0.94	26.857

NOME PROVA: POZZO 4			
Dati di input:			
Gradino n°	Q (m <sup>3</sup> /s)	s (m)	Abbassamenti specifici s/Q (s/m <sup>2</sup> )
1	0.0077	2.86	371.429
2	0.0150	5.95	396.667
3	0.0200	8.03	401.500
4	0.0300	12.65	421.667



## 10 VERIFICA DISPONIBILITÀ ACQUA INDUSTRIALE

Al fine di valutare la disponibilità di acqua industriale per il sito in oggetto, si è verificato l'abbassamento della falda ipotizzando l'inserimento all'interno dell'area di un pozzo e valutandone la variazione con differenti portate emunte.

I dati caratteristici del terreno sono stati desunti dalle prove di portata sopra riportate.

Si è utilizzato il software DC-software con 5 differenti portate emunte pari a:

- 10l/s
- 15l/s
- 20l/s
- 30l/s
- 40l/s

### 10.1 Descrizione software

Il programma DC-Dewatering calcola sistemi a uno o più pozzi.

Questo programma può calcolare un sistema di strati con diversa permeabilità per situazioni di acque sotterranee non confinate, semi-confinate o confinate. I pozzi del sottosuolo che indicano lo scopo di abbassamento preferito possono avere qualsiasi forma e possono consistere di diversi settori a varie profondità.

I fondamenti dell'analisi per i sistemi a più pozzi sono la legge del filtro di Darcy, le formule del pozzo Dupuit-Thiem e le formule di Forchheimer Multi-Well. È usato come risorsa del programma anche il libro di Herth, Arndts: Teoria e pratica dell'abbassamento delle acque sotterranee (3a edizione), Berlino: Ernst & Sohn 1995.

Sulla base delle formule dei pozzi di Dupuit-Thiem, i singoli imbuti di abbassamento sono sovrapposti per più pozzi secondo Forchheimer, e l'andamento della superficie dell'acqua può essere descritto per analogia con una membrana.

Così, la determinazione della quantità pompata e la capacità dei singoli pozzi dipende fortemente dalla posizione dei pozzi e dalla distanza tra loro. Alla fine, si può ottenere la quantità pompata richiesta da una migliore (più uniforme) disposizione dei pozzi, che altrimenti non sarebbe ottenuta matematicamente.

Nei capitoli seguenti sono riportati i risultati della modellazione con l'abbassamento della falda rispetto al pozzo ipotizzato. Inoltre, si è ipotizzata una possibile posizione del pozzo di emungimento e sono riportate le isopieze di abbassamento in planimetria rispetto al punto ipotizzato.



Figura 17 – Posizione ipotizzata del pozzo

### 10.2 Abbassamento falda – $Q=10\text{l/s}$

Nell'immagine seguente è riportato l'abbassamento della falda risultato dalla modellazione.

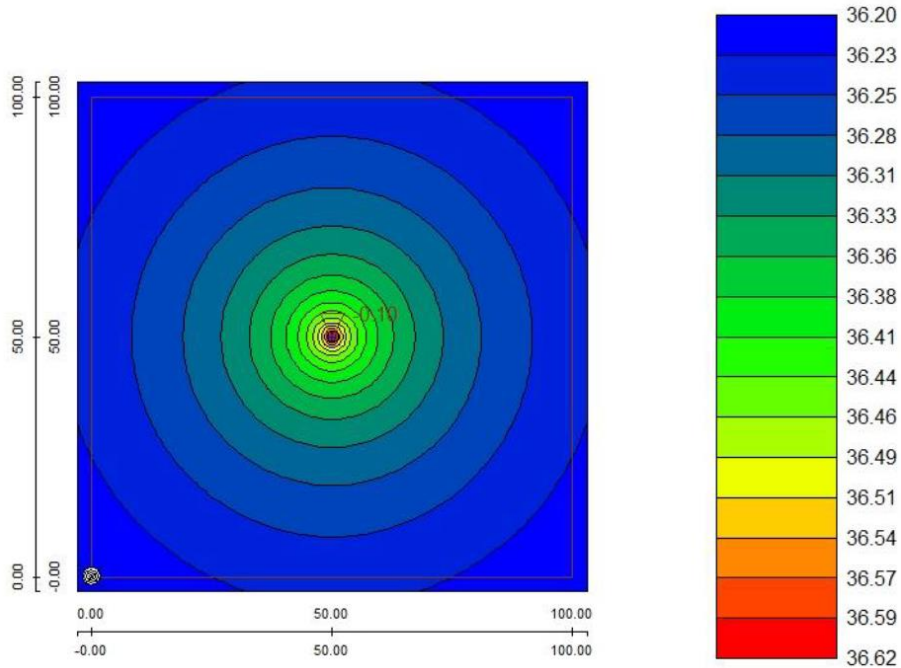




Figura 18 – Isopieze abbassamento falda

### 10.3 Abbassamento falda – Q=15l/s

Nell'immagine seguente è riportato l'abbassamento della falda risultato dalla modellazione.

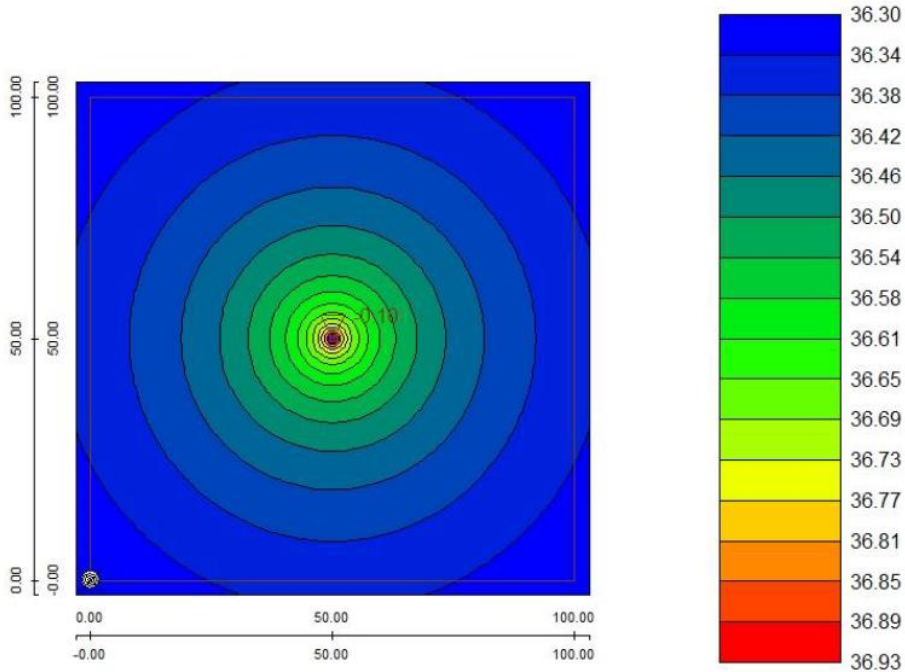


Figura 19 – Isopieze abbassamento falda

### 10.4 Abbassamento falda – Q=20l/s

Nell'immagine seguente è riportato l'abbassamento della falda risultato dalla modellazione.

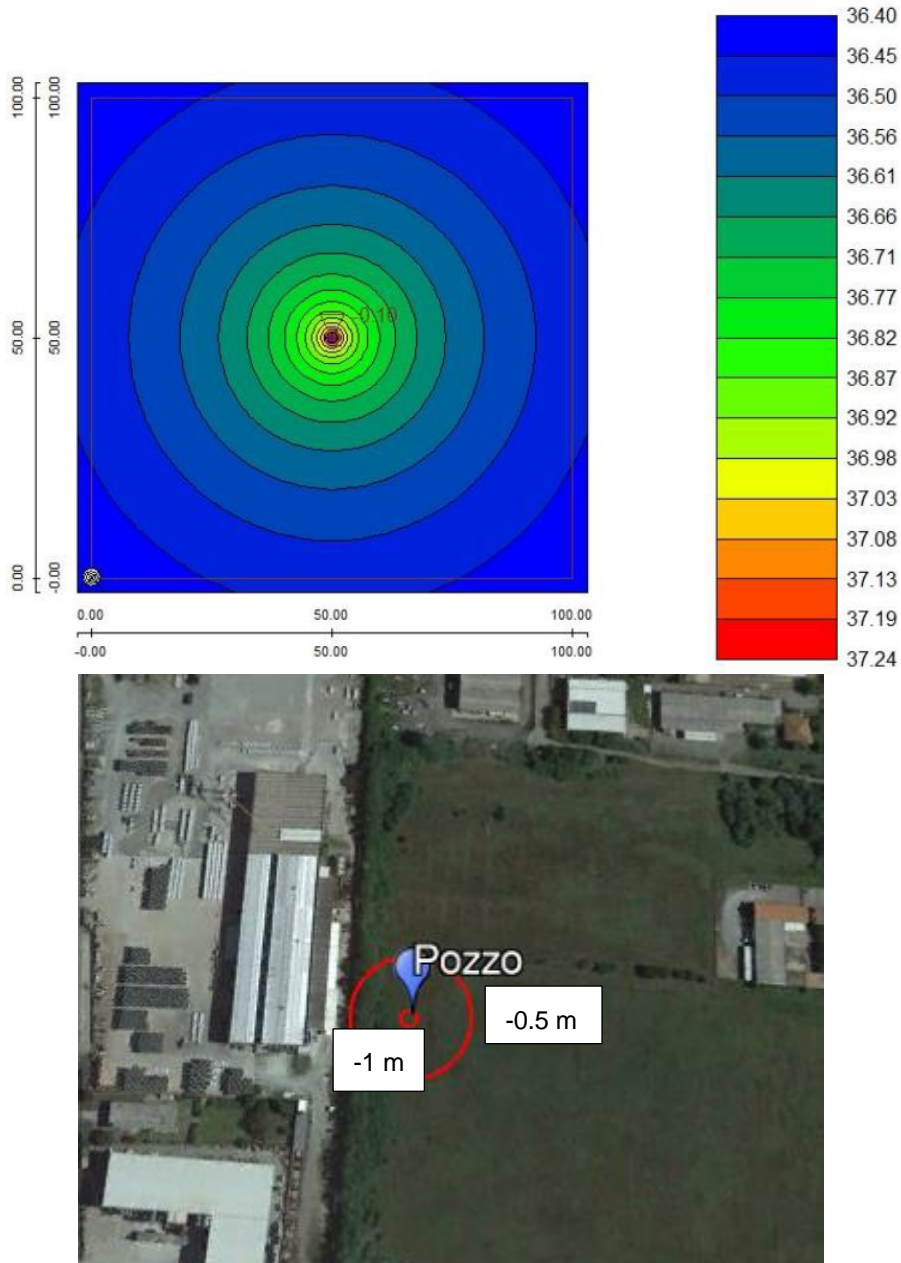


Figura 20 – Isopieze abbassamento falda



### 10.5 Abbassamento falda – Q=30l/s

Nell'immagine seguente è riportato l'abbassamento della falda risultato dalla modellazione.

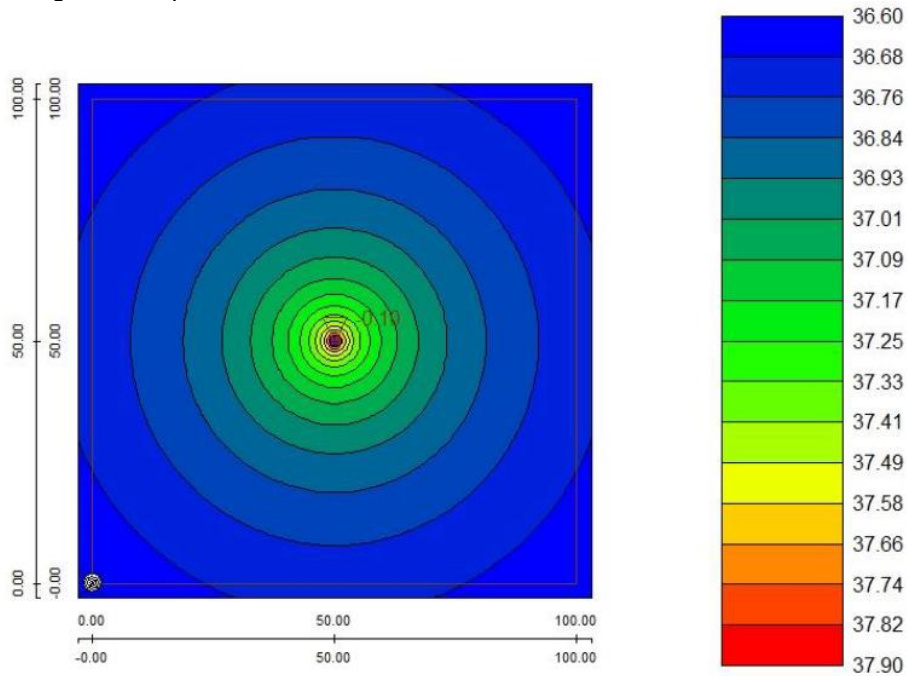


Figura 21 – Isopieze abbassamento falda

### 10.6 Abbassamento falda – Q=40l/s

Nell'immagine seguente è riportato l'abbassamento della falda risultato dalla modellazione.



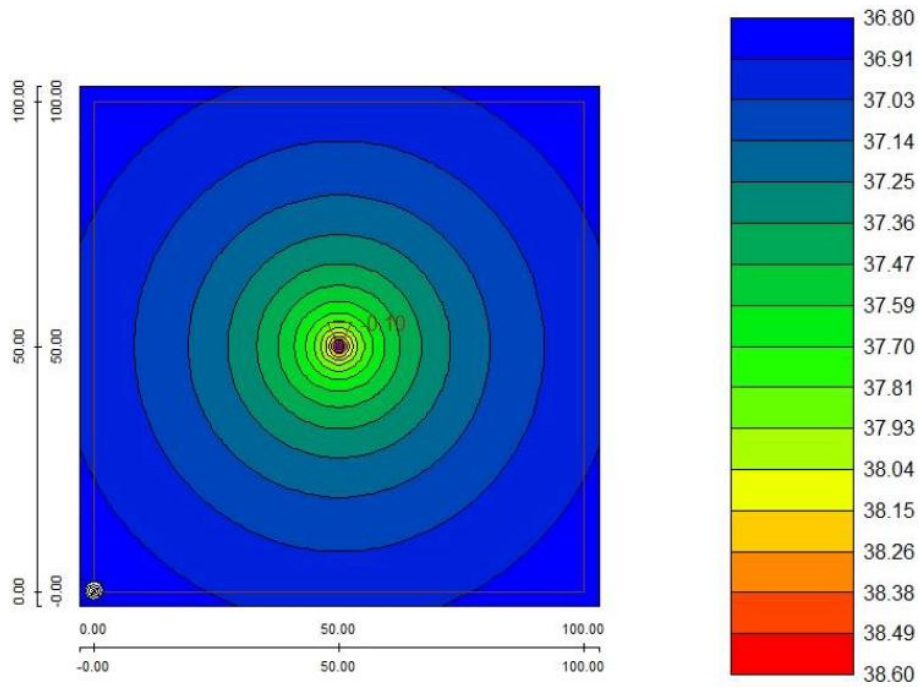


Figura 22 – Isopieze abbassamento falda

## 11 CONCLUSIONI

Sulla base di quanto sopraesposto si conclude quanto segue.

- L'area sulla quale insisterà il nuovo Impianto di produzione di energia elettrica e termica mediante combustione di rifiuti speciali non pericolosi è interessata dalla presenza di materiale alluvionale grossolano costituito da ghiaie e sabbie con ciottoli
- La falda è stata misurata a 36 m dal p.c. attuale.
- Per la verifica della disponibilità di acqua industriale sono state eseguite delle modellazioni per la misura dell'abbassamento della falda a seguito dell'emungimento di diverse portate attraverso un pozzo posizionato nell'area.
- I dati di permeabilità dei terreni sono desunti dalle prove di pompaggio eseguite su due pozzi esistenti in data 07/10/91 e in data 23/02/99.
- Le portate analizzate risultano essere le seguenti:
  - 10l/s
  - 15l/s
  - 20l/s
  - 30l/s
  - 40l/s
- Dalle simulazioni eseguite, risulta che con le portate ipotizzate l'abbassamento della falda attuale risulta compatibile con la presenza di altri pozzi di emungimento nella zona e conferma la disponibilità di acqua industriale per il progetto in oggetto