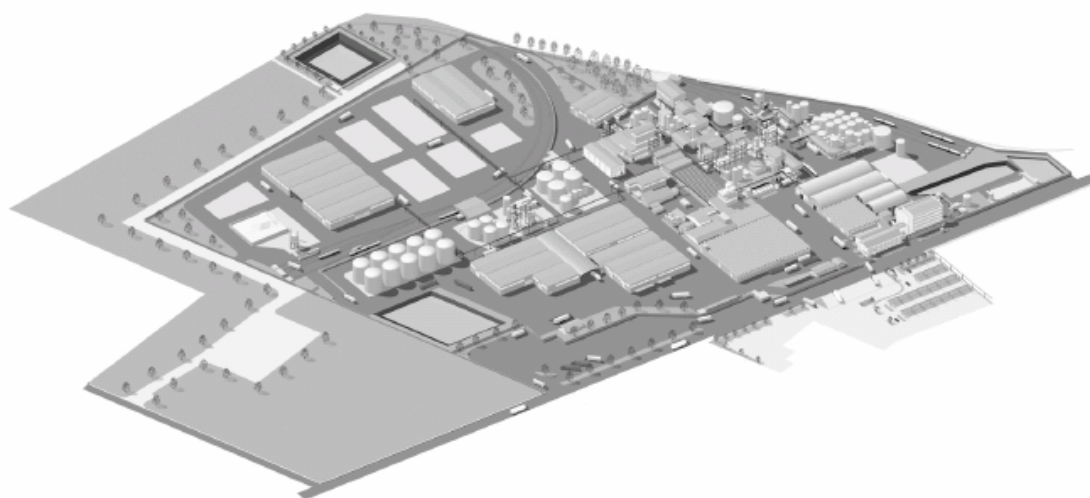


**REGIONE PIEMONTE**  
**Provincia di Novara**  
**Comune di Trecate - Polo industriale di San Martino**

**Stabilimento ESSECO S.r.l.**



**AUTORIZZAZIONE INTEGRATA AMBIENTALE AI  
SENSI DEL D. LGS. N. 59 DEL 18 FEBBRAIO 2005**

**Integrazioni alla domanda di Autorizzazione Integrata  
Ambientale**

**ALLEGATO  
INT. 14**

***RICERCA DI ACQUE SOTTERRANEE PER LA PRODUZIONE DI BENI E SERVIZI  
E SUCCESSIVA CONCESSIONE DI DERIVAZIONE DELL'ACQUA ESTRATTA  
RELAZIONE FINALE***

Committente



**ESSECO S.r.l.**



Via San Cassiano n° 99  
28069 San Martino di Trecate - Trecate (NO)

Data di emissione:  
**Maggio 2008**

# REGIONE PIEMONTE PROVINCIA DI NOVARA COMUNE DI TRECATE

RICERCA DI ACQUE SOTTERRANEE PER LA  
PRODUZIONE DI BENI E SERVIZI E SUCCESSIVA  
CONCESSIONE DI DERIVAZIONE DELL'ACQUA  
ESTRATTA

## RELAZIONE FINALE

Revis.	Data	Descrizione	Redatto	Controllato	
	10/02/08	Documento di rito			



**TELLUS s.r.l.**  
Topografia • Geologia  
Servizi per l'ingegneria

Ufficio amministrativo: Via Lagrange, 28  
Tel. 0321 499742 • Fax 0321 520777  
e-mail: tellus@ciaoweb.it

Committente

**ESSECO S.R.L.**

Identificativo del documento

IDROGEOLOGIA: 08 - ESSECO

**Premessa**

In seguito all'autorizzazione della Provincia di Novara con determina del III° Settore Ambiente, Ecologia, Energia n.417/2007 del 26.01.2007, per la ricerca di acque sotterranee in comune di Trecate mediante la perforazione di n.2 pozzi presso lo stabilimento Esseco, si è redatta la seguente documentazione ai sensi del DPGR 29/07/03 n.10/R, con la quale si documentano la regolare esecuzione dei lavori conformemente al progetto approvato e le caratteristiche idrogeologiche dell'acquifero captato.

## INDICE

CAPITOLO N		PAG.
1	UBICAZIONE DEI POZZI	4
2	RELAZIONE DI REGOLARE ESECUZIONE DEI LAVORI	5
	2.1 <i>Fase di perforazione</i>	5
	2.2 <i>Fase di completamento</i>	5
	2.2.1 Profondità dell'opera di captazione	5
	2.2.2 Tubazione di rivestimento	5
	2.2.3 Filtri e dreni	6
	2.2.4 Cementazione	6
	2.2.5 Avanzopozzo	6
	2.2.6 Impianto di sollevamento	7
	2.2.7 Condotta di alimentazione	7
	2.3 <i>Fase di sviluppo</i>	8
	2.3.1 Pistonaggio	8
	2.3.2 Pompaggio	8
3	CONSIDERAZIONE IDROGEOLOGICHE	8
	3.1 <i>Successione stratigrafica dei pozzi</i>	8
	3.2 <i>Piezometria</i>	9
	3.3 <i>Prove di pompaggio</i>	9
	3.3.1 Pozzo 5	9
	3.3.1.1 Prova a gradini di portata	10
	3.3.1.2 Prova di risalita	15
	3.3.2 Pozzo 6	18
	3.3.2.1 Prova a gradini di portata	18
	3.3.2.2 Prova di risalita	24
4	CARATTERISTICHE CHIMICHE DELLE ACQUE DI PRIMA FALDA	26
5	CONCLUSIONI	26

**ELENCO ALLEGATI**

<b>ALLEGATO</b>	<b>N.</b>	<b>SCALA</b>
1	COROGRAFIA: C.T.R. 117140 "CERANO"	1: 10.000
2	ESTRATTO DI MAPPA CATASTALE DEL COMUNE DI TRECATE	1: 3.500
3	COLONNE STRATIGRAFICHE E SCHEMI DI COMPLETAMENTO DELLE OPERE DI CAPTAZIONE	1: 200
4	PROVE A GRADINI DI PORTATA	-
5	PROVE DI RISALITA	-
6	ANALISI CHIMICO-FISICHE DELLE ACQUE DI PRIMA FALDA	-
7	PUNTI DI MONITORAGGIO DELLE ACQUE SOTTERRANEE	1: 3.500

## 1 UBICAZIONE DEI POZZI

I pozzi (Pozzo 5 e Pozzo 6) sono stati realizzati nell'area di ampliamento dello stabilimento Esseco, situata nella zona retrostante all'attuale impianto, ubicato nel polo industriale di S. Martino, nel Comune di Trecate (all.n.1).

L'acqua emunta verrà utilizzata per la produzione di beni e servizi, ad uso di raffreddamento (DPGR 10R/03), con una portata di esercizio, autorizzata dalla Provincia di Novara con determina 417/2007, pari a 22 l/s, per un consumo annuo di 650.000 m<sup>3</sup> ciascuno.

Le coordinate UTM WGS84 delle due opere, che si trovano ad una quota di circa 131 m s.l.m., sono le seguenti (all.n.1):

Pozzo5:

- Est = 482.393
- Nord = 5.031.948

Pozzo 6

- Est = 482.675
- Nord = 5.032.017

L'ubicazione catastale dei pozzi, così come indicato nella delibera autorizzativa, è la seguente (all.n.2):

- Pozzo n.5: Foglio n. 23 - mappale n. 474
- Pozzo n.6: Foglio n.25 – mappale n.67

## **2 RELAZIONE DI REGOLARE ESECUZIONE DEI LAVORI**

Le opere di captazione sono state realizzate nei mesi di settembre 2007 - gennaio 2008 dalla ditta "F.lli Perazzoli S.r.l." di Cortemaggiore (Pc).

I pozzi, che interessano unicamente l'acquifero superficiale a falda libera, hanno una tubazione di rivestimento con diametro esterno di 609 mm ed una profondità massima di 40 m da pc.

La colonna filtrante di entrambe le opere ha una lunghezza totale di 17,20 m, posizionata tra -22,80 e -40 m di profondità da pc.

Le nuove opere, che avranno la testa alloggiata in una camera prefabbricata in cls provvista di copertura, verranno attrezzate con un impianto di sollevamento che consentirà una portata massima di 45 l/s.

### ***2.1 Fase di perforazione***

Per entrambe le opere è stata utilizzata la tecnica della percussione, con colonne di avanzamento di diametro pari a 1.016 mm.

### ***2.2 Fase di completamento***

#### **2.2.1 Profondità delle opere di captazione**

La profondità dei pozzi è di 40 m, corrispondente a quella di perforazione, nel rispetto del progetto autorizzato.

#### **2.2.2 Tubazione di rivestimento**

La tubazione di rivestimento dei nuovi pozzi, formata da tubi ciechi e tratti filtranti, è in acciaio inox, con diametro esterno di 609 mm e spessore di 8 mm, completata con fondello.

### 2.2.3 Filtri e dreni

In entrambi i pozzi la colonna filtrante, costituita da filtri a spirale con luce di 0,8 mm, ha una lunghezza complessiva di 17,20 m ed interessa unicamente gli intervalli sabbioso-ghiaiosi-ciottolosi dell'acquifero superficiale.

	DIAMETRO ESTERNO (mm)	PROFONDITÀ (m da pc)	LUNGHEZZA (m)
Pozzo 5	609	22,80 – 40	17,2
Pozzo 6	609	22,80 – 40	17,2

Nel perforo si è sistemato un dreno artificiale, immettendo per gravità del ghiaietto siliceo arrotondato e selezionato 2/3,5 mm.

	PERFORO (mm)	PROFONDITÀ (m da pc)	LUNGHEZZA (m)	VOLUME (m <sup>3</sup> )
Pozzo 5	1.016	6 – 40	32	16,62
Pozzo 6	1.016	6 – 40	32	16,62

### 2.2.4 Cementazione

Per impedire l'eventuale infiltrazione di acque superficiali, si è provveduto a isolare il tratto sommitale con boiaccia cementizia.

	PERFORO (mm)	PROFONDITÀ (m)	LUNGHEZZA (m)	VOLUME (m <sup>3</sup> )
Pozzo 5	1.016	3,00 – 6,00	3	1,56
Pozzo 6	1.016	3,00 – 6,00	3	1,56

### 2.2.5 Avanzopozzo

I pozzi avranno la testa collocata a -1,5 m da pc in una camera seminterrata in cls armato, fuoriterra di circa 0,5 m, avente dimensioni di 3 m x 3 m x 2,5 m, in cui verranno alloggiati i collegamenti elettrici di alimentazione della pompa e delle saracinesche di chiusura e regolazione della condotta di mandata.



Gli avanpozzi, provvisti di copertura metallica carrabile ed impermeabilizzati con una guaina bitumata, saranno realizzati in corrispondenza di una platea in cls armato, con dimensioni pari a 5 m x 11 m e spessore di 200 mm, protetta da una recinzione in rete metallica di circa 2,0 m di altezza, su cui verrà posizionato il piping di collegamento dell'impianto idraulico, costituito da tubazioni in ferro catramato con diametro di 225 mm.

### **2.2.6 Impianto di sollevamento**

I pozzi verranno equipaggiati con n.2 elettropompe sommerse ciascuno, posizionate rispettivamente a -18 m e -21 m da pc, in grado di sollevare una portata massima di 45 l/s, con una prevalenza di circa 40 m.

L'impianto di sollevamento sarà dotato di un manometro e di una saracinesca, per consentire avviamenti a portata ridotta e le regolazioni dell'emungimento.

### **2.2.7 Condotta di alimentazione**

Le tubazioni di risalita saranno in acciaio inox AISI 304, con diametro pari a 5", sulle quali è prevista l'installazione di un elettromisuratore di portata e di un rubinetto per il prelievo dei campioni.

Le condotte di alimentazione verranno collegate dal piping ad una condotta in polietilene ad alta densità (PEAD) UNI PN10, con diametro di 225 mm.

Il tracciato della condotta di adduzione di nuova realizzazione si svilupperà per circa 50 m di lunghezza, collegandosi mediante una flangia in polipropilene con anima metallica DN 200 UNI PN10 alla rete di raffreddamento esistente.

## **2.3 Fase di sviluppo**

### **2.3.1 Pistonaggio**

Durante l'estrazione della tubazione di perforazione, per assestare i dreni si è utilizzato un pistone costituito da un cilindro fornito di guarnizioni in gomma, su cui è stata avvitata un'asta pesante.

Ad intervalli regolari il pistone è stato estratto e si è provveduto alla pulizia del pozzo asportando la sabbia depositatasi sul fondo.

### **2.3.2 Pompaggio**

Per questa operazione si è utilizzata una elettropompa sommersa, collocata a circa 36 m di profondità.

Il pompaggio è proseguito sino alla completa chiarificazione dell'acqua, con portate progressivamente maggiori, fino a 0,06 m<sup>3</sup>/s, veicolando le acque emunte in una area incolta limitrofa, ubicata Est del punto di captazione (pozzo 5), a valle rispetto al deflusso sotterraneo, e nel bacino di accumulo per uso antincendio (pozzo 6), ubicato a Nord del punto di captazione.

## **3 CONSIDERAZIONI IDROGEOLOGICHE**

Le opere di captazione sono state limitate al primo acquifero, costituito da ghiaie ciottolose e sabbie, la cui potenza in prossimità del sito è di circa 42 m.

### **3.1 Successione stratigrafica dei pozzi**

La successione litostratigrafica rilevata durante la perforazione dei pozzi, distanti tra loro circa 250 m, è stata riportata nelle colonne elaborate, dove la litologia è descritta secondo la classificazione geotecnica (all.n.3):

- un orizzonte superficiale grossolano, di ghiaia con sabbia e ciottoli, potente circa 9m;

- un intervallo di sabbia a granulometria medio-fine, di 14 m di spessore, presente tra -9 e -23 m da pc;
- un livello di ciottoli con ghiaia e tracce di sabbia potente circa 17 m, rilevato fino alla massima profondità investigata, pari a 40 m da pc.

La stratigrafia dei pozzi, costituita prevalentemente da ghiaie ciottolose e sabbie, risulta quindi correlabile con quella riscontrata nell'area vasta per l'acquifero superficiale.

### **3.2 Piezometria**

Il livello piezometrico rilevato nelle opere di captazione è risultato il seguente:

- pozzo 5: 11,75 m dalla testa del pozzo, con una soggiacenza da pc di 11,40 m.
- pozzo 6: 13 m dalla testa del pozzo, con una soggiacenza da pc di 12 m.

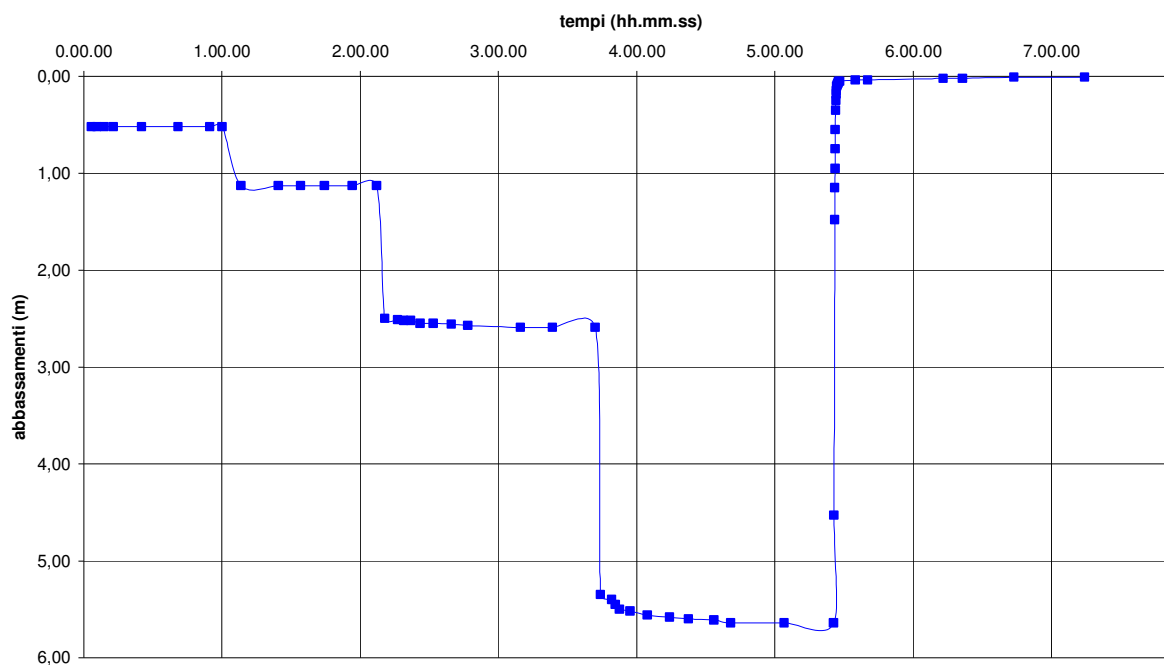
### **3.3 Prove di pompaggio**

#### **3.3.1 Pozzo 5**

Ultimate le operazioni di sviluppo del pozzo, in data 17/01/2008 si sono eseguite le prove a gradini di portata e di risalita (all.n.4 e 5).

Le prove sono state realizzate con un'elettropompa sommersa posta 36 m di profondità, dotata di un misuratore di portata installato sulla tubazione di scarico e di una saracinesca.

Grafico tempi/abbassamenti



L'acqua emunta è stata scaricata in una area incolta limitrofa, ubicata Est del punto di captazione, a valle rispetto al deflusso sotterraneo.

I livelli piezometrici sono stati rilevati con un freatimetro elettrico a lettura centimetrica.

### 3.3.1.1 Prova a gradini di portata

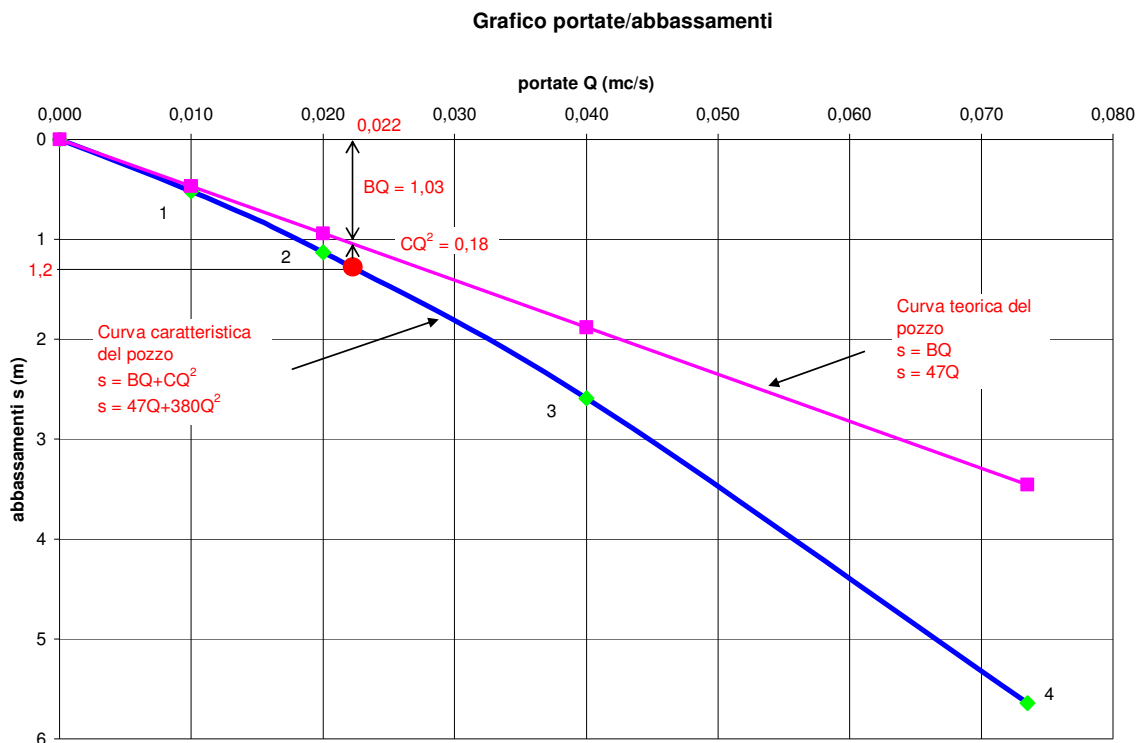
La prova di pozzo, che ha permesso di valutare le caratteristiche del complesso acquifero/opera di captazione, è stata condotta con 4 gradini di portata di breve durata (circa 1 ora ciascuno), prolungati sino alla stabilizzazione del livello dinamico (all.n.4).

GRADINI DI PORTATA	PORTATA Q (m <sup>3</sup> /s)	DURATA
1	0,010	1h 0m 02s
2	0,020	0h 58m 48s
3	0,040	1h 31m 19s
4	0,074	1h 40m 54s

Per la portata iniziale e finale si sono adottate quella minima e massima dell'elettropompa utilizzata.

*Equazione caratteristica del pozzo*

Dal grafico portate/abbassamenti si è ricavata la curva caratteristica del pozzo.



Trattandosi di acquifero a falda libera, la curva ottenuta può essere descritta con la formula di Jacob:

$$s = BQ + CQ^2$$

dove:

s = abbassamento alla portata Q

BQ = perdita di carico lineare, provocata dal deflusso laminare dell'acquifero in vicinanza del pozzo;

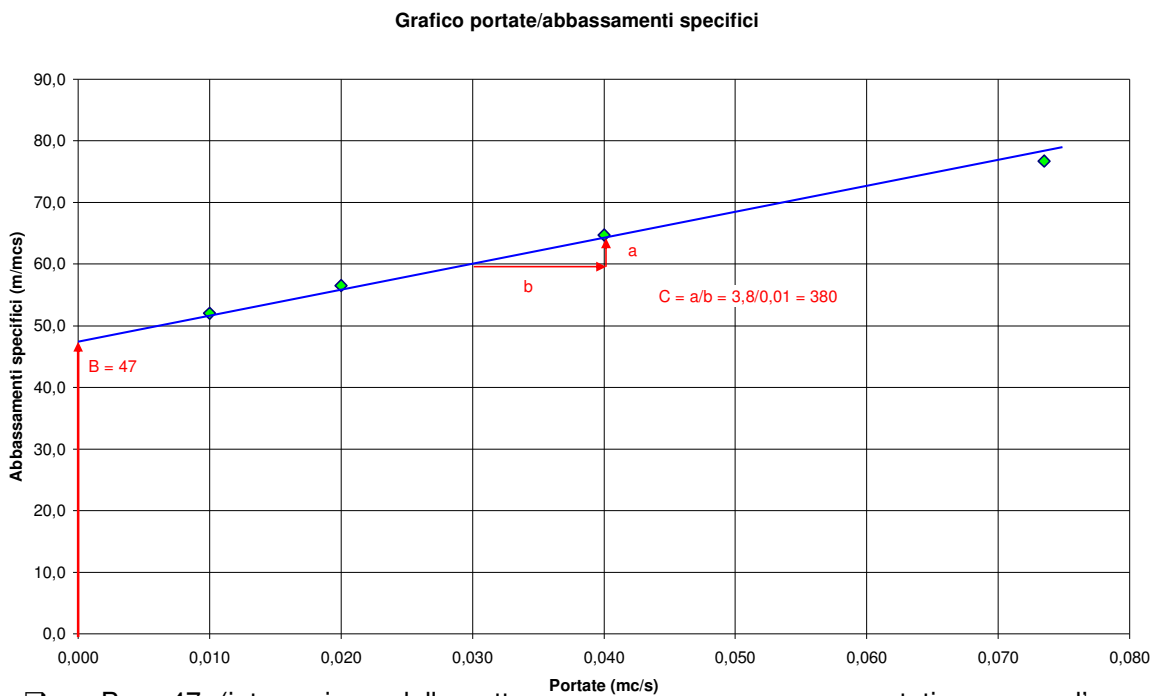
$CQ^2$  = perdita di carico quadratica, provocata dal deflusso turbolento nell'opera.

Nel medesimo grafico si è riportata la retta teorica  $s = BQ$  passante per l'origine.

La differenza fra la retta  $s = BQ$  e la curva caratteristica rappresenta il valore della perdita di carico dovuta al fattore  $CQ^2$ .

*Perdita di carico*

Dal grafico Portate/Abbassamenti specifici si sono determinati i coefficienti B e C della formula di Jacob:



- B = 47 (intersezione della retta  $s = BQ$  rappresentativa con l'asse degli abbassamenti specifici)
- C = 380 (pendenza della retta rappresentativa)

GRADINI DI PORTATA	PORTATE EMUNTE (m <sup>3</sup> /s)	PERDITE DI CARICO LINEARI BQ (m)	PERDITE DI CARICO QUADRATICHE CQ <sup>2</sup> (m)
1	0,010	0,47	0,04
2	0,020	0,94	0,150
3	0,040	1,88	0,61
4	0,074	3,45	2,05

Alla portata di esercizio autorizzata ( $Q=0,022 \text{ m}^3/\text{s}$ ) le perdite di carico nel pozzo risultano pari a 1,2 m, di cui 1,03 m dovuti al deflusso in regime laminare (BQ) e 0,18 m al deflusso turbolento ( $CQ^2$ ).

*Portate specifiche e abbassamenti specifici*

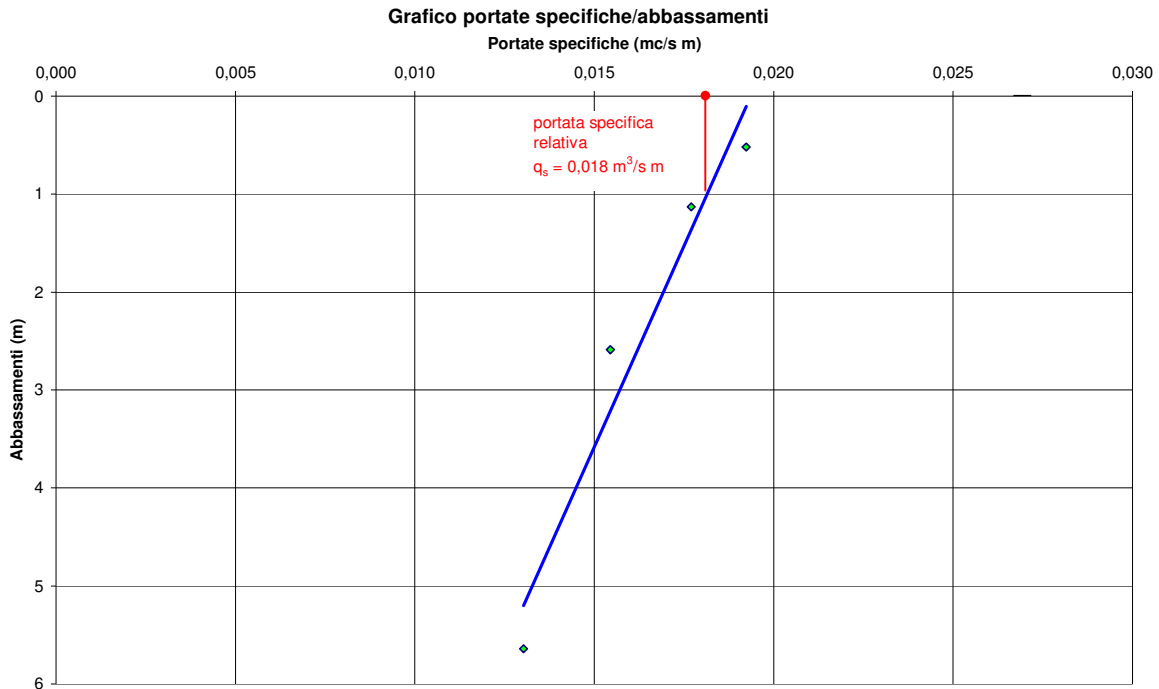
Per ogni gradino di portata si sono calcolati i seguenti valori di portate specifiche ed abbassamenti specifici:

<b>GRADINI DI PORTATA</b>	<b>PORTATE EMUNTE (<math>\text{m}^3/\text{s}</math>)</b>	<b>ABBASSAMENTI (m)</b>	<b>ABBASSAMENTI SPECIFICI (<math>\text{m}/\text{m}^3 \text{ s}</math>)</b>	<b>PORTATE SPECIFICHE (<math>\text{m}^3/\text{s m}</math>)</b>
1	0,010	0,52	52,0	0,019
2	0,020	1,13	56,5	0,018
3	0,040	2,59	64,8	0,015
4	0,074	5,64	76,7	0,013

In riferimento alla portata di esercizio autorizzata ( $Q=0,022 \text{ m}^3/\text{s}$ ), si ottiene una portata specifica nella nuova opera pari a  $0,018 \text{ m}^3/\text{s}$ , con un abbassamento specifico di  $54,5 \text{ m}/\text{m}^3 \text{ s}$ .

*Portata specifica relativa*

La relazione Portate specifiche/Abbassamenti consente di calcolare la portata specifica relativa.



Dal grafico, caratteristico di un regime turbolento e laminare, si ottiene un abbassamento unitario nel pozzo con una portata  $q_{sp}$  di  $0,018 \text{ m}^3/\text{s m}$ .

#### *Portata critica*

La portata critica, oltre la quale il rendimento di un pozzo diminuisce sino a renderne sconveniente l'esercizio a causa dei maggiori costi unitari di sollevamento, è identificabile dall'aumento della pendenza della curva caratteristica del pozzo.

Nel caso in esame, non individuandosi un flesso evidente, si deduce che la portata critica è superiore alla portata massima raggiunta nella prova, pari a  $0,074 \text{ m}^3/\text{s}$ .

#### *Raggio d'influenza*

Per il calcolo del raggio d'influenza  $R$  alla portata di esercizio autorizzata, pari a  $Q = 0,022 \text{ m}^3/\text{s}$ , inteso come la distanza dal centro del pozzo al limite esterno del cono di depressione, che indica approssimativamente l'estensione dell'area interessata da significative variazioni piezometriche, si è adottata l'espressione di Sichardt (Powers, 1992):



$$R = 3000s\sqrt{K}$$

dove:

- permeabilità  $K = 0,0023$  m/s
- abbassamento  $s = 1,2$  m

Nelle condizioni di calcolo descritte, si è ottenuto un valore:

$$\mathbf{R = 173\ m}$$

#### *Efficienza idraulica*

L'efficienza di un pozzo, intesa come rapporto tra la perdita di carico dell'acquifero e l'abbassamento piezometrico totale, può essere espressa come segue:

$$E = \frac{BQ}{BQ + CQ^2}$$

L'efficienza dell'opera in esame, alla portata di esercizio di  $0,022\ \text{m}^3/\text{s}$  risulta pari a:

$$\mathbf{E = 84,90\%}$$

Il valore ottenuto fornisce un modello di confronto utile per future valutazioni relative ad eventuali variazioni di produttività del pozzo.

#### **3.3.1.2 Prova di risalita**

La prova di risalita, condotta al termine della prova a gradini di portata, ha comportato la misura della soggiacenza della falda sino al raggiungimento del livello statico, dopo l'arresto della pompa (all.n.5).

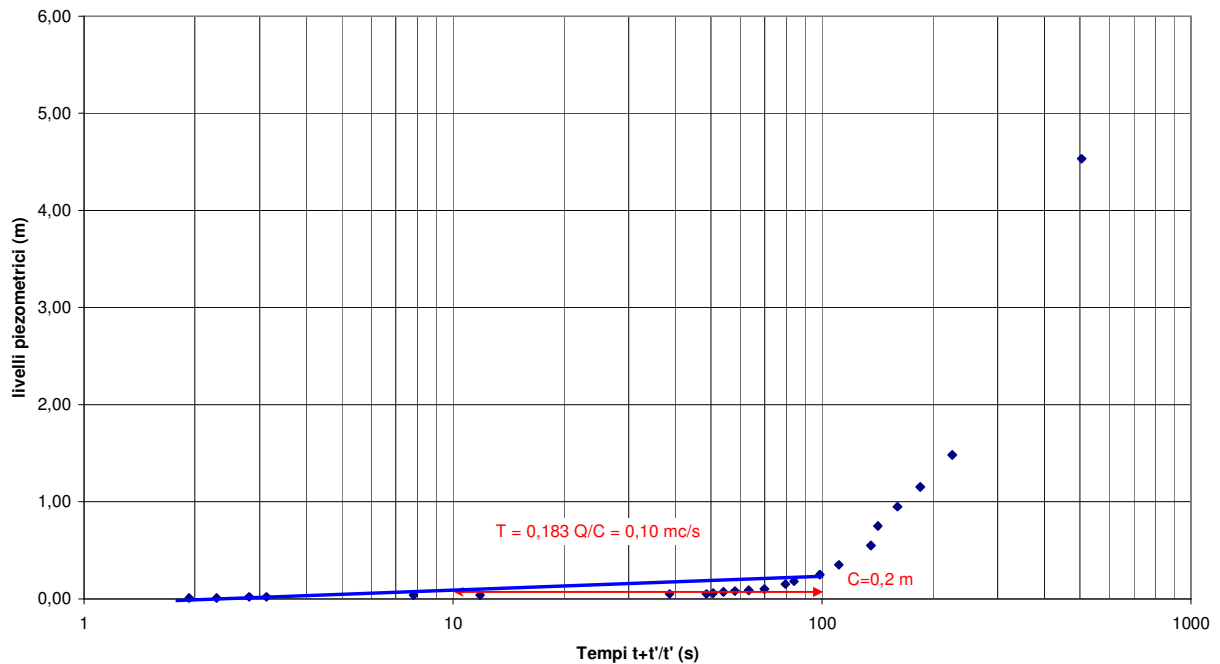
Tale prova ha permesso di verificare la tipologia dell'acquifero e di valutare i seguenti parametri idrodinamici:

- Trasmissività
- Conducibilità idraulica
- Diffusività

#### *Caratteristiche dell'acquifero*

Dal *grafico tempi/livelli piezometrici* si è tracciata la retta rappresentativa del pozzo, che essendo a pendenza costante, è indicativa di un acquifero illimitato.

Grafico tempi/livelli piezometrici



### Tramissività

Il valore della tramissività è ottenuto dal grafico Tempi/Abbassamenti, secondo la seguente espressione:

$$T = \frac{0,183Q}{C}$$

nella quale:

- portata costante  $Q = 0,074 \text{ m}^3/\text{s}$
- pendenza della retta rappresentativa durante un modulo logaritmico  $C = 0,2 \text{ m}$

da cui:

$$T = 0,07 \text{ m}^2/\text{s}$$

*Coefficiente di permeabilità*

Per il calcolo della permeabilità si è applicata l'espressione

$$K = \frac{T}{H}$$

nella quale:

- ❑ trasmissività  $T = 0,07 \text{ m}^2/\text{s}$
- ❑ potenza dell'acquifero saturo  $H = 30,6 \text{ m}$

Si ottiene:

$$K = 2,3 \cdot 10^{-3} \text{ m/s}$$

corrispondente ad una permeabilità elevata (Castany, 1982).

*Diffusività*

La diffusività è ricavata dall'espressione:

$$D = \frac{T}{S}$$

nella quale:

- ❑ trasmissività  $T = 0,07 \text{ m}^2/\text{s}$
- ❑ coefficiente di immagazzinamento  $S$ , che per l'acquifero a falda libera è uguale alla porosità efficace  $n_e = 15 \div 20 \%$

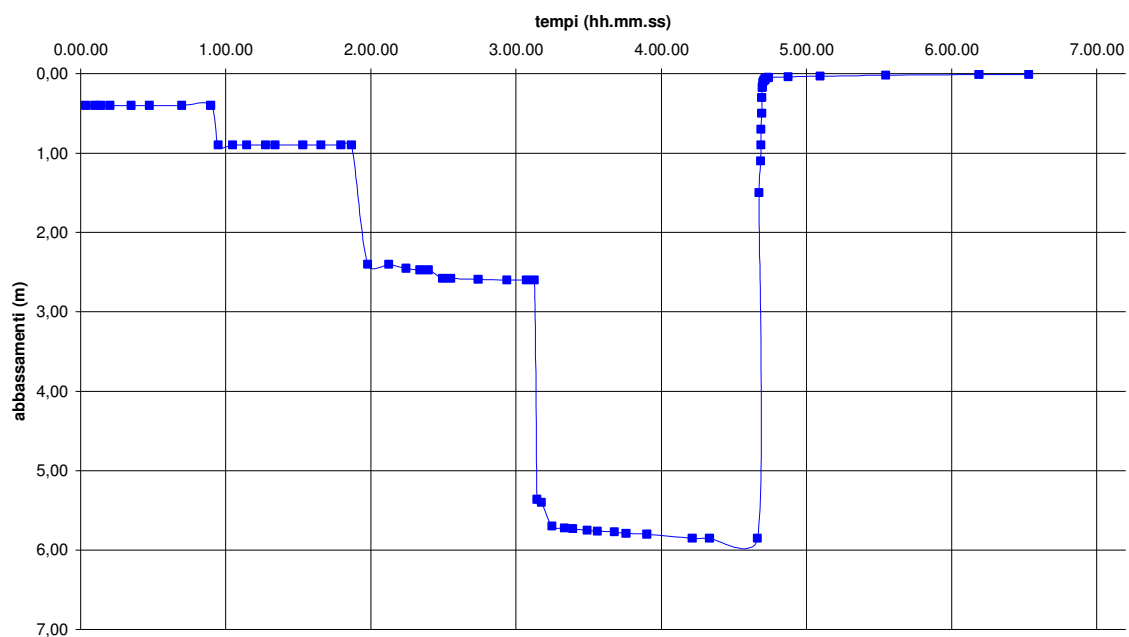
In relazione alla porosità efficace, si ottengono valori di diffusività variabili da  $0,35 \div 0,46 \text{ m}^2/\text{s}$ .

### 3.3.2 Pozzo 6

Ultimate le operazioni di sviluppo del pozzo, in data 16/01/2008 si sono eseguite le prove a gradini di portata e di risalita (all.n.4 e 5).

Le prove sono state realizzate con un'elettropompa sommersa posta 36 m di profondità, dotata di un misuratore di portata magnetico installato sulla tubazione di scarico e di una saracinesca.

Grafico tempi/abbassamenti



L'acqua emunta è stata scaricata nel bacino di accumulo per uso antincendio, ubicato a Nord del punto di captazione.

I livelli piezometrici sono stati rilevati con un freatimetro elettrico a lettura centimetrica.

#### 3.3.2.1 Prova a gradini di portata

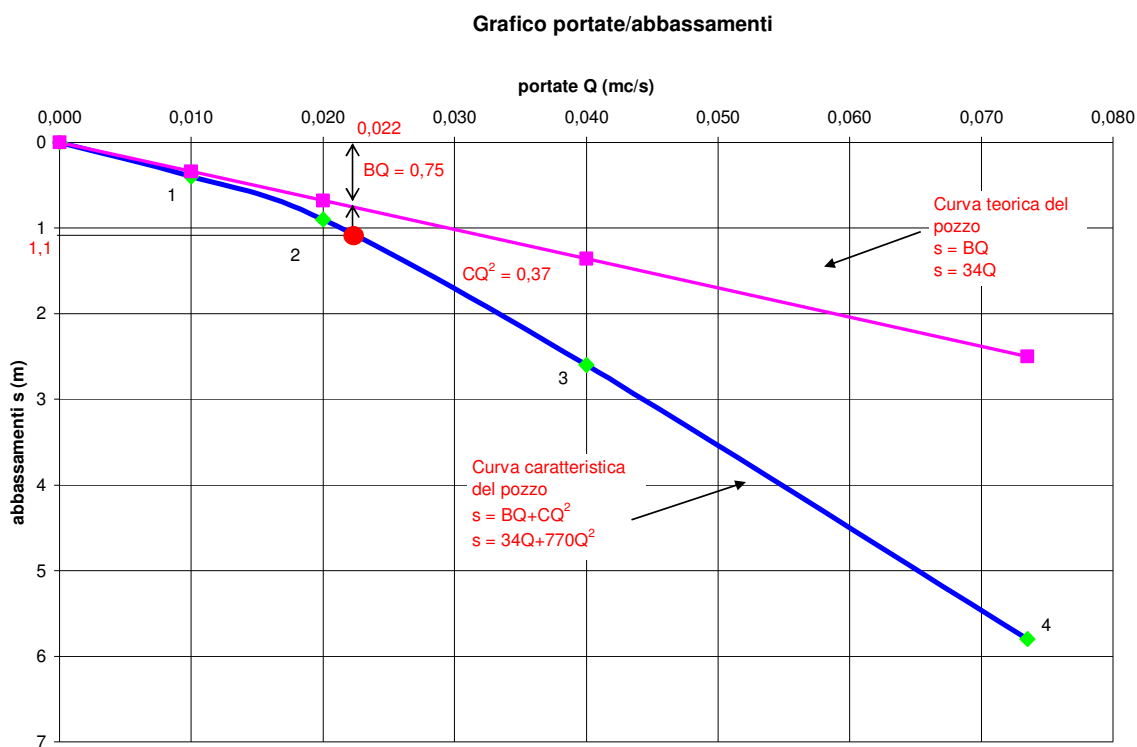
La prova di pozzo, che ha permesso di valutare le caratteristiche del complesso acquifero/opera di captazione, è stata condotta con 4 gradini di portata di breve durata (circa 1 ora ciascuno), prolungati sino alla stabilizzazione del livello dinamico (all.n.4).

GRADINI DI PORTATA	PORTATA Q (m <sup>3</sup> /s)	DURATA
1	0,010	0h 53m 53s
2	0,020	0h 55m 10s
3	0,040	0h 57m 28s
4	0,074	1h 35m 34s

Per la portata iniziale e finale si sono adottate quella minima e massima dell'elettropompa utilizzata.

*Equazione caratteristica del pozzo*

Dal grafico portate/abbassamenti si è ricavata la curva caratteristica del pozzo.



Trattandosi di acquifero a falda libera, la curva ottenuta può essere descritta con la formula di Jacob:

$$s = BQ + CQ^2$$

dove:

$s$  = abbassamento alla portata  $Q$

$BQ$  = perdita di carico lineare, provocata dal deflusso laminare dell'acquifero in vicinanza del pozzo;

$CQ^2$  = perdita di carico quadratica, provocata dal deflusso turbolento nell'opera.

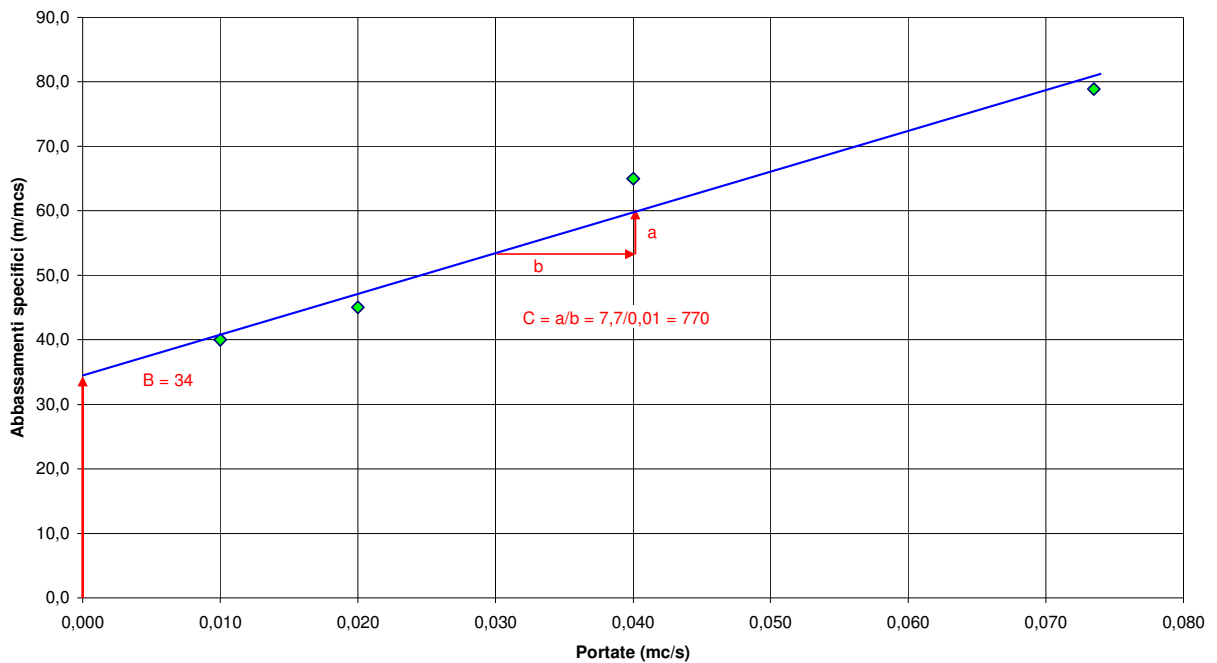
Nel medesimo grafico si è riportata la retta teorica  $s = BQ$  passante per l'origine.

La differenza fra la retta  $s = BQ$  e la curva caratteristica rappresenta il valore della perdita di carico dovuta al fattore  $CQ^2$ .

### Perdita di carico

Dal grafico Portate/Abbassamenti specifici si sono determinati i coefficienti  $B$  e  $C$  della formula di Jacob:

Grafico portate/abbassamenti specifici



- B = 34 (intersezione della retta rappresentativa con l'asse degli abbassamenti specifici)
- C = 770 (pendenza della retta rappresentativa)

<b>GRADINI DI PORTATA</b>	<b>PORTATE EMUNTE (m<sup>3</sup>/s)</b>	<b>PERDITE DI CARICO LINEARI BQ (m)</b>	<b>PERDITE DI CARICO QUADRATICHE CQ<sup>2</sup> (m)</b>
1	0,010	0,34	0,08
2	0,020	0,68	0,31
3	0,040	1,36	1,23
4	0,074	2,50	4,16

Alla portata di esercizio autorizzata (Q=0,022 m<sup>3</sup>/s), le perdite di carico nel pozzo risultano pari a 1,1 m, di cui 0,75 m dovuti al deflusso in regime laminare (BQ) e 0,37 m al deflusso turbolento (CQ<sup>2</sup>).

*Portate specifiche e abbassamenti specifici*

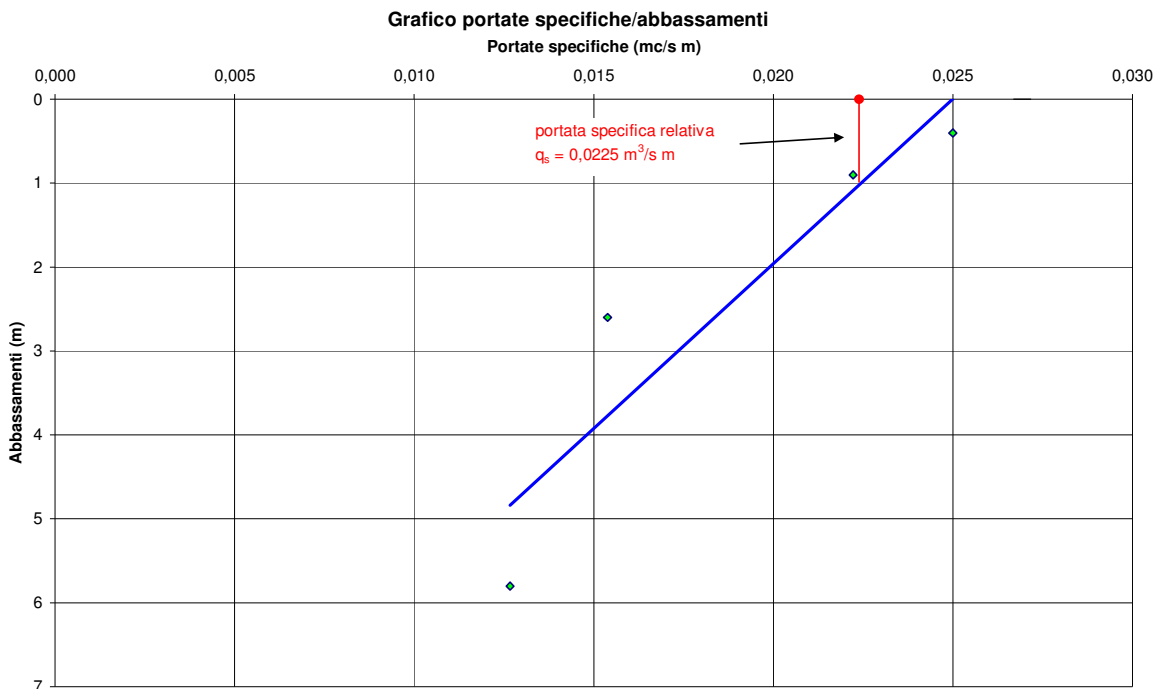
Per ogni gradino di portata si sono calcolati i seguenti valori di portate specifiche ed abbassamenti specifici:

<b>GRADINI DI PORTATA</b>	<b>PORTATE EMUNTE (m<sup>3</sup>/s)</b>	<b>ABBASSAMENTI (m)</b>	<b>ABBASSAMENTI SPECIFICI (m/m<sup>3</sup> s)</b>	<b>PORTATE SPECIFICHE (m<sup>3</sup>/s m)</b>
1	0,010	0,4	40,0	0,025
2	0,020	0,9	45,0	0,022
3	0,040	2,6	65,0	0,015
4	0,074	5,8	78,9	0,013

In riferimento alla portata di esercizio autorizzata (Q=0,022 m<sup>3</sup>/s), si ottiene una portata specifica nella nuova opera pari a 0,021 m<sup>3</sup>/s m e un abbassamento specifico di 47,3 m/m<sup>3</sup> s.

*Portata specifica relativa*

La relazione Portate specifiche/Abbassamenti consente di calcolare la portata specifica relativa.



Dal grafico, caratteristico di un regime turbolento e laminare, si ottiene un abbassamento unitario nel pozzo con una portata  $q_{sp}$  di  $0,022 \text{ m}^3/\text{s m}$ .

*Portata critica*

La portata critica, oltre la quale il rendimento di un pozzo diminuisce sino a renderne sconveniente l'esercizio a causa dei maggiori costi unitari di sollevamento, è identificabile dall'aumento della pendenza della curva caratteristica del pozzo.

Nel caso in esame, non individuandosi un flesso evidente, si deduce che la portata critica è superiore alla portata massima raggiunta nella prova, pari a  $0,074 \text{ m}^3/\text{s}$ .



*Raggio d'influenza*

Per il calcolo del raggio d'influenza R alla portata di esercizio autorizzata, pari a  $Q = 0,022 \text{ m}^3/\text{s}$ , inteso come la distanza dal centro del pozzo al limite esterno del cono di depressione, che indica approssimativamente l'estensione dell'area interessata da significative variazioni piezometriche, si è adottata l'espressione di Sichardt (Powers, 1992):

$$R = 3000s\sqrt{K}$$

dove:

- permeabilità  $K = 0,0023 \text{ m/s}$
- abbassamento  $s = 1,1 \text{ m}$

Nelle condizioni di calcolo descritte, si è ottenuto un valore:

$$\mathbf{R = 158 \text{ m}}$$

*Efficienza idraulica*

L'efficienza di un pozzo, intesa come rapporto tra la perdita di carico dell'acquifero e l'abbassamento piezometrico totale, può essere espressa come segue:

$$E = \frac{BQ}{BQ + CQ^2}$$

L'efficienza dell'opera in esame, alla portata di esercizio autorizzata di  $0,022 \text{ m}^3/\text{s}$  risulta pari a:

$$\mathbf{E = 66,75\%}$$

Il valore ottenuto fornisce un modello di confronto utile per future valutazioni relative ad eventuali variazioni di produttività del pozzo.

### 3.3.2.2 Prova di risalita

La prova di risalita, condotta al termine della prova a gradini di portata, ha comportato la misura della soggiacenza della falda sino al raggiungimento del livello statico, dopo l'arresto della pompa (all.n.5).

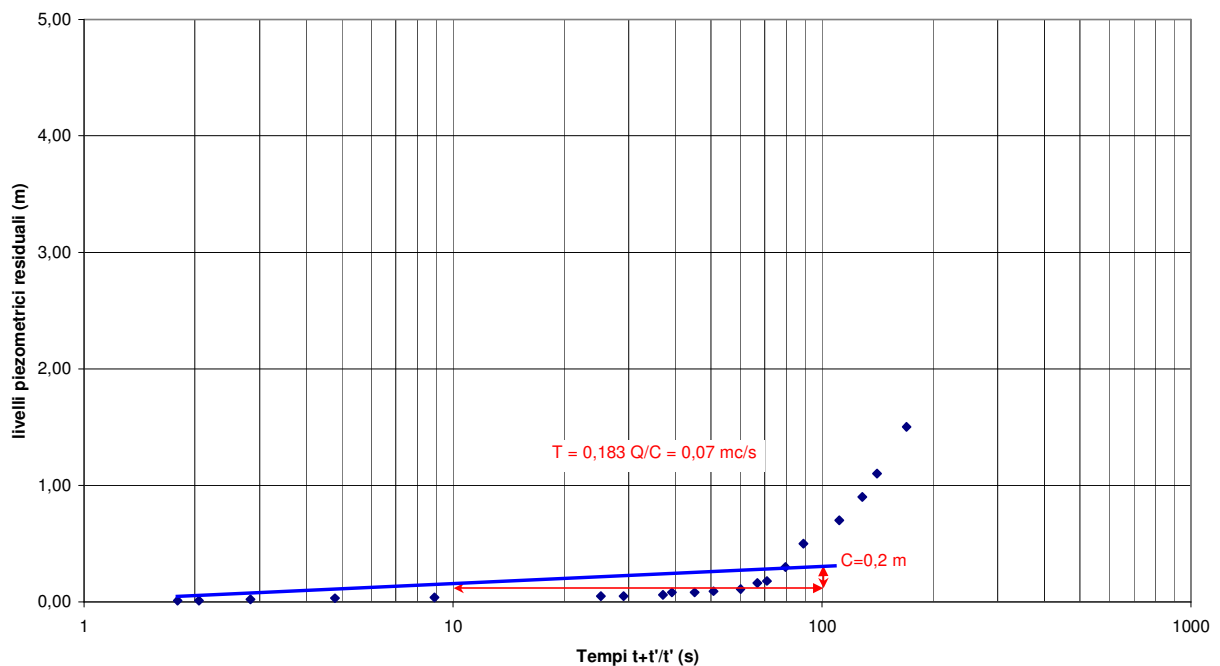
Tale prova ha permesso di verificare la tipologia dell'acquifero e di valutare i seguenti parametri idrodinamici:

- Trasmissività
- Conducibilità idraulica
- Diffusività

#### *Caratteristiche dell'acquifero*

Dal *grafico tempi/livelli piezometrici* si è tracciata la retta rappresentativa del pozzo, indicativa di un acquifero illimitato.

Grafico tempi/livelli piezometrici



### *Tramissività*

Il valore della tramissività è ottenuto dal grafico Tempi/Abbassamenti, secondo la seguente espressione:

$$T = \frac{0,183Q}{C}$$

nella quale:

- portata costante  $Q = 0,074 \text{ m}^3/\text{s}$
- pendenza della retta rappresentativa durante un modulo logaritmico  $C = 0,2 \text{ m}$

da cui:

$$T = 0,07 \text{ m}^2/\text{s}$$

### *Coefficiente di permeabilità*

Per il calcolo della permeabilità si è applicata l'espressione

$$K = \frac{T}{H}$$

nella quale:

- tramissività  $T = 0,07 \text{ m}^2/\text{s}$
- potenza dell'acquifero saturo  $H = 30 \text{ m}$

Si ottiene:

$$K = 2,3 \cdot 10^{-3} \text{ m/s}$$

corrispondente ad una permeabilità elevata (Castany, 1982).

### *Diffusività*

La diffusività è ricavata dall'espressione:

$$D = \frac{T}{S}$$

nella quale:

- ❑ trasmissività  $T = 0,07 \text{ m}^2/\text{s}$
- ❑ coefficiente di immagazzinamento  $S$ , che per l'acquifero a falda libera è uguale alla porosità efficace  $n_e = 15 \div 20 \%$

In relazione alla porosità efficace si ottengono valori di diffusività variabili da  $0,3 \div 0,4 \text{ m}^2/\text{s}$ .

#### **4 CARATTERISTICHE CHIMICHE DELLE ACQUE DI PRIMA FALDA**

Si allegano le analisi chimiche dei prelievi eseguiti nei mesi di novembre e dicembre 2007, presso la rete di monitoraggio della prima falda presente all'interno del perimetro dello stabilimento Esseco (all.6 e 7).

Dalle indagini svolte risulta che i parametri ricercati presentano concentrazioni inferiori alle CSC per le acque sotterranee indicate nella Tabella 2 dell'Allegato 5 del D.M. 152/06.

#### **5 CONCLUSIONI**

Da quanto riportato si possono trarre le seguenti considerazioni:

- ❑ l'acqua emunta dai nuovi pozzi verrà utilizzata per la produzione di beni e servizi, ad usi di raffreddamento, con una portata di esercizio pari a  $22 \text{ l/s}$  ed un volume annuo pari a circa  $650.000 \text{ m}^3$  ciascuno;
- ❑ le opere, che interessano unicamente l'acquifero superficiale a falda libera, hanno una tubazione di rivestimento in acciaio inox con diametro esterno di  $609 \text{ mm}$  ed una profondità massima di  $40 \text{ m}$  da pc;
- ❑ la colonna filtrante di entrambi i pozzi risulta costituita da tubazioni fenestrate con luce di  $0,8 \text{ mm}$ , con lunghezza complessiva di  $17,20 \text{ m}$ , captante gli intervalli sabbioso-ghiaiosi-ciottolosi dell'acquifero superficiale;

- per impedire l'eventuale infiltrazione delle acque superficiali, il tratto sommitale, da -3 a -6 m da pc, è stato isolato con boiaccia cementizia, eseguendo le operazioni di cementazione senza soluzione di continuità;
- dalle prove a gradini di portata si sono ottenuti i seguenti parametri caratterizzanti il complesso acquifero/opera di captazione, relativi alla portata di esercizio autorizzata (pari a 0,022 m<sup>3</sup>/s):

PARAMETRI	SIMBOLI	UNITÀ DI MISURA	VALORI	
			Pozzo 5	Pozzo 6
Perdita di carico	s	m	1,2	1,1
Abbassamento specifico	-	m/m <sup>3</sup> s	54,5	47,3
Portata specifica	-	m <sup>3</sup> /s m	0,018	0,021
Portata specifica relativa	q <sub>sp</sub>	m <sup>2</sup> /s	0,018	0,022
Perdita di carico lineare	BQ	m	1,03	0,75
Perdita di carico quadratica	CQ <sup>2</sup>	m	0,18	0,37
Raggio d'influenza	R	m	173	158
Efficienza Idraulica	E	%	84,90	66,75

- dalle prove di risalita si sono ricavati i seguenti parametri idrodinamici relativi all'acquifero captato, che risulta illimitato:

PARAMETRI IDRODINAMICI	SIMBOLI	UNITÀ DI MISURA	VALORI
Coefficiente di permeabilità	K	m/s	0,0023
Trasmissività	T	m <sup>2</sup> /s	0,07
Diffusività	D	m <sup>2</sup> /s	0,3÷0,4

- in base alle prove eseguite, considerati i moderati abbassamenti del livello piezometrico alla portata massima raggiunta, si ritengono trascurabili le interferenze esercitate dai pozzi sulla falda captata.

Da quanto riportato si dichiara quindi la conformità dei lavori al progetto approvato e la loro regolare esecuzione.