

ESERCIZIO BARRIERA KDRAULICA - PUMP AND TREAT

Stimare i costi di investimento e di gestione dell'impianto di prelievo e trattamento delle acque e indicare anche il possibile recapito delle acque per l'inquinamento storico del SIN di Trento Nord. Crabochimica (Sloi)

Inoltre, ipotizzando l'avvenuta bonifica dei suoli contaminati, stimare il tempo per il raggiungimento degli obiettivi di bonifica per l'area interessata da IPA (o Piombo tetraetile) e in particolare prendere come riferimento il composto naftalene.

La struttura geologica del sottosuolo dell'area è nota nei suoi lineamenti generali dalle prospezioni profonde realizzate già negli anni 1956-1957 nell'area di Trento Nord (tra via Maccani e la ferrovia del Brennero) e riportate da Venzo G.A., 1957.

In sostanza è stata individuata la seguente successione (dal piano campagna):

- 0-7.3 m : limo sabbioso
- 7.3-13.4 m : ghiaia sabbiosa
- 13.4-15.4 m : limo
- 15.4-50 m : sabbia con livelli di torba
- 50-99 m : limo argilloso
- 99-103 m : ghiaietto
- 103-193 m : limo argilloso

Per quanto riguarda nel dettaglio l'area di Trento Nord, le perforazioni eseguite dal Servizio Geologico hanno permesso la definizione del cosiddetto "modello idrogeologico" descritto dalla seguente successione di orizzonti:

R : riporti

A : limi sabbiosi e sabbie limose

B : sabbie ghiaiose e ghiaie sabbiose debolmente limose

C : limi debolmente argillosi

D : sabbie fini limose

E : limi debolmente argillosi (livelli sottili di sabbie)

F : limi sabbiosi e argillosi

In superficie, a causa delle operazioni di bonifica agraria e del livellamento degli insediamenti all'interno delle aree industriali, sono presenti diversi metri di terreno di riporto di varia natura che ricoprono l'orizzonte A.

Un'ulteriore perforazione eseguita più a Sud dell'area di Trento Nord in via Lavisotto (piezometro PZ) ha evidenziato l'assenza degli orizzonti a bassa permeabilità D ed E e l'orizzonte F è posto a 35 m di profondità dal piano campagna.

Al fine di definire la velocità del flusso idrico sotterraneo e le portate circolanti, sono stati misurati i parametri idrogeologici dell'acquifero, con specifico riferimento all'orizzonte B.

Prove tipo Lefranc, eseguite durante le perforazioni dei sondaggi, hanno fornito i seguenti risultati anche per gli altri orizzonti:

A : limi sabbiosi e sabbie limose - $K_o=3 \cdot 10^{-6}$ m/s, $K_v=10^{-7}$ m/s

B : sabbie ghiaiose e ghiaie sabbiose debolmente limose - $K_o=1.3 \cdot 10^{-3}$ m/s, $K_v=10^{-4}$ m/s

C : limi debolmente argillosi $k_o=10^{-7}$ - 10^{-8} m/s, $K_v=10^{-8}$ m/s

D : sabbie fini limose $k_o=10^{-4}$ - 10^{-5} m/s, $K_v=10^{-5}$ m/s

E : limi debolmente argillosi (livelli sottili di sabbie) $K_o=10^{-7}$ m/s, $K_v=5 \cdot 10^{-8}$ m/s

F : limi sabbiosi e argillosi $K_o=5 \cdot 10^{-6}$ m/s, $K_v=5 \cdot 10^{-7}$ m/s

Sono state eseguite prove di pompaggio su pozzi che captano dal livello ghiaioso-sabbioso (orizzonte B) ed in particolare sul pozzo n.8 avendo come piezometro di controllo il pozzo n.7.

La prova a portata costante per la valutazione dei parametri idrogeologici è stata preceduta da una prova a portata variabile a gradini, principalmente per l'individuazione della portata critica e la verifica dell'efficienza del pozzo in pompaggio.

Una prova a gradini è stata eseguita sul pozzo n.8 con portate fino a oltre 35 l/s e non si sono raggiunte condizioni di portata critica.

Dalla curva di efficienza si è ricavato che, per una portata di 35 l/s che è stata utilizzata in seguito per la prova a portata costante, si ottiene un'efficienza di oltre il 65%.

Successivamente è stata eseguita anche una prova a portata costante, disponendo del limitrofo pozzo n.7, distante 14 m, come piezometro di controllo.

I dati registrati durante la prova che ha avuta una durata di circa 10 ore e 30 minuti, sono stati interpretati con il metodo di Hantush valido per falde semiconfinite.

Si sono ottenuti i valori di trasmissività $T = 8.3 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$ e di coefficiente di immagazzinamento $S = 2.2 \cdot 10^{-3}$; i valori di coefficiente di immagazzinamento confermano la tipologia della falda captata (semiconfinata).

Stimando uno spessore locale dell'orizzonte captato di 6 m si ottiene una conducibilità idraulica $k = 1.4 \cdot 10^{-3} \text{ m/s}$.

Dall'interpretazione della prova con il metodo di Hantush, valido per falde semiconfinite, si è ricavato anche il valore di conducibilità idraulica dell'orizzonte poco permeabile sovrastante la falda (A) che è risultato pari a $k' = 2.1 \cdot 10^{-6} \text{ m/s}$.

Utilizzando inoltre i dati degli abbassamenti finali nel pozzo (depurati dalle perdite di carico) e nel piezometro si ottiene un raggio di influenza R di circa 800 m, anche in questo caso abbastanza in linea con le caratteristiche idrauliche della falda captata dal pozzo.

Utilizzando i metodi di interpretazione di Jacob sul pozzo in prova si è ottenuto una trasmissività $T = 1.8 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2/\text{s}$ e una conducibilità idraulica $k = 3 \cdot 10^{-3} \text{ m/s}$.

Inoltre si hanno anche i seguenti valori di alcuni parametri chimico-fisici

-densità della matrice dell'acquifero (ghiaie e sabbie) = 1.85 t/m^3

-frazione Carbonio organico 0.001.

I parametri che determinano il comportamento dei composti naftalene e pionbo tetraetile sono ricavabili dal data-base INAIL-ISS in

Per i calcoli utilizzare tutte le seguenti procedure alternative:

1) *Idrogeologia*

- Manuale: metodo grafico basato su un modello analitico di Bear J., 1979 (vedi Figura 2 e 3)
- Computer: software CZ di applicazione del metodo Bear J.
- Manuale: grafico di Javandel I., 1986 per dimensionare 2 pozzi al posto di 1 in modo tale da disporre di una maggiore elasticità gestionale (Figura 4).
- Software Whaem

2) *Idrochimica*

- abaco dei costi unitari per un impianto a carbone attivo granulare (Figura 5) comprensivo di investimento iniziale;

3) *Pozzo*

- caratteristiche in base all'acquifero da captare
- costi derivanti da prezzario ANIPA

4) *Approvvigionamento energetico*

W = Potenza installata

Q= portata

H= prevalenza

η = efficienza (ad esempio: 0.75)

$$W(kWh) = \frac{Q(m^3/s)H(m)9.81(m/s^2)}{\eta}$$

Costo medio energetico = 0.22 €/kWh

5) *Manutenzione*

Personale: 5000 €/anno

Materiali ordinari = 3500 €/anno

Materiali straordinari: 1500 €/anno

6) *Progettazione e Direzione Lavori*: € 15000

7) *Costi di gestione*: stimare il tempo di funzionamento del sistema di pump and treat dopo che è stata rimossa la sorgente di contaminazione

Figura 1

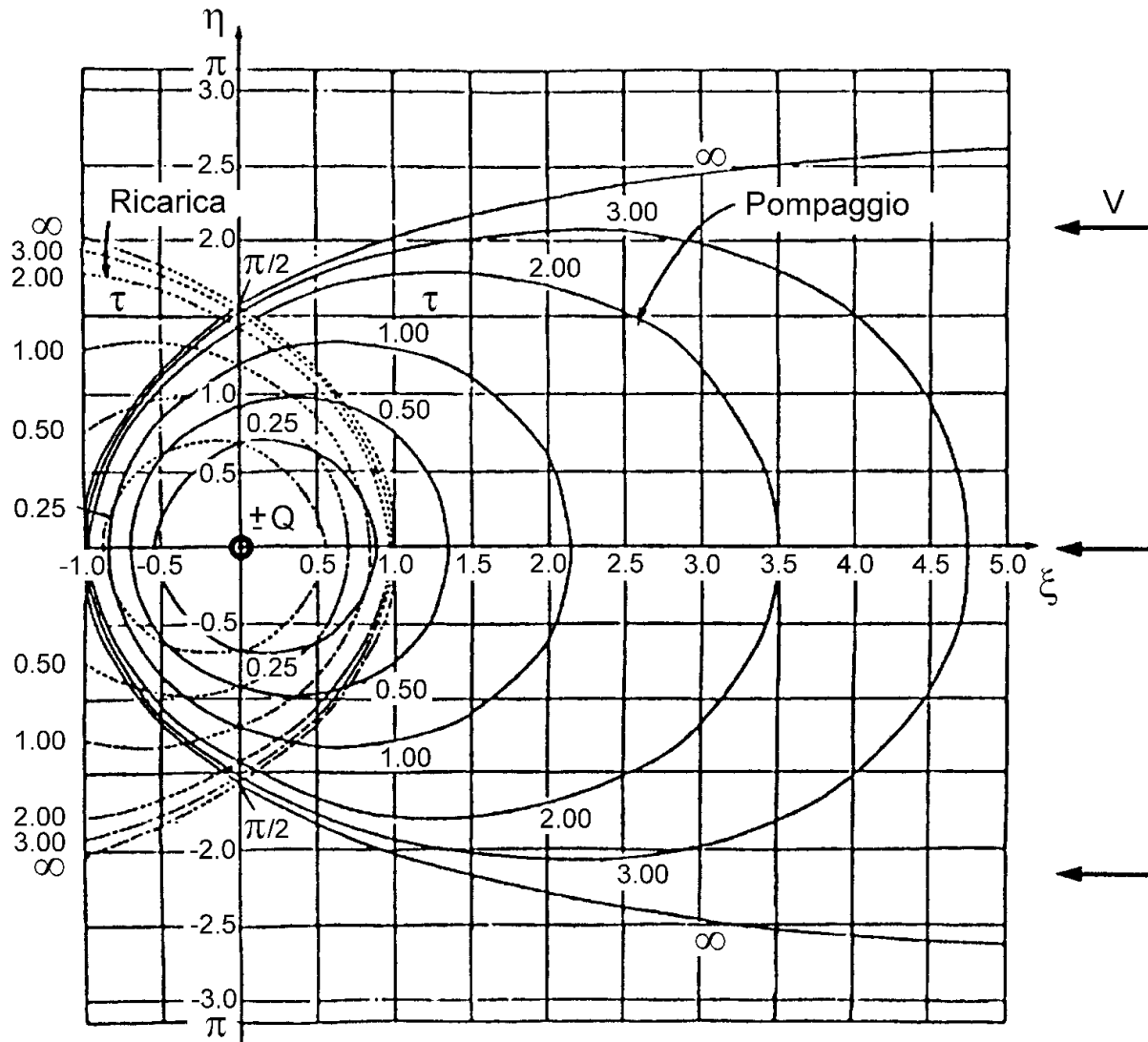
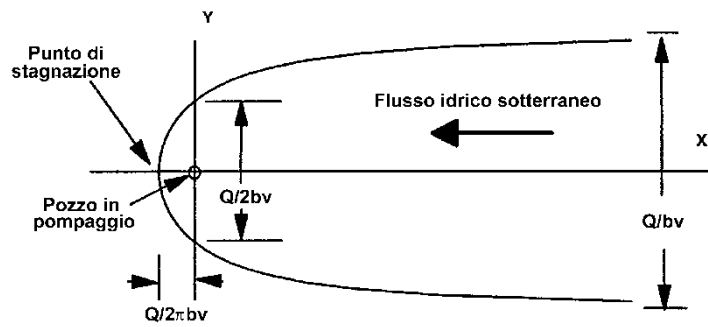


Figura 2

$$\xi = \frac{2\pi vb}{Q} x$$

$$\eta = \frac{2\pi vb}{Q} y$$

$$\tau = \frac{2\pi v^2 b}{nQ} t$$



**equazione della
linea spartiacque**

$$x = \frac{y}{\tan\left\{\left[1 + \left(\frac{2bv}{Q}\right) \cdot y\right] \cdot \pi\right\}} \quad y > 0$$

$$x = \frac{y}{\tan\left\{\left[-1 - \left(\frac{2bv}{Q}\right) \cdot y\right] \cdot \pi\right\}} \quad y < 0$$

Figura 3

Numero di pozzi di estrazione	Distanza ottimale tra pozzi adiacenti	Massima ampiezza della zona di cattura alla barriera idraulica
1	----	$0.5 Q_n / (Kbi)$
2	$0.32 Q_n / (Kbi)$	$1.0 Q_n / (Kbi)$
3	$0.40 Q_n / (Kbi)$	$1.5 Q_n / (Kbi)$
4	$0.38 Q_n / (Kbi)$	$2.0 Q_n / (Kbi)$

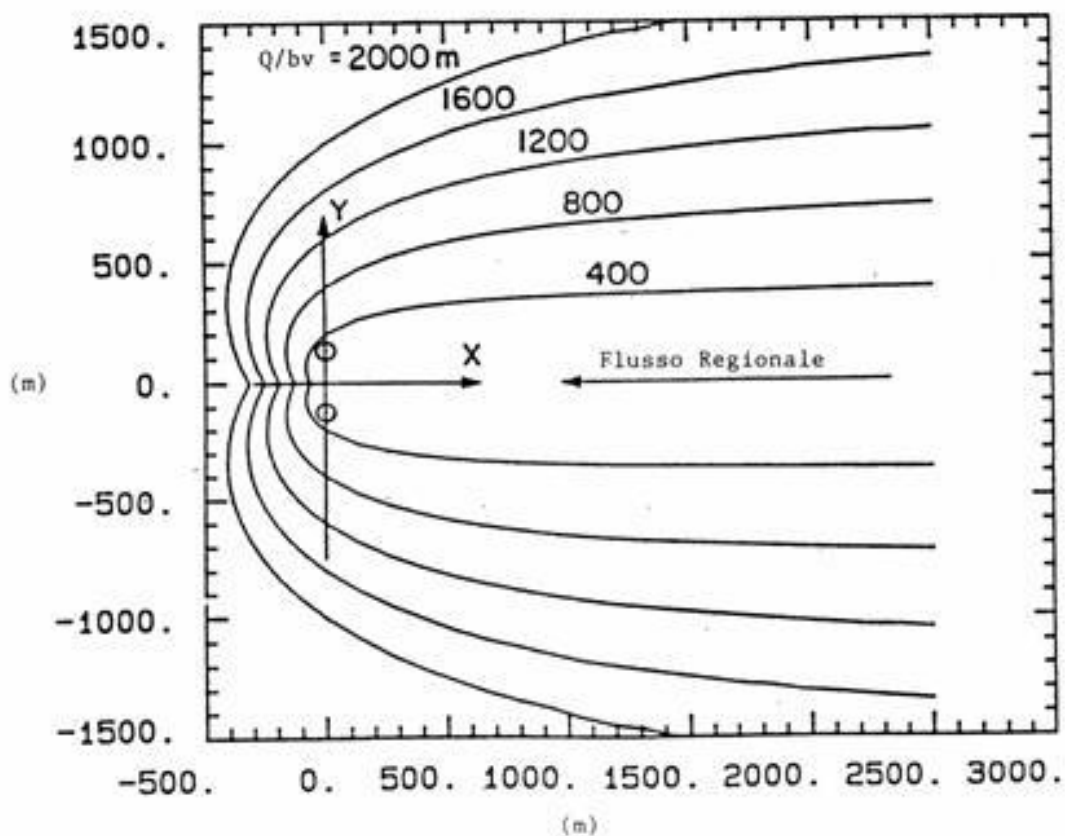
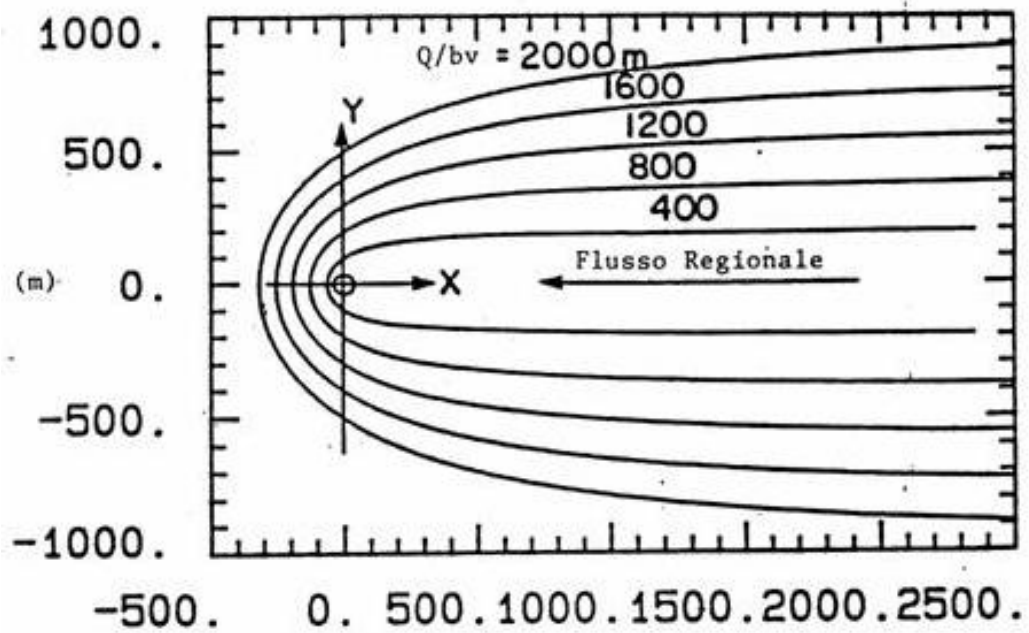


Figura 4

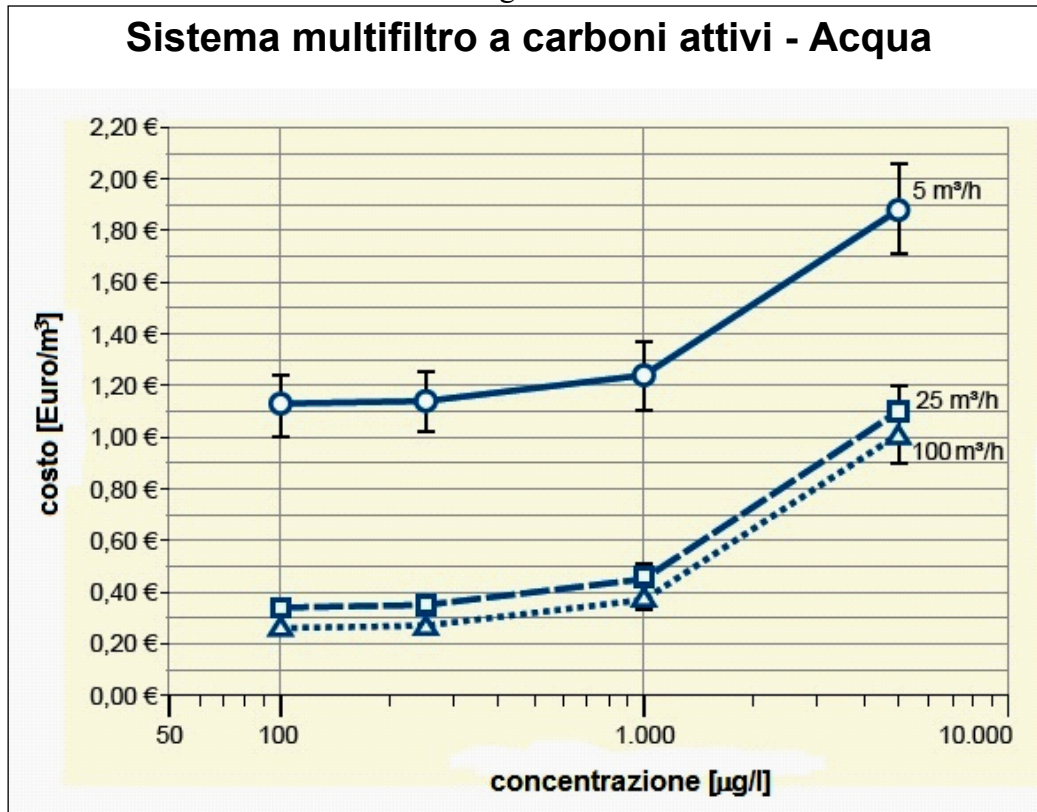


Figura 5

Per la determinazione della porosità efficace S_y (specific yield) si può ricorrere alla seguente formula (Beretta G.P., Stevenazzi S., 2018) con K conducibilità idraulica in m/s.

$$S_y = -0.14(\ln K)^2 - 0.03 \ln K + 29.7$$