

Progettazione dei pozzi per acqua: scelta e dimensionamento dei filtri

(Pietro Zangheri - Geologo libero professionista - Docente presso l'Università degli Studi di Padova)

Efficienza del pozzo e scelta del filtro

Nella progettazione di un pozzo molti sono gli aspetti da definire per una corretta realizzazione dell'opera in rapporto al contesto geologico ed idrogeologico. La scelta e la messa in opera di un filtro influiscono in modo consistente sulla riuscita del pozzo e va effettuata in base sia alle caratteristiche del sottosuolo, che allo scopo del pozzo stesso.

Per comprendere l'importanza di una corretta progettazione del filtro occorre riferirsi al concetto di "efficienza del pozzo".

Quando un pozzo è in pompaggio, l'acqua che esce dall'acquifero passando attraverso i filtri, porta all'abbassamento del livello dell'acqua nel pozzo stesso.

Questo abbassamento è dovuto a due componenti:

BQ : legate al flusso laminare dell'acqua; l'entità dell'abbassamento dipende dalle caratteristiche dell'acquifero e dalla portata.

CQ^2 : chiamate "perdite di pozzo" che dipende invece dalla resistenza che incontra l'acqua nell'attraversare il filtro.

Queste due componenti permettono di calcolare l'efficienza del pozzo. Come illustrato dalla seguente figura.

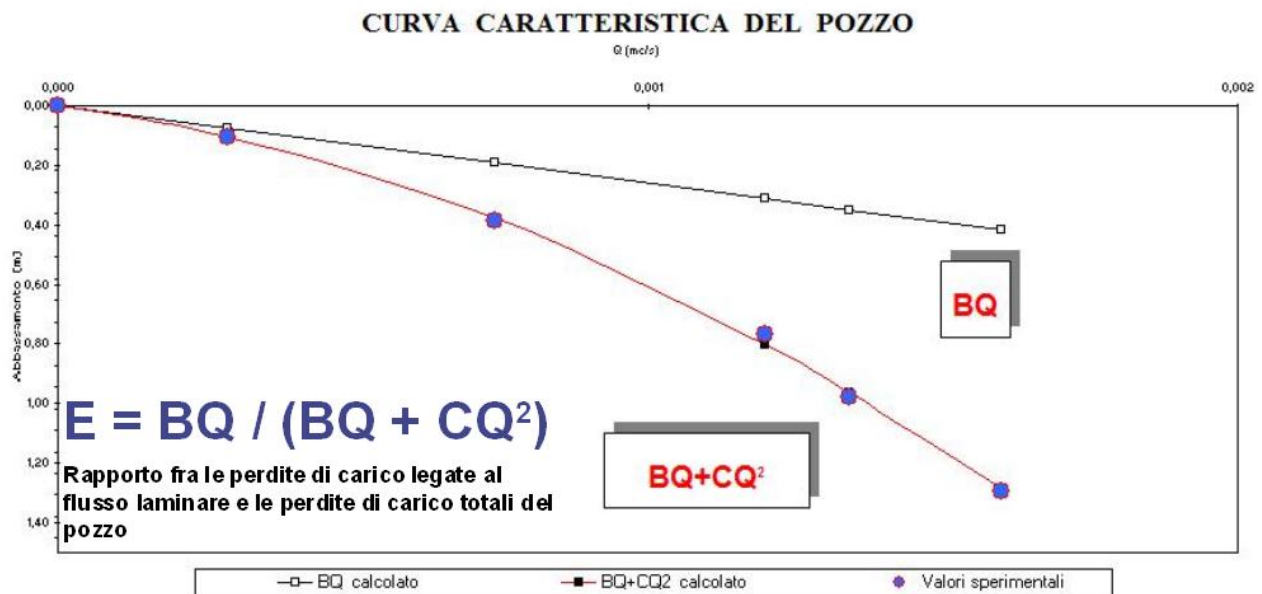


Figura 1 – Curva caratteristica ed efficienza di un pozzo per acqua

L'efficienza del pozzo (che è funzione della portata) sarà tanto maggiore, tanto più piccole sono le "perdite di pozzo", che in parte consistente sono legate proprio ai filtri.

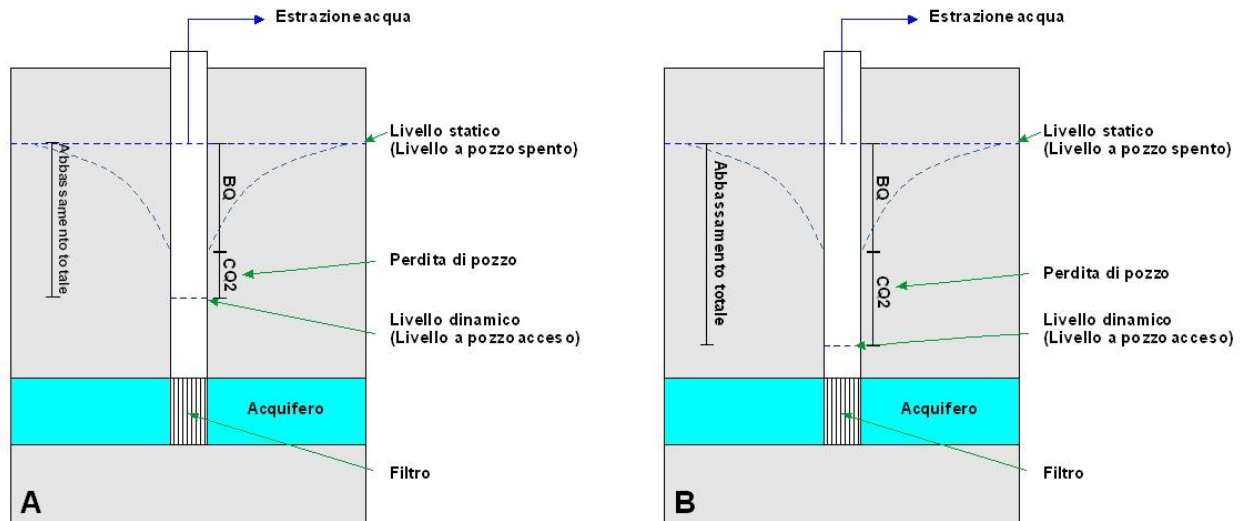


Figura 2 - Effetto del pompaggio su un pozzo. Gli abbassamenti, ad una determinata portata, sono dovuti alle caratteristiche dell'acquifero ed alle perdite di pozzo (CQ^2). Se il filtro è maldimensionato o si incrosta (schema B), aumenta CQ^2 e di conseguenza l'energia (ed i costi) per estrarre l'acqua.

Se si sbaglia a dimensionare il filtro e questo offre un'eccessiva resistenza al passaggio dell'acqua, le “perdite di pozzo” aumenteranno e la pompa dovrà far risalire l'acqua da una maggiore profondità, utilizzando più energia.

Questo che può sembrare un problema di scarsa importanza, in realtà, può comportare un maggiore consumo di energia che per pozzi con elevate portate porta a costi aggiuntivi che possono essere anche di migliaia di euro ogni anno!

Lo stesso fenomeno può avvenire nel tempo, ad esempio, perché il filtro si incrosta e si riducono le sue aperture. Anche in questo caso aumenteranno le “perdite di pozzo” e, di conseguenza, i costi di utilizzo del pozzo stesso.

Elementi conoscitivi necessari per la scelta progettuale del filtro

Schematicamente le informazioni necessarie per una corretta progettazione sono:

Condizioni geologiche

- Sequenza geologico stratigrafica e struttura
- Curva granulometrica (materiali sciolti)
- Stato di fratturazione (materiali fratturati)

Condizioni idrogeologiche

- Trasmissività
- Porosità

Qualità dell'acqua

- Caratteristiche chimico-fisiche dell'acqua in rapporto a:
 - incrostazioni
 - corrosioni

Caratteristiche dei diversi tipi di filtro

- forma

- dimensioni delle fessure
- percentuale passante
- durabilità e necessità di manutenzione
- corretta modalità di posa
- costo

Il problema pratico che si pone quindi nella progettazione è quello di disporre di una serie di informazioni che non sempre sono disponibili, sia relativamente alle caratteristiche geologiche ed idrogeologiche del sottosuolo che rispetto alle caratteristiche chimico-fisiche delle acque.

Laddove queste caratteristiche, in fase di progetto, non sono sufficientemente approfondite sarà necessario integrarle in fase di perforazione.

Nel caso di pozzi di particolare importanza, quali quelli acquedottistici, potrà essere opportuno prevedere preliminarmente un pozzo esplorativo. In questo modo sarà possibile scegliere il filtro più adatto e anche disporne effettivamente in cantiere, data che la disponibilità dei vari filtri non sempre è immediata.

Il modello geologico di riferimento ed il posizionamento del filtro

Tra le varie informazioni geologiche necessarie per la progettazione, risulta di particolare importanza quella relativa alla curva granulometrica del tratto che verrà filtrato.

Il posizionamento ottimale del filtro è un elemento che andrà definito caso per caso. Vari testi idrogeologici forniscono le seguenti indicazioni di massima:

- *Acquifero confinato omogeneo*: filtro > 80% spessore
- *Acquifero confinato non omogeneo*: filtro: tratti con permeabilità più elevata
- *Acquifero non confinato omogeneo*: filtro: 1/3 - 1/2 spessore
- *Acquifero non confinato non omogeneo*: filtro: tratto con permeabilità più elevato

Caratteristiche delle acque

Un altro elemento che influenza la scelta del filtro è il tipo di acqua che si andrà a prelevare. Nella letteratura idrogeologica vengono indicati come principali elementi di incrostazione e corrosione i seguenti.

<i>Rischio di corrosione</i>	<i>Rischio di incrostazione</i>
pH <7	pH >7,5
H ₂ S > 1 ppm	Carbonati elevati
CO ₂ libera > 50 ppm	Possibilità di formazione di Idrossidi di Fe o Mn
Cloruri >500 ppm	Presenza di ambiente riducente (ferro batteri)
Solidi disciolti >1000 ppm	

I diversi materiali hanno diversi comportamenti alle diverse tipologie di acque, in generale l'acciaio inox presenta di norma minori problematiche di corrosione ed incrostazione ma ha anche costi più elevati.

Tipologie di filtro

I tipi di filtro attualmente in commercio sono di svariati tipi:

- Filtri a ponte
- Filtri a spirale continua

- Filtri microfessurati

Se queste sono le tipologie più comuni, si hanno poi molte altre tipologie meno diffuse e diffuse in particolari contesti idrogeologici.

Esistono poi filtri fessurati in opera.

Per una dettagliata rassegna delle varie tipologie di filtro si rimanda alle altre relazioni tecniche.

Una caratteristica particolarmente importante di un filtro, da verificare sempre in fase progettuale, è quella della superficie filtrante totale (F %) da cui si può ricavare la portata del filtro (quando non già fornita dall'impresa costruttrice ed in genere riferita ad una velocità di ingresso di 3 cm/s; oltre la quale si creano moti turbolenti).

La superficie filtrante totale varia notevolmente tra i vari tipi di filtri e dipende dalle caratteristiche geometriche del filtro stesso.

Di seguito si riporta un esempio per i filtri a ponte

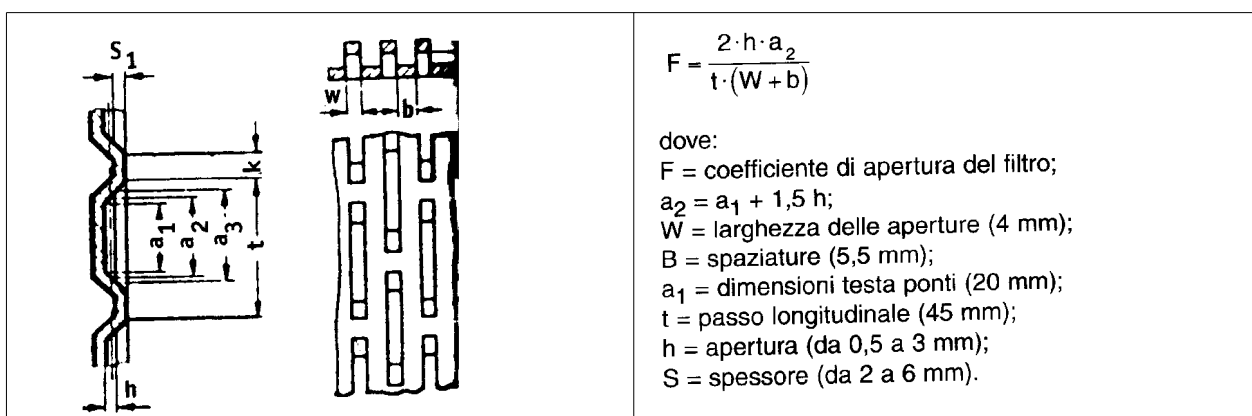


Figura 3 – Coefficiente di apertura di un filtro a ponte (da Cerbini e Gorla, 2004).

Noto F si può calcolare la portata del filtro con la seguente formula:

$$Q_f = \pi \cdot D \cdot F \cdot 0,030 \cdot 3600$$

dove:

$$Q_f = \text{portata per metro lineare (m}^3/\text{h)}$$

D = diametro esterno filtro (m)

F = coefficiente di apertura

Una volta posto in opera il filtro, con il dreno a tergo, è però in grado di fornire una portata inferiore a quella teorica. La portata viene quindi calcolata prevedendo un coefficiente di riduzione compreso tra 0,50 e 0,75.

In pratica:

$$Q = Q_f C_r$$

C_r = coefficiente di riduzione (0,50-0,75)

Elementi da definire nel progetto del pozzo

Al termine di questa breve analisi complessiva sui filtri dei pozzi per acqua, si elencano quali sono gli elementi da definire nella progettazione.

Si ricorda che tale attività di progettazione, non solo è indispensabile per la buona riuscita dell'opera, ma è stata progressivamente inserita nella normativa sulle acque sotterranee al fine di favorire la tutela delle risorse idriche.

Da ultimo, in riferimento alla Regione Veneto, il Piano di Tutela delle Acque ha previsto all'articolo 40 delle norme tecniche di attuazione:

10. *Al fine di garantire la tutela delle risorse idriche sotterranee e di prevenire fenomeni che possono arrecare danno all'equilibrio idrogeologico, la realizzazione di pozzi, con l'esclusione di quelli con profondità inferiore a 30 metri dal piano campagna e portata inferiore a 0,1 l/s come media giornaliera, e la realizzazione di sondaggi con esclusione di quelli con profondità inferiore a 30 metri dal piano campagna, sono sottoposte a progettazione e direzione lavori. Il progetto deve prevedere modalità di realizzazione compatibili con la situazione geologica e idrogeologica del sottosuolo.*
11. *Al termine dei lavori deve essere trasmesso alla Regione il profilo stratigrafico del foro corredato da schemi tecnici dell'opera, congiuntamente alla dichiarazione di regolare esecuzione dei lavori.*"

Gli elementi che il progetto deve definire per i filtri sono, al minimo, i seguenti:

- tipo di filtro (spirale continua, passante, cestello, ponte...)
- diametro (sia del tubo cieco che del filtro)
- materiale e relative filettature, saldature...
- dreno (granulometria, tipologia, spessore...)
- posizionamento (profondità e lunghezza)
- superficie passante (geometria e dimensioni delle aperture e spaziature)

In progetto va prevista la verifica in corso d'opera da parte del Geologo del dimensionamento dei filtri, in particolare quando non si ha un pozzo esplorativo o dati pregressi sufficientemente dettagliati. In altre parole, le previsioni di progetto andranno verificate in base alle caratteristiche geologiche ed idrogeologiche effettivamente riscontrate in fase di perforazione al fine di verificare la correttezza della scelta e le eventuali modifiche da attuare.