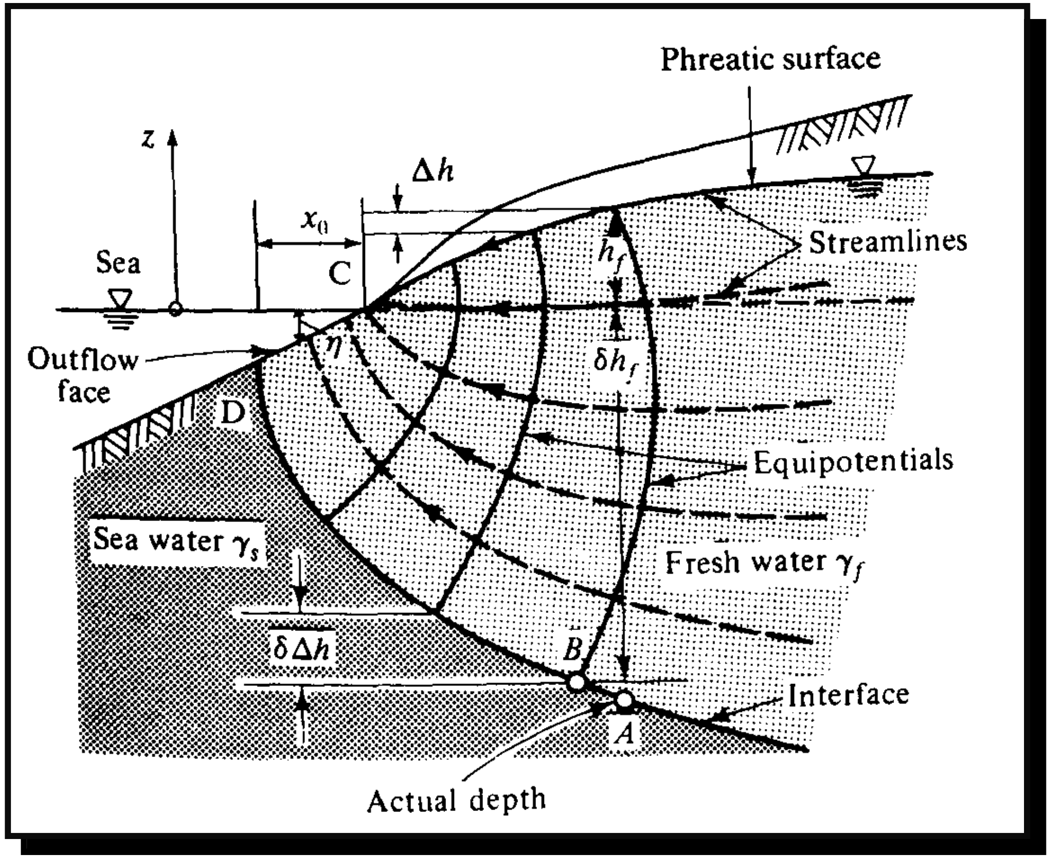
➢ L’intrusione del cuneo salino

Ad esempio, per γ_s = 1.025 gr/cm^3, e γ_f = 1.000 gr/cm^3, si ha δ = 40 e quindi h_s = 40 h_f, ovvero a qualsiasi distanza dal mare la profondità di un’interfaccia stazionaria sarà 40 volte l’altezza della quota della superficie freatica s.l.m.

Ovviamente, avvicinandosi alla costa non è più valida l’ipotesi di flusso essenzialmente orizzontale, e le componenti verticali non possono più essere trascurate. Infatti, nella figura precedente non esiste alcuna possibilità di uscita dell’acqua dolce verso il mare.



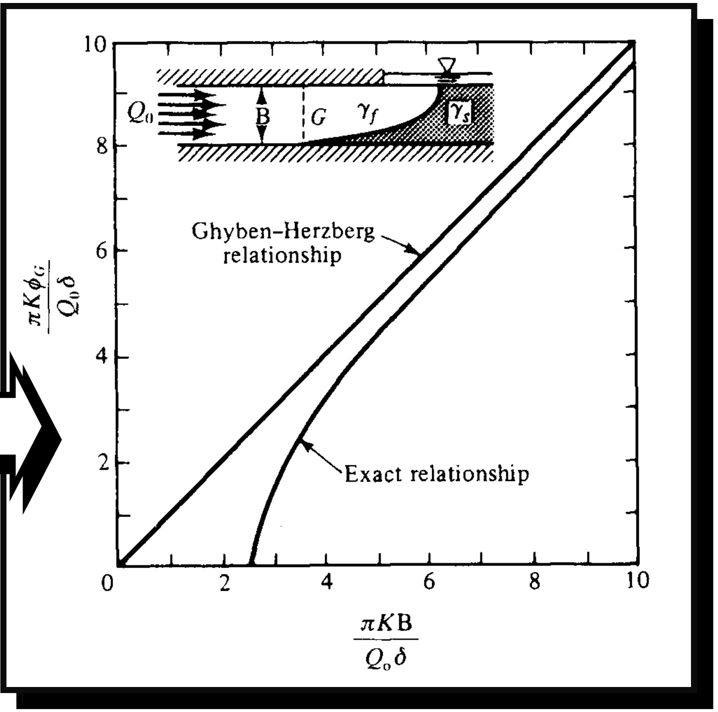
Reali condizioni di flusso in prossimità della costa

Il punto A in figura indica l’effettiva profondità dell’interfaccia ad una certa distanza dalla costa.
Il punto B indica l’intersezione dell’interfaccia con la superficie equipotenziale nell’acqua dolce.
Pertanto il punto B si trova a profondità δh_f come previsto dall’approssimazione di Ghyben-Herzberg.

→ La profondità effettiva dell’interfaccia è maggiore di quella ottenuta con tale approssimazione.

➢ L'intrusione del cuneo salino

Bear e Dagan (1964) hanno studiato le condizioni di validità dell'approssimazione di Ghyben-Herzberg, derivando una soluzione esatta che dimostra la bontà dell'approssimazione a meno di un errore del 5% (per $\pi KB/Q_0\delta > 8$) nella determinazione della coda G dell'interfaccia (per acquifero confinato orizzontale di spessore costante B).

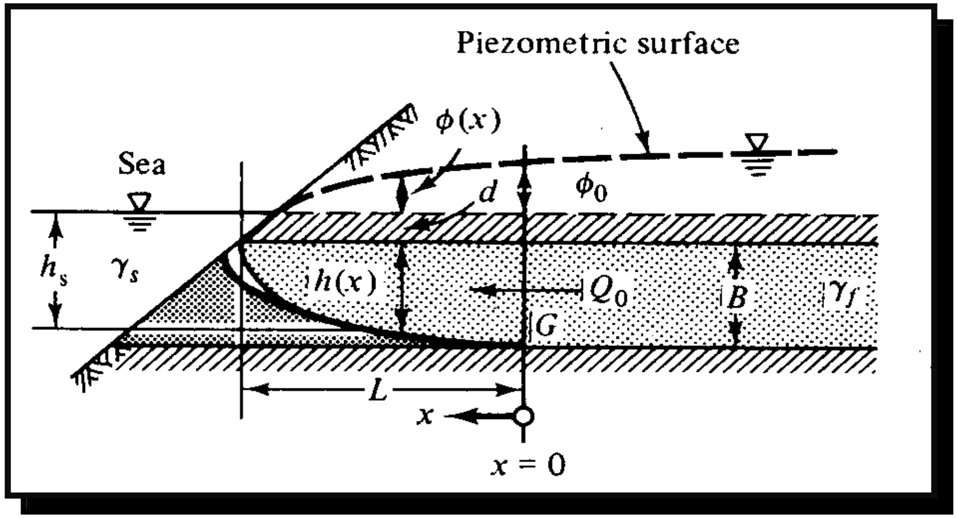


In caso di acquifero confinato con fondo orizzontale:

$$Q_0 = Q\big|_{x=0} = -K\,h(x)\frac{\partial\phi(x)}{\partial x}$$

e poiché:

$$h_s = d + h(x) = \phi\delta, \quad \phi_0\delta = d + B$$



$$Q_0 = -\frac{Kh}{\delta}\frac{dh(x)}{\partial x},$$

oppure:

$$Q_0 = -K\left[\delta\phi(x) - d\right]\frac{d\phi(x)}{\partial x}$$

➢ L'intrusione del cuneo salino

Integrando tali equazioni con le condizioni $\phi = \phi_0$ per $x = 0$ (o per $h = B$), si ottiene:

$$Q_0 x = \frac{K\left[B^2 - h^2(x)\right]}{2\delta}, \qquad Q_0 x = \frac{K\delta\left[\phi_0^2 - \phi^2\right]}{2} - Kd(\phi_0 - \phi)$$

che mostra come l'interfaccia abbia la forma di una parabola.

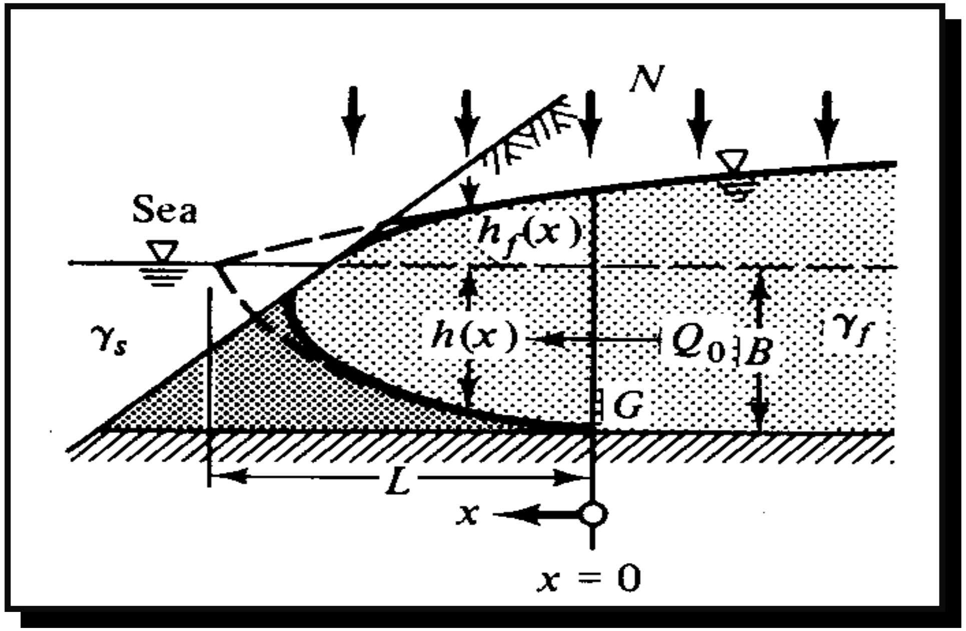
Per x = L si ha $h = 0$ e $\phi = d/\delta$. Pertanto, con ϕ_0= (B + d)/δ si ottiene:

$$Q_0 L = \frac{K\phi_0}{2}\left(\delta\phi_0 - 2d\right) + \frac{Kd^2}{2\delta} = \frac{KB^2}{2\delta}$$

Che consente di determinare la lunghezza del cuneo di intrusione salina L = $KB^2/2\delta Q_0$ in funzione della portata dell'acquifero, e del carico piezometrico sull'interfaccia ϕ_0.

L'espressione così ricavata indica che L diminuisce all'aumentare di Q_0.
Ciò significa che l'estensione del cuneo di intrusione salina è una **variabile decisionale** nella gestione di un acquifero costiero, ed è controllabile attraverso la modifica di Q_0 o in alternativa modificando la ricarica e/o l'emungimento nella zona costiera.

➢ L'intrusione del cuneo salino



In caso di acquifero non confinato con fondo orizzontale, e ricarica costante *N* si ha:

$$Q_0 + Nx = -K\,(1+\delta)h_f\,\frac{\partial h_f}{\partial x}$$

Integrando tale equazione tra $x = 0$, $h_f = \phi_0$, $h = B$, ed una generica x si ha:

$$\phi_0^2 - h_f^2 = \frac{2Q_0 x + Nx^2}{K(1+\delta)}$$

Per x = L, ed h_f = 0 si ottiene:

$$\phi_0^2 = \frac{2Q_0 L + NL^2}{K(1+\delta)}$$

Ovvero, poiché $\phi_0 = B/\delta$:

$$Q_0 = \frac{KB^2}{2L}\,\frac{1+\delta}{\delta^2} - \frac{NL}{2}$$

e per $N = 0$:

$$\phi_0^2 = \frac{B^2}{\delta^2} = \frac{2Q_0 L}{K(1+\delta)}$$

ed anche in questo caso l'interfaccia ha la forma di una parabola e si ottiene una relazione tra L e Q_0.