

4. Teoria e Normativa

In questa sezione del Manuale Utente vengono presentate in breve le nozioni teoriche sulle quali si basa il programma.

Gli argomenti trattati sono i seguenti:

1. calcolo delle traiettorie delle particelle idriche in presenza di pozzi emungenti o disperdenti;
2. delimitazione delle fasce di rispetto.

4.1 Simulazione di un flusso idrico in due dimensioni.

Nell'ipotesi di un acquifero omogeneo, illimitato e confinato è possibile fornire una soluzione analitica alle equazioni differenziali che descrivono il moto di un fluido in un mezzo poroso. In pratica tale soluzione consente di descrivere il moto di una singola particella, che può essere d'acqua, ma anche eventualmente di un altro fluido, soggetta all'influenza di pozzi emungenti o disperdenti in un piano XY.

Si parte dall'ipotesi che il moto della particella inizialmente non sia disturbato e che essa si sposti lungo la direzione iniziale di flusso (asse X) con una velocità costante. Nel caso di particelle d'acqua tale velocità può essere valutata attraverso il prodotto $k \times i$, dove k è la permeabilità dell'acquifero e i è il gradiente idraulico. La velocità nella direzione perpendicolare (asse Y) a quella di flusso viene posta inizialmente uguale a zero.

Nel momento in cui la particella entra nel raggio d'influenza dei pozzi presenti nell'area le componenti della velocità lungo gli assi X e Y si modificano come segue (Bear & Verruijt, 1987):

$$v_x = v_{0x} + \sum_{i=1}^n \left[\frac{Q_i}{4naH} \left(\frac{N_{x1}}{D_1} + \frac{N_{x2}}{D_2} \right) \right]$$

$$v_y = \sum_{i=1}^n \left[\frac{Q_i}{4naH} \left(\frac{N_{y1}}{D_1} + \frac{N_{y2}}{D_2} \right) \right]$$

PROGRAM GEO - ProteF ver.1 per Windows

dove: n = numero dei pozzi;
 Q_i = portata del pozzo i -esimo, presa con il segno $-$ se il pozzo è emungente, con il segno $+$ se è iniettante;
 a = larghezza dell'area (lungo l'asse Y);
 H = spessore dell'acquifero;
 v_{0x} = velocità iniziale della particella lungo l'asse X ;
 $N_x = \sinh[\pi(x - x_i) / a]$;
 \sinh = seno iperbolico;
 x = ascissa della particella;
 x_i = ascissa del pozzo i -esimo;
 $D_1 = \cosh[\pi(x - x_i) / a] - \cos[\pi(y - y_i) / a]$;
 \cosh = coseno iperbolico;
 y = ordinata della particella;
 y_i = ordinata del pozzo i -esimo;
 $D_2 = \cosh[\pi(x - x_i) / a] - \cos[\pi(y + y_i) / a]$;
 $N_{y1} = \sin[\pi(y - y_i) / a]$;
 $N_{y2} = \sin[\pi(y + y_i) / a]$;

4.2 Delimitazione delle fasce di rispetto di pozzi emungenti.

Rispetto ad un pozzo emungente le linee di flusso, cioè l'insieme delle traiettorie seguite dalle particelle idriche nel piano, si possono suddividere in due sottoinsiemi. Una parte tende a convergere verso il pozzo, alimentandolo, un'altra prosegue il proprio cammino oltre l'opera di captazione, più o meno indisturbata. La linea di flusso che separa le due componenti prende il nome di spartiacque sotterraneo. Tutte le particelle idriche che ricadono all'interno dello spartiacque sotterraneo, quindi, finiranno per essere catturate dal pozzo.

L'equazione dello spartiacque sotterraneo è la seguente:

$$y = x \operatorname{tg}\left(\frac{2\pi k h i}{q}\right)$$

dove:

PROGRAM GEO - ProteF ver.1 per Windows

k (m/s) = permeabilità dell'acquifero;
 h (m) = spessore dell'acquifero;
 i =gradiente idraulico;
 q (mc/s) =portata emunta dal pozzo.

L'isocrona è una curva che collega tutte le particelle idriche che verranno captate dall'opera nello stesso istante. L'isocrona di venti giorni, per esempio, raccorda tutte le particelle che verranno catturate esattamente in venti giorni dal pozzo. Le fasce di rispetto racchiudono tutti i punti che si trovano all'interno dell'isocrona stabilita dalle normative vigenti.