

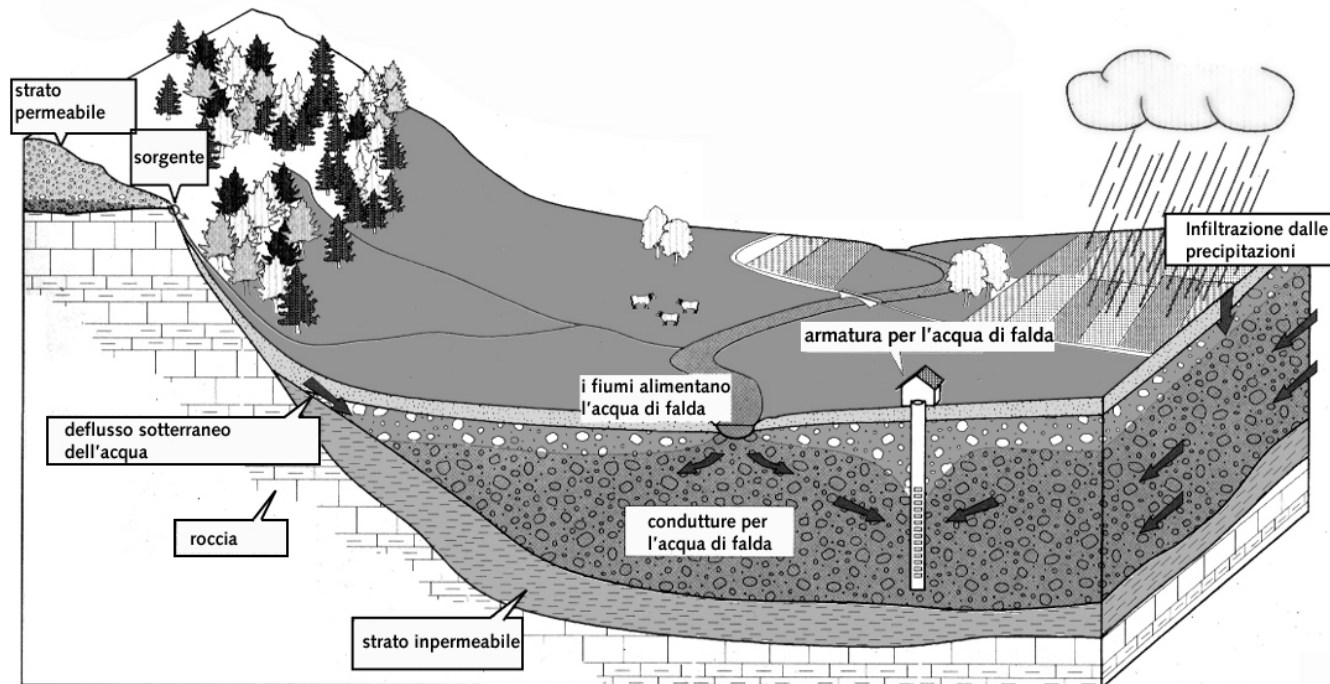
Idraulica

Filtrazione

armando carravetta

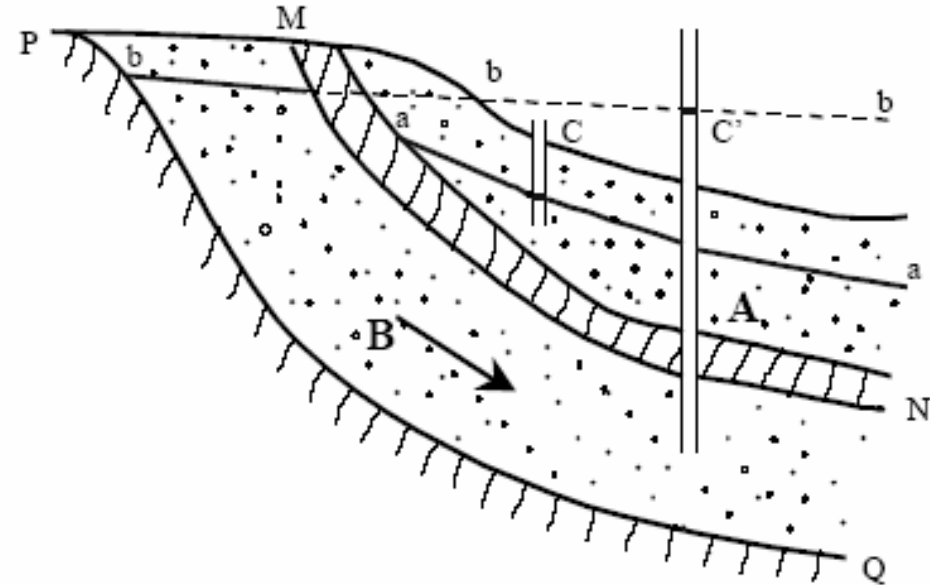
Definizione di falda acquifera

- Le falde acquifere sono costituite principalmente da strati di materiale a granulometria fine completamente saturi di acqua
- L'acqua presente nelle falde è caratterizzata da un movimento molto lento, detto moto di filtrazione
- Le falde sono alimentate dalle acque di pioggia che si infiltrano nel terreno o dai corsi d'acqua superficiali



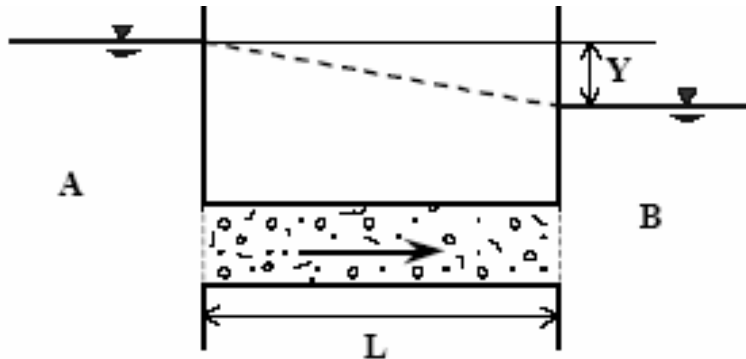
Tipi di falde

- Le falde acquifere sono usulamente suddivise in falde freatiche (A) e falde artesiane (B)
- Lungo una verticale possono essere presenti più falde sovrapposte



- Le falde freatiche occupano la parte inferiore degli ammassi filtranti, sono limitate inferiormente da una formazione impermeabile (roccia o argilla) e presentano superiormente una superficie a pressione atmosferica detta superficie libera della falda
- Al disopra della superficie libera della falda l'ammasso filtrante è solo parzialmente saturo
- Le falde artesiane sono, invece, completamente racchiuse tra due formazioni impermeabili (roccia o argilla)
- Le falde artesiane presentano una piezometrica tutta al disopra della quota geodetica della formazione impermeabile superiore (tetto della falda)

Esperienza di Darcy (1850 circa)



$$Q \propto \frac{Y}{L} \Sigma$$

- Darcy ha realizzato una esperienza volta alla determinazione delle resistenze al moto in un campione di terreno costipato di lunghezza L e sezione trasversale S
- Il moto è imposto tra due serbatoi a livello invariabile con differenza di quota piezometrica pari a Y
- La prova prevede la misura della portata circolante nel filtro
- La portata risulta direttamente proporzionale alla cadente piezometrica ed alla sezione trasversale del filtro

Velocità di filtrazione

- Introducendo la velocità di filtrazione:

$$V = \frac{Q}{\Sigma}$$

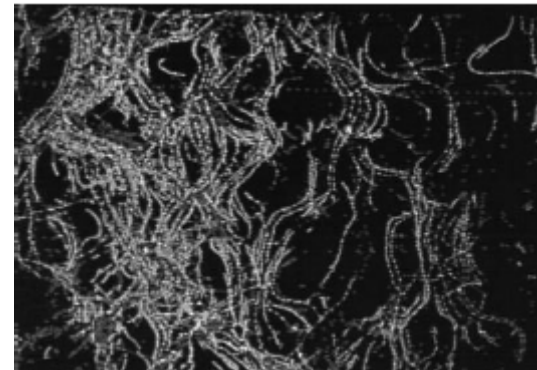
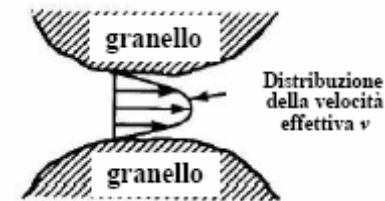
- la legge di Darcy si scrive:

$$V = f I$$

- Il coefficiente di permeabilità f ha le dimensioni di una velocità ed è funzione delle caratteristiche del mezzo poroso e delle proprietà del fluido filtrante
- Il legame lineare tra velocità di filtrazione e cadente piezometrica mostra che il deflusso avviene in condizione di moto laminare

Coefficiente di permeabilità

- La velocità di filtrazione è una velocità fittizia tramite la quale viene sintetizzato il movimento d'insieme del fluido nel terreno

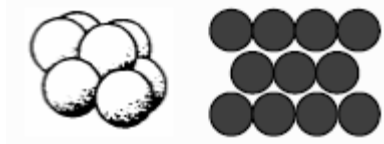
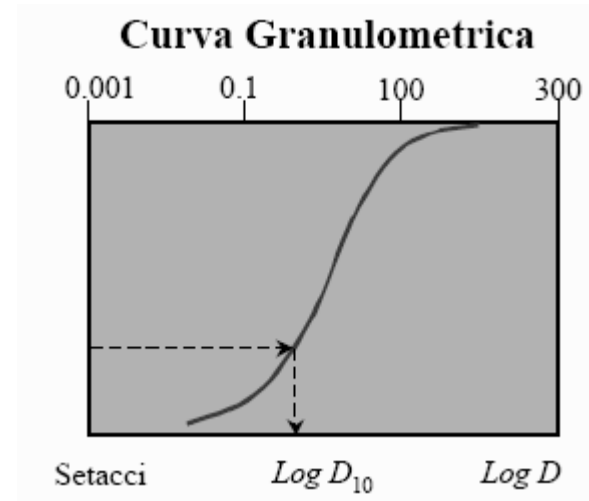


- Valori del coefficiente di filtrazione per terreni di diversa granulometria

| TIPO DI TERRENO | K (cm/s) |
|-----------------------|-----------------------------|
| Argilla | $\leq 10^{-6}$ |
| Limo | $5 \cdot 10^{-4} + 10^{-5}$ |
| Sabbia limosa | $2 \cdot 10^{-3} + 10^{-4}$ |
| Sabbia fine | $5 \cdot 10^{-2} + 10^{-3}$ |
| Sabbia mista | $10^{-2} + 5 \cdot 10^{-3}$ |
| Sabbia pulita (media) | $1 + 10^{-2}$ |
| Ghiaia pulita | ≥ 1 |

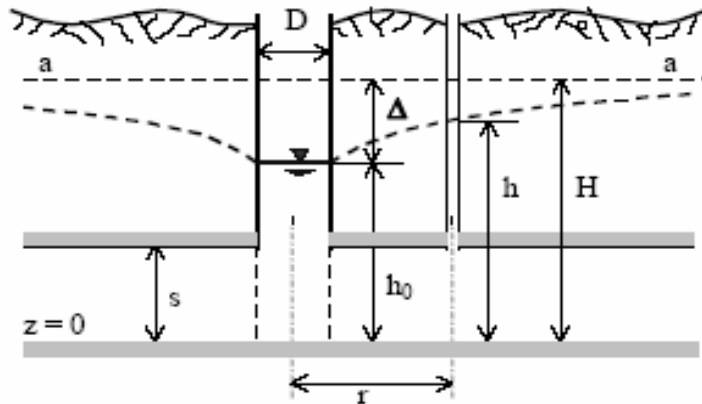
Caratteristiche del terreno

- Il coefficiente di filtrazione dipende dall'assortimento granulometrico presente nel terreno
- Ma anche dal suo grado di costipamento
- Per questo motivo il coefficiente di permeabilità va determinato tramite prove alla Darcy su campioni di terreno o mediante prove di emungimento da pozzi



Emungimento da falda artesianiana confinata

- Consideriamo una falda artesianiana sub-orizzontale di notevole estensione planimetrica, di spessore costante e costituita da un mezzo poroso omogeneo ed isotropo

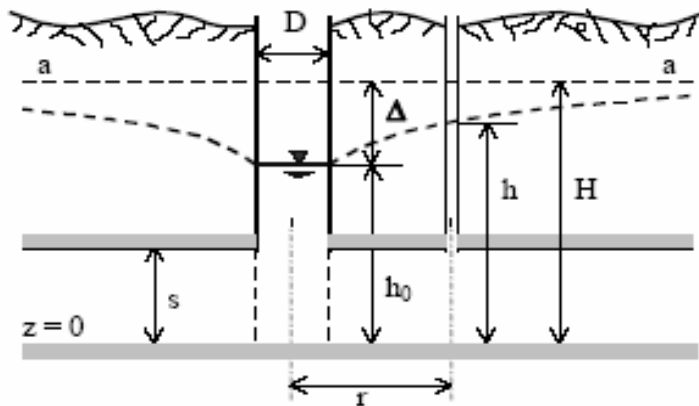


- La falda è ipotizzata originariamente in quiete
- Il piano dei carichi idrostatici relativo è orizzontale (a-a)
- Consideriamo un pozzo che attraversi completamente la falda

- Emungiamo dal pozzo, tramite una pompa, una portata Q
- Per le caratteristiche della falda e del pozzo le velocità di filtrazione saranno vettori orizzontali e diretti verso il pozzo

Emungimento da falda artesiiana confinata

- Siamo in presenza di un problema a simmetria radiale: quelle in figura sono le tracce della stratigrafia, delle pareti del pozzo e della superficie piezometrica su uno degli infiniti piani verticali passanti per l'asse del pozzo

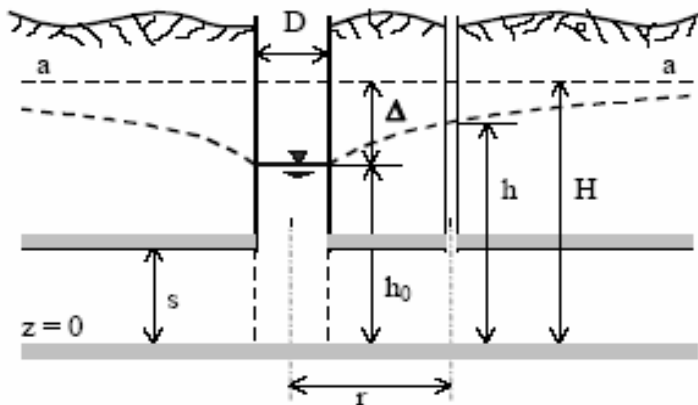


- Le isopieziche sono verticali anche in presenza di emungimento
- La superficie piezometrica si deprime verso il pozzo
- Chiamiamo Δ l'abbassamento della piezometrica rispetto alla piezometrica statica all'interno del pozzo

- Vogliamo determinare l'andamento della piezometrica corrispondente all'emungimento della portata Q

Emungimento da falda artesiiana confinata

- Applichiamo l'equazione di continuità al volume di falda compreso tra il pozzo ed una superficie isopiezica a distanza r dall'asse del pozzo



- La superficie isopiezica considerata è rappresentata dalla superficie esterna di un cilindro di altezza s e raggio r

$$Q = \bar{V} \times \bar{n} 2\pi rs = |V| 2\pi rs$$

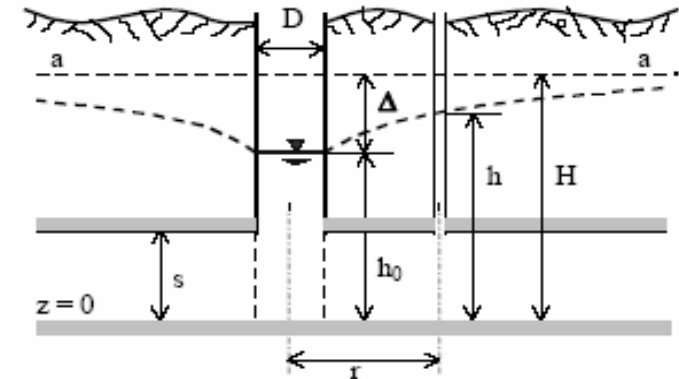
- La velocità di filtrazione è infatti ortogonale alla superficie isopiezica

- Ed ancora per la legge di Darcy risulta:

$$Q = f \frac{dh}{dr} 2\pi rs$$

Emungimento da falda artesianiana confinata

- Riordiniamo:
$$\frac{dr}{r} = \frac{2\pi sf}{Q} dh$$
- Ed integriamo per parti:
$$h = \frac{Q}{2\pi sf} \ln r + \text{cost}$$



- La superficie piezometrica è un conoide di rivoluzione intorno all'asse del pozzo
- Se assumiamo che ad una distanza sufficientemente grande ($r=R$) la piezometrica sia indisturbata ($h=H$), risulta:

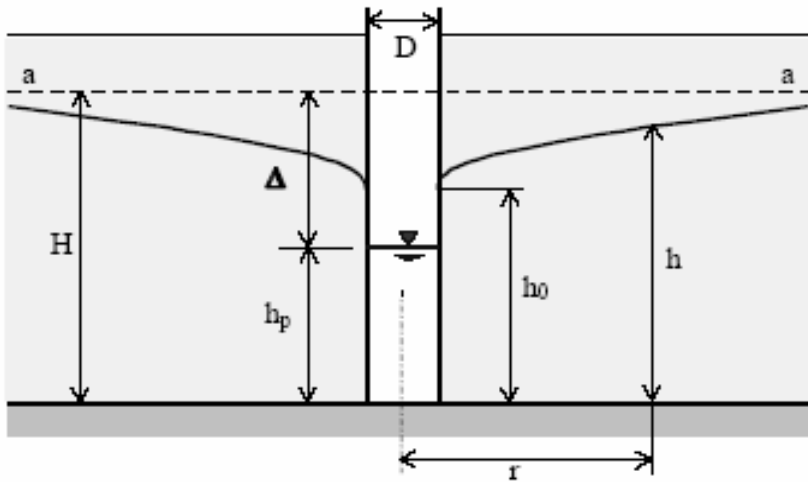
$$\text{cost} = H - \frac{Q}{2\pi sf} \ln R$$

- Da cui l'espressione della superficie piezometrica:

$$h = H + \frac{Q}{2\pi sf} \ln \frac{r}{R}$$

Emungimento da falda freatica

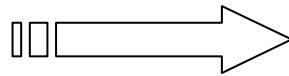
- Siamo ancora in presenza di un problema a simmetria radiale



- La superficie piezometrica si deprime verso il pozzo per effetto dell'emungimento
- Le isopieziche non sono più verticali, come facile osservare dall'andamento delle traiettorie in prossimità della superficie libera della falda
- Chiamiamo Δ l'abbassamento della piezometrica rispetto alla piezometrica statica all'interno del pozzo

- Vogliamo determinare l'andamento della piezometrica corrispondente all'emungimento della portata Q

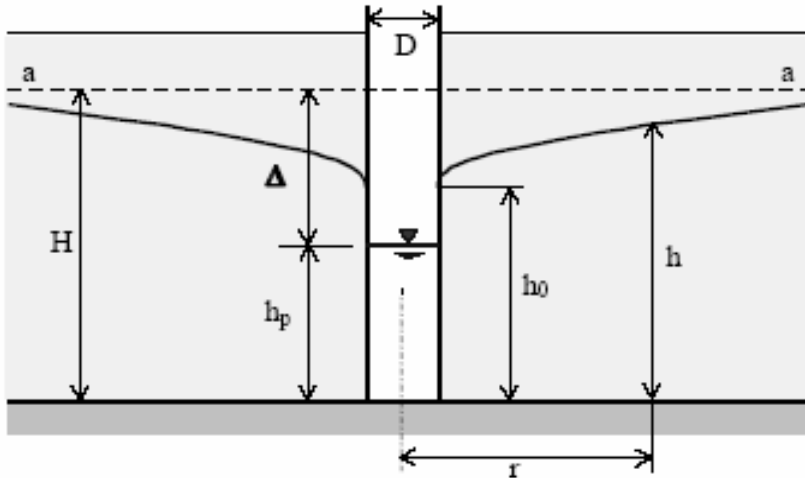
IPOSTESI DI
DUPUIT-FORKHEIMMER



**Isopieziche
verticali**

Emungimento da falda freatica

- Applichiamo l'equazione di continuità al volume di falda compreso tra il pozzo ed una superficie isopiezica a distanza r dall'asse del pozzo



- La superficie isopiezica considerata è rappresentata dalla superficie esterna di un cilindro di altezza h e raggio r

$$Q = \bar{V} \times \bar{n} 2\pi r h = |\mathbf{V}| 2\pi r h$$

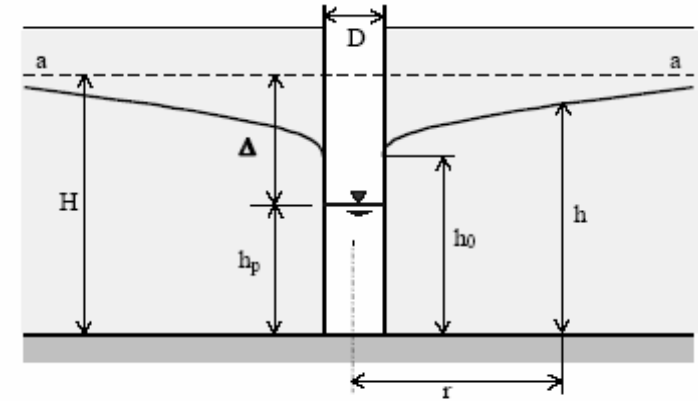
- La velocità di filtrazione è infatti ortogonale per le ipotesi di D-F alla superficie isopiezica

- Ed ancora per la legge di Darcy risulta:

$$Q = f \frac{dh}{dr} 2\pi r h$$

Emungimento da falda freatica

- Riordiniamo:
$$\frac{dr}{r} = \frac{2\pi f}{Q} h dh$$
- Ed integriamo per parti:
$$h^2 = \frac{Q}{2\pi f} \ln r + \text{cost}$$



- Se assumiamo che ad una distanza sufficientemente grande ($r=R$) la piezometrica sia indisturbata ($h=H$), risulta:

$$\text{cost} = H^2 - \frac{Q}{2\pi f} \ln R$$

- Da cui l'espressione della superficie piezometrica:

$$h = \sqrt{H^2 + \frac{Q}{2\pi f} \ln \frac{r}{R}}$$