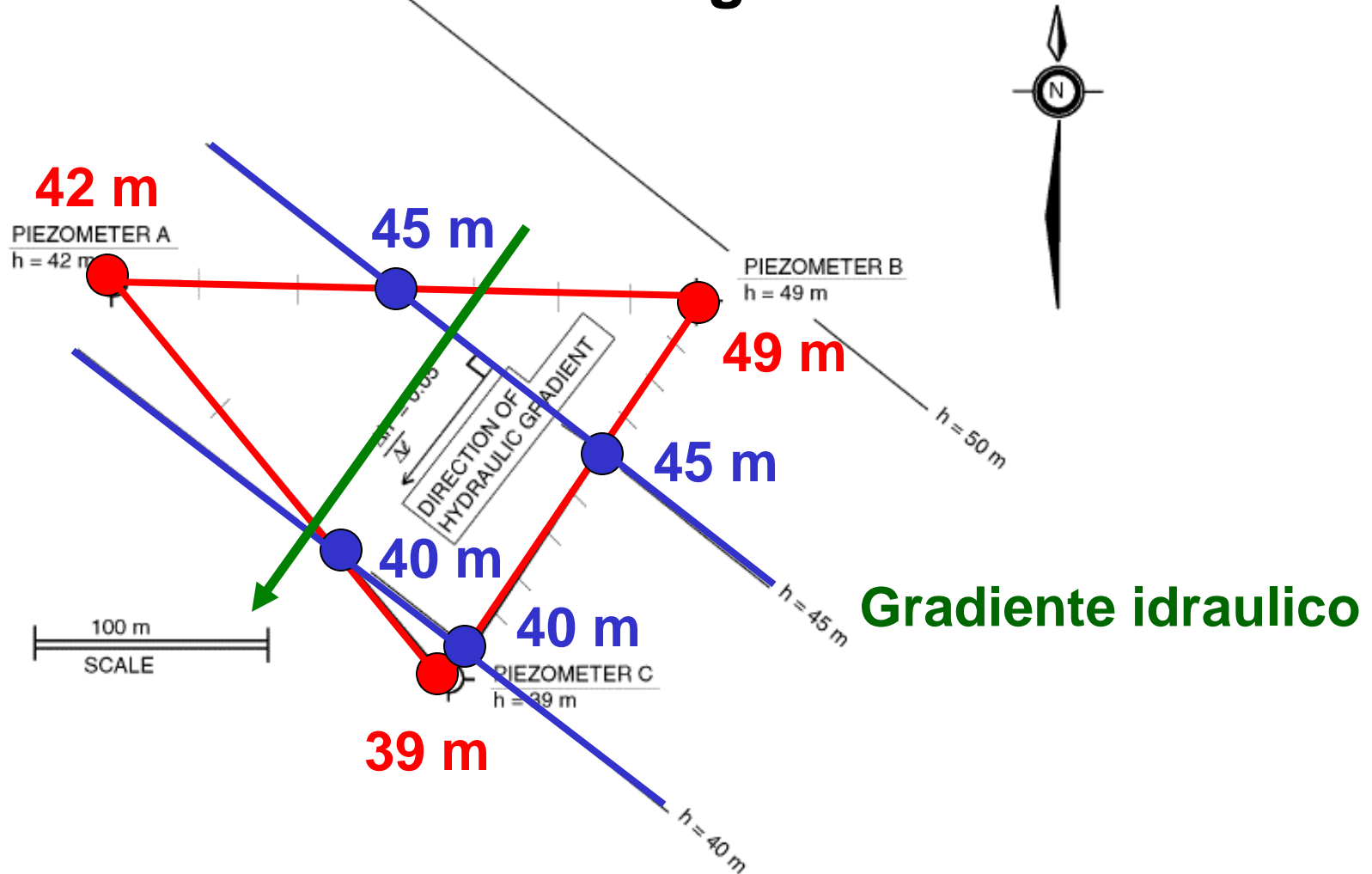
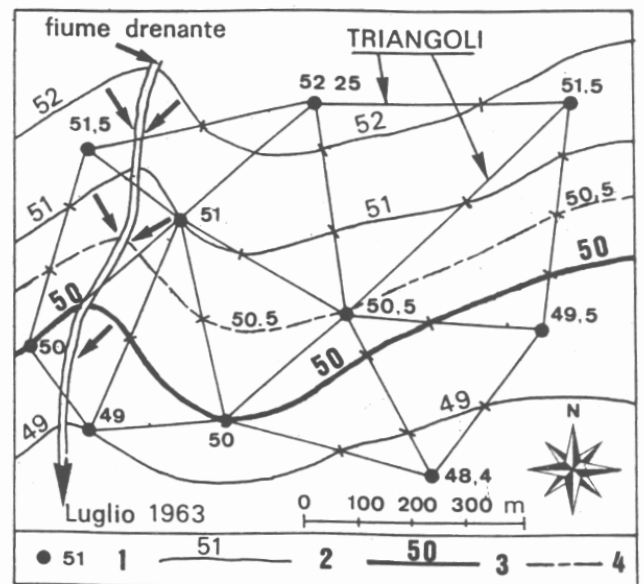
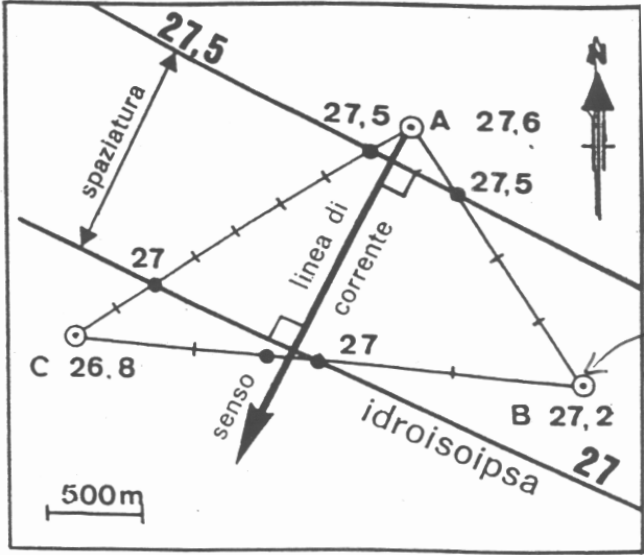


Determinare linee di flusso da misure su pozzi

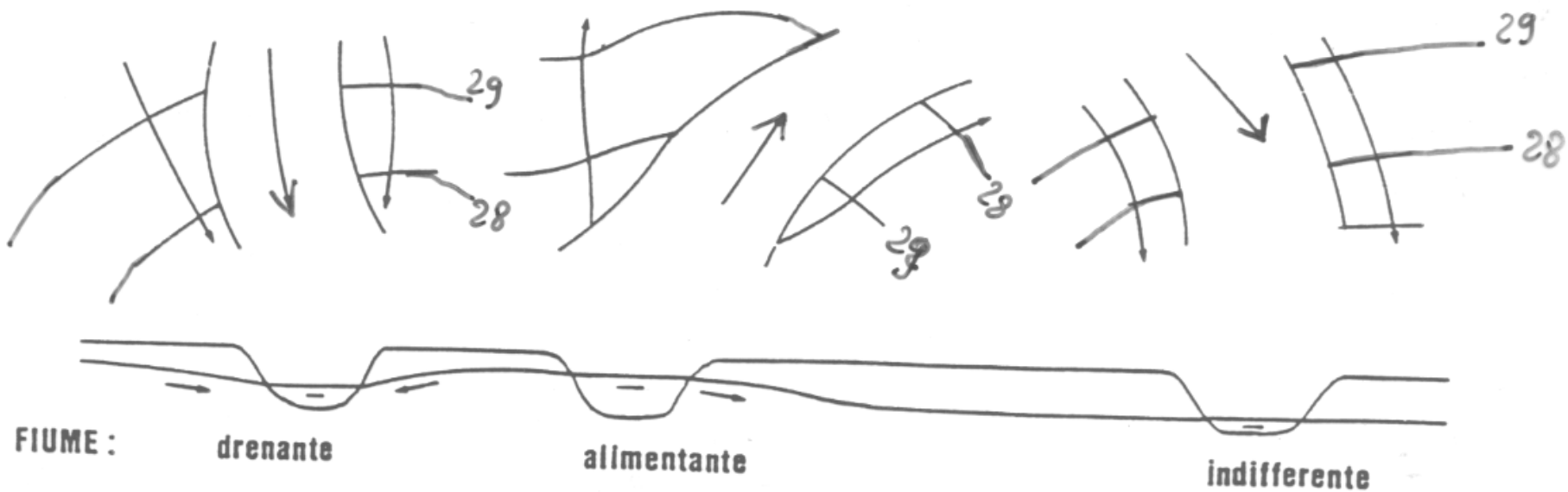
Metodo grafico



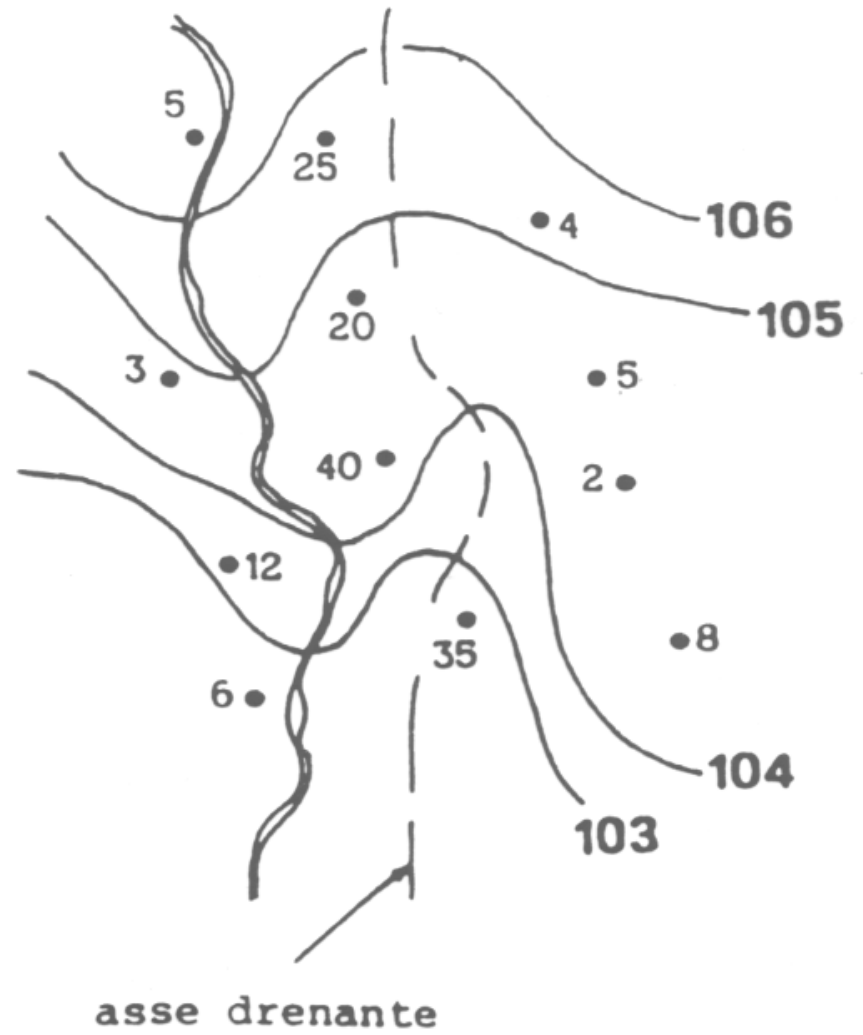
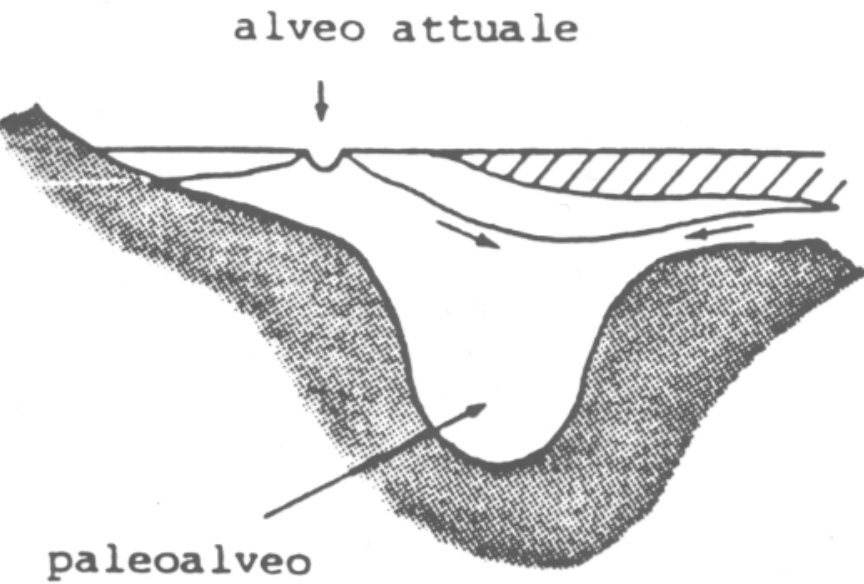
Interpolazione lineare fra punti - Triangolazione



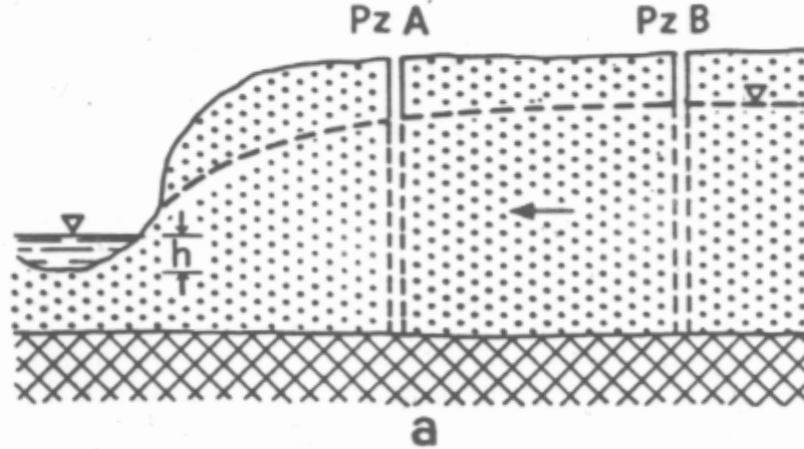
Relazione fiume-falda in zone di pianura



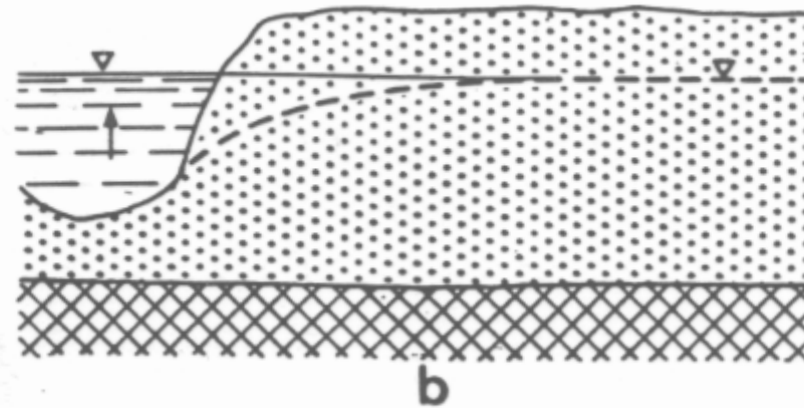
Paleo-alvei



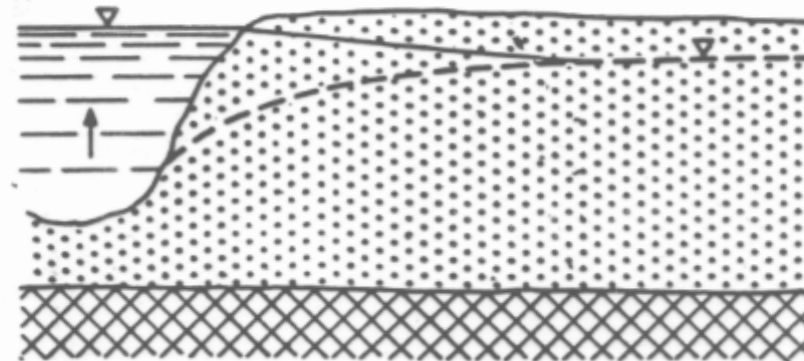
Fiume drenante



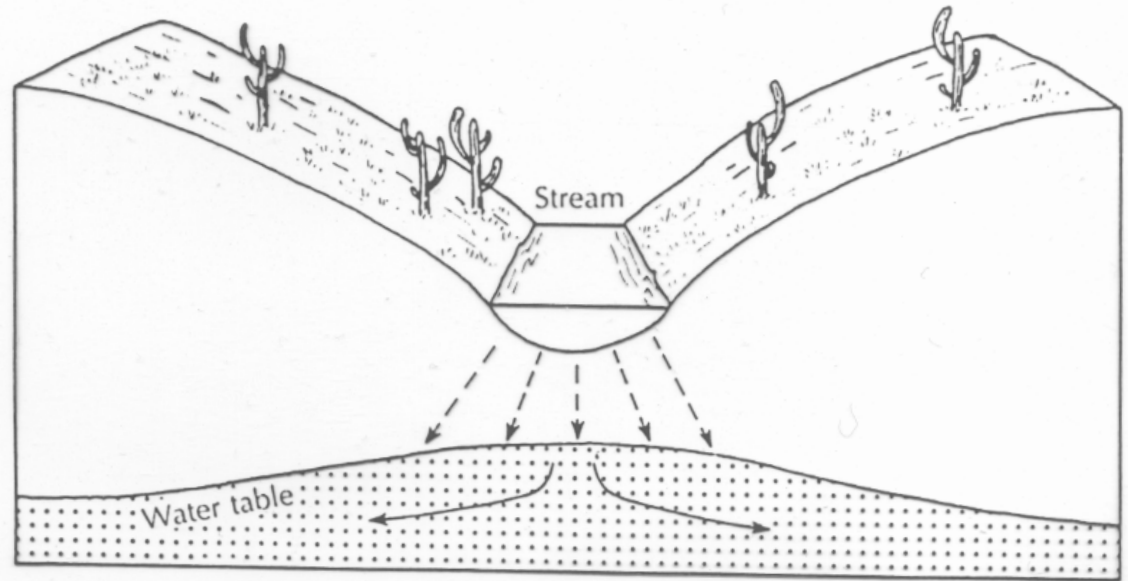
**Fiume da
drenante
a indifferente**



**Fiume da
drenante ad
alimentante**

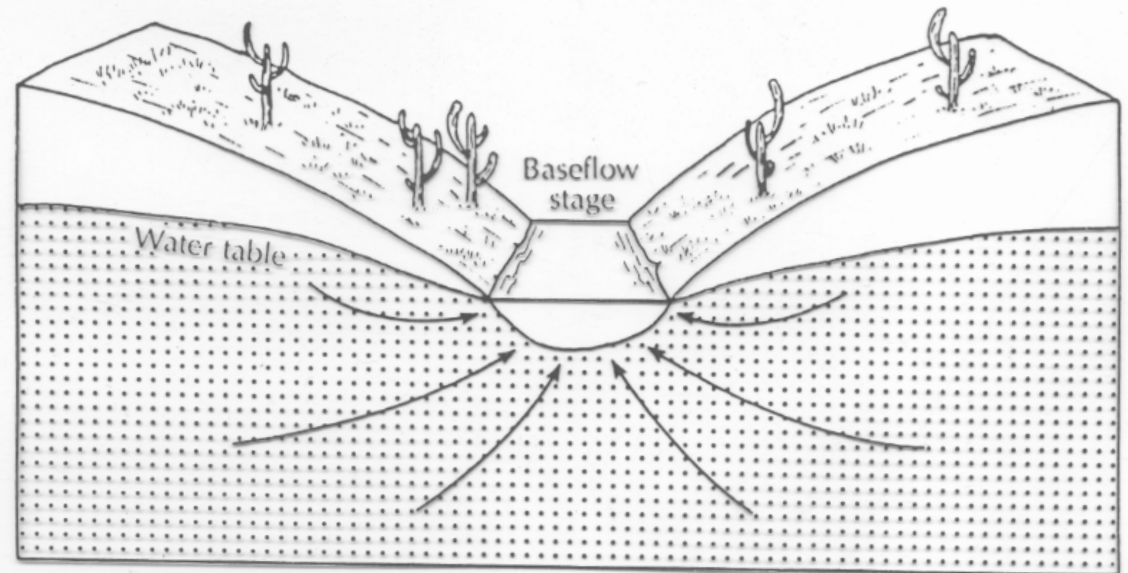


Climi aridi:
losing stream

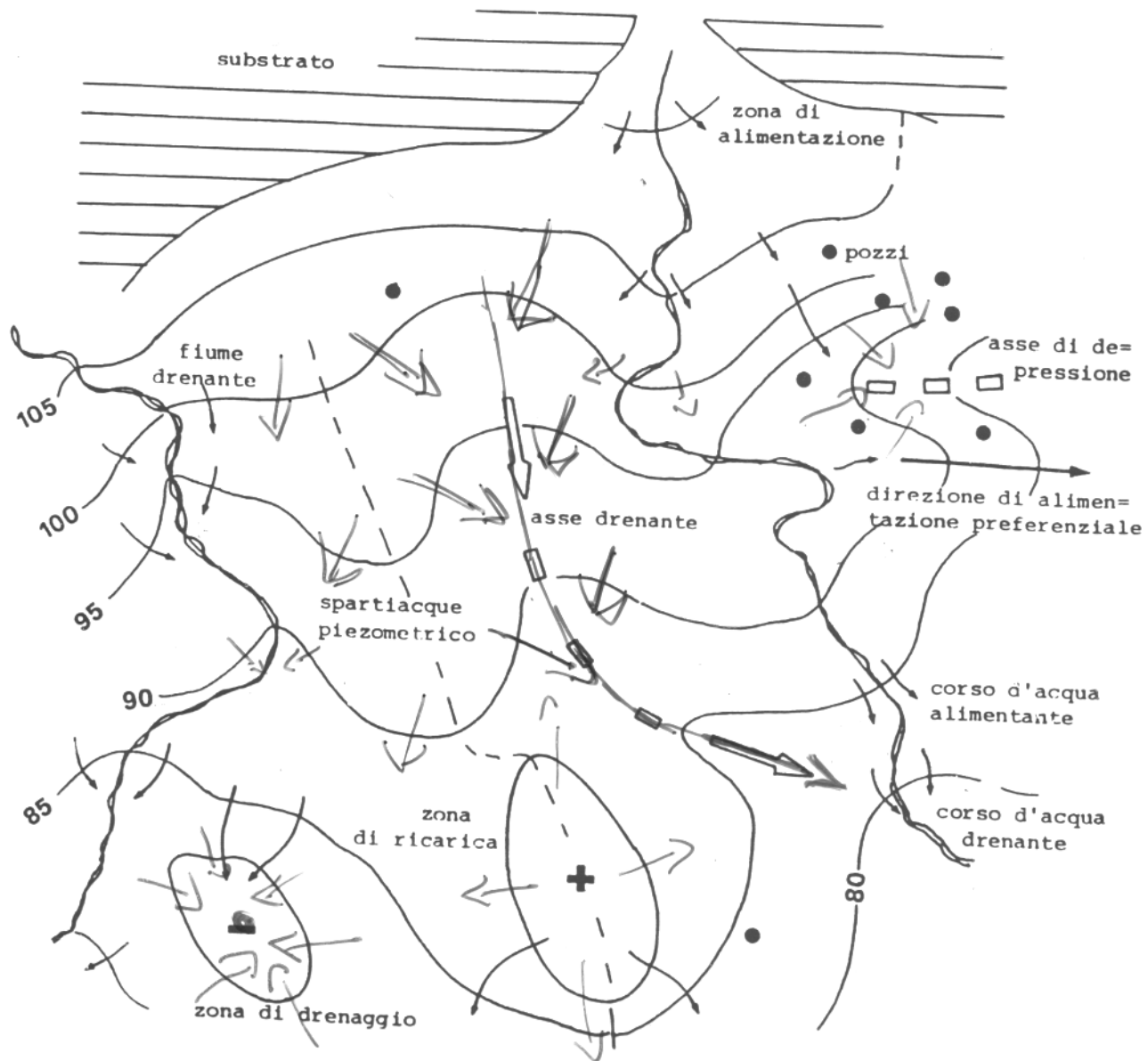


A

Climi aridi:
gaining stream



B



Finalità di una carta piezometrica

★ Direzione di flusso

- Ortogonale alle isopieze

Gradiente idraulico (dh/dl)

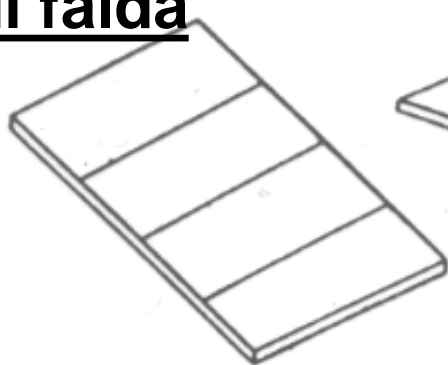
- Aumenta il gradiente, diminuisce la trasmissività o aumenta il flusso per alimentazione da monte

★ Portata specifica

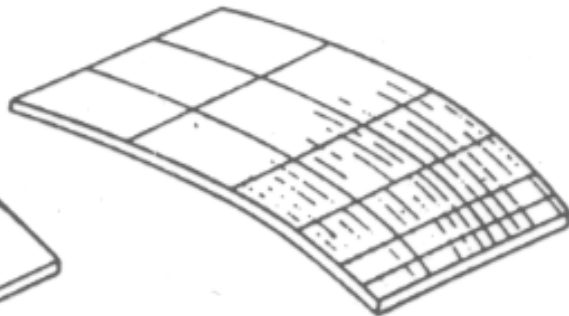
- Determinabile conoscendo K e gradiente idraulico

Tipi di falda

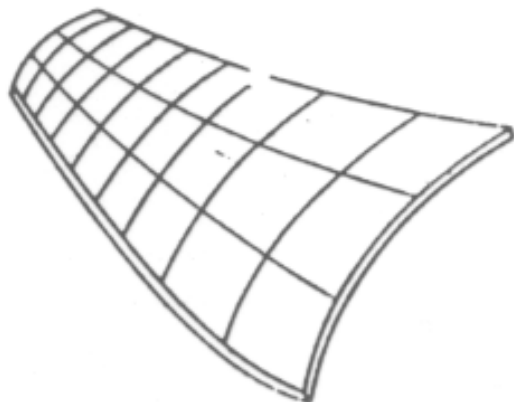
1



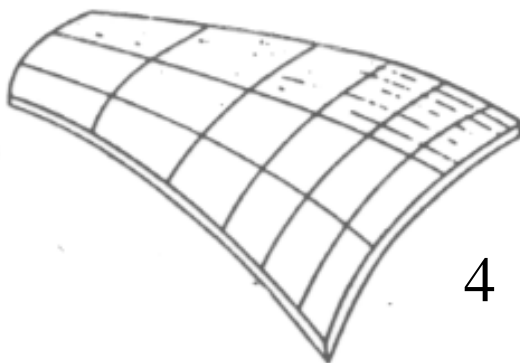
2



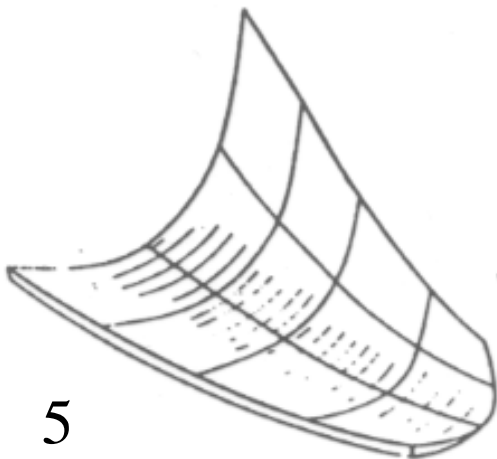
3



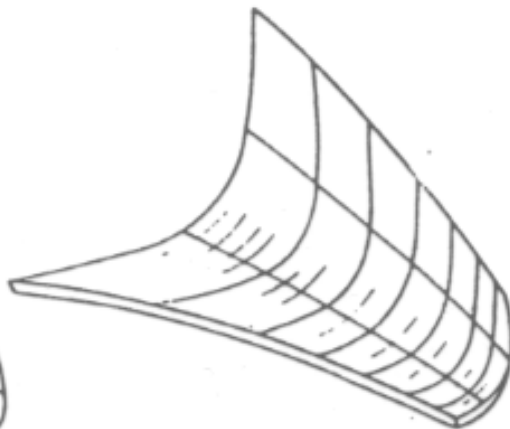
4



5



6



1 - Piatta

2 – Cilindrica

Profilo parabolico

3 – Radiale a filetti

divergenti

Profilo iperbolico

4 – Radiale a filetti

divergenti

Profilo parabolico

5 – Radiale a filetti

convergenti

Profilo iperbolico

6 – Radiale a filetti

convergenti

Profilo parabolico

Profilo parabolico: diminuisce T, aumenta ricarica

Profilo iperbolico: aumenta T

Filetti convergenti: asse di drenaggio a maggiore T, richiamo di acqua

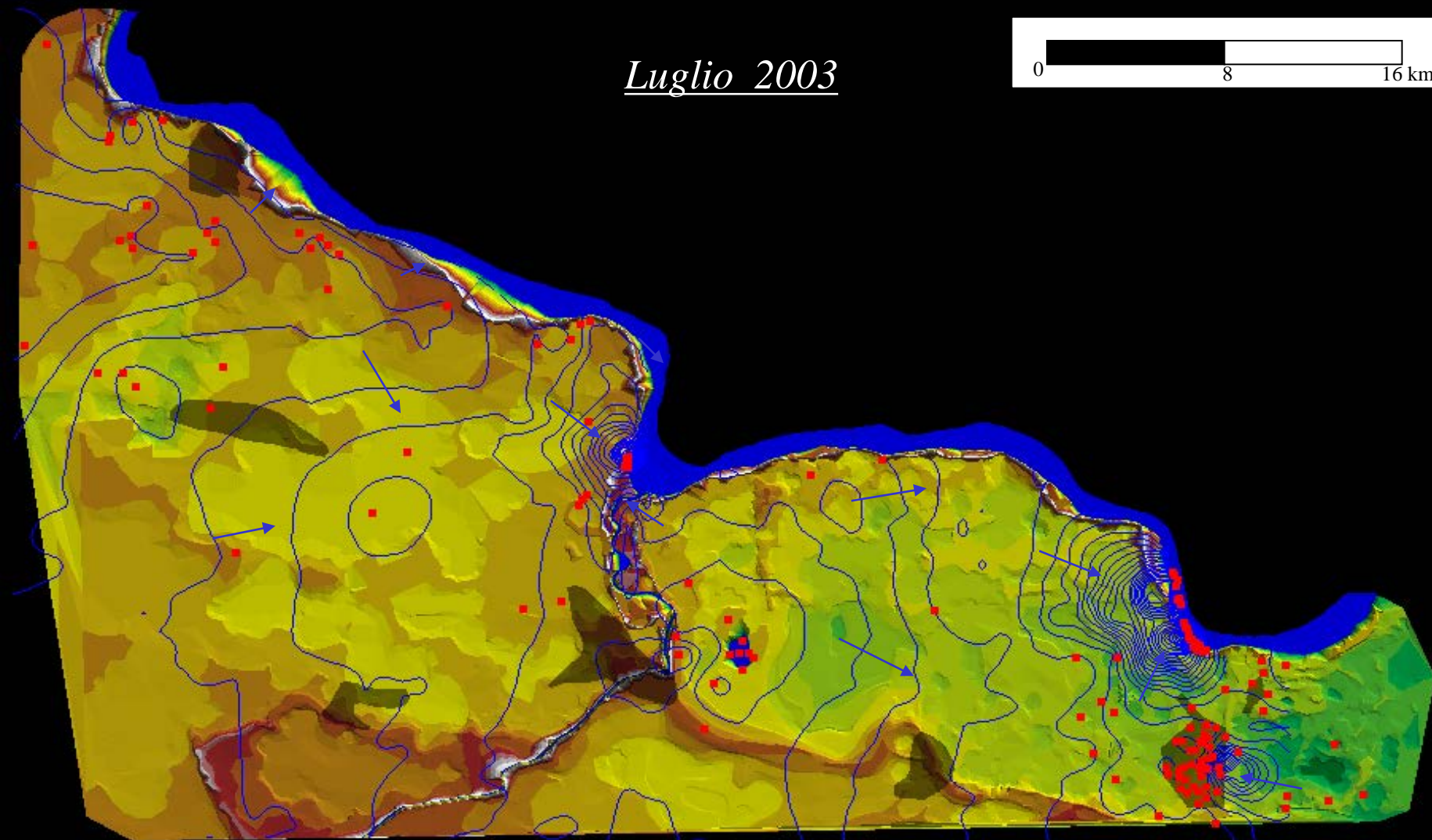
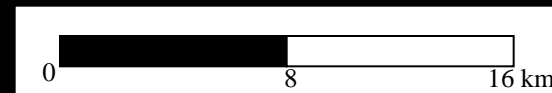
Filetti divergenti: spartiacque piezometrico, zona di alimentazione naturale o forzata

Depressioni chiuse (flusso radiale centripeto): evapotraspirazione per falda superficiale, perdite di acqua per drenanza, pompaggi

Risalienze chiuse (“mounds”) (flusso radiale centrifugo): apporti naturali per drenanza inversa, ricarica artificiale, irrigazione

Superficie piezometrica

Luglio 2003

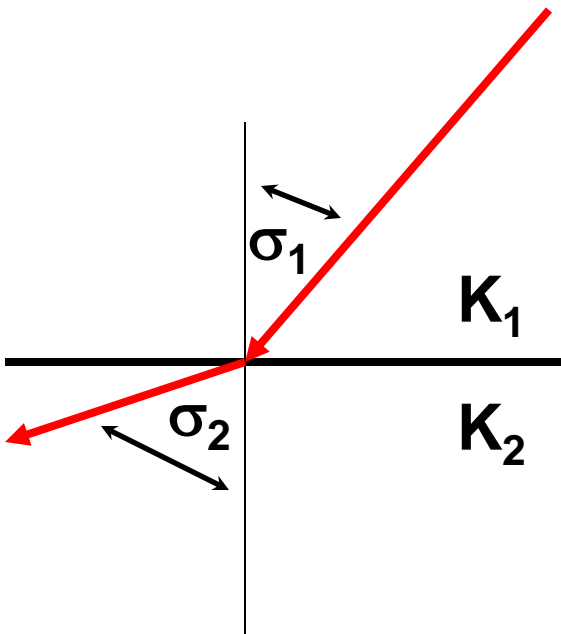


Cosa accade quando l'acqua attraversa una interfaccia fra 2 mezzi a diversa K?

La direzione di flusso cambia

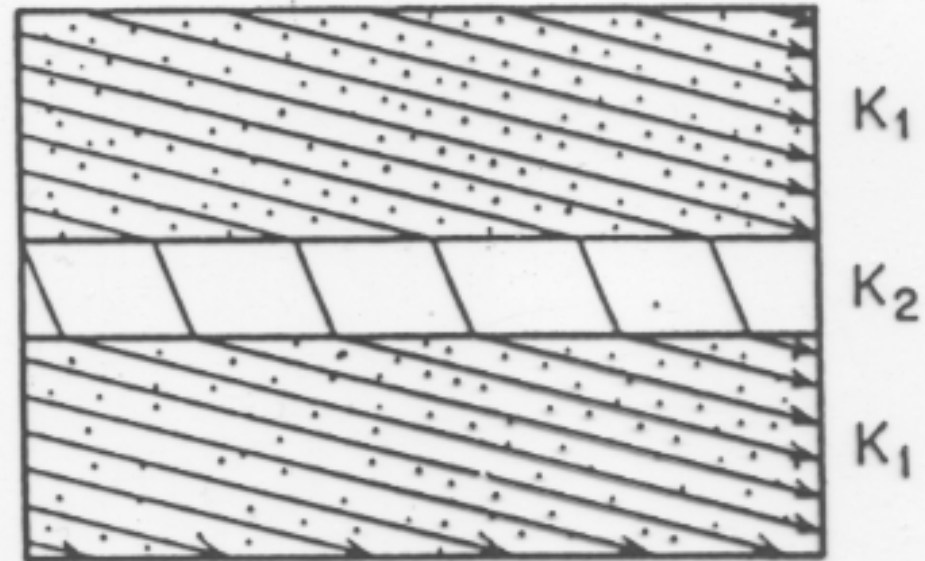
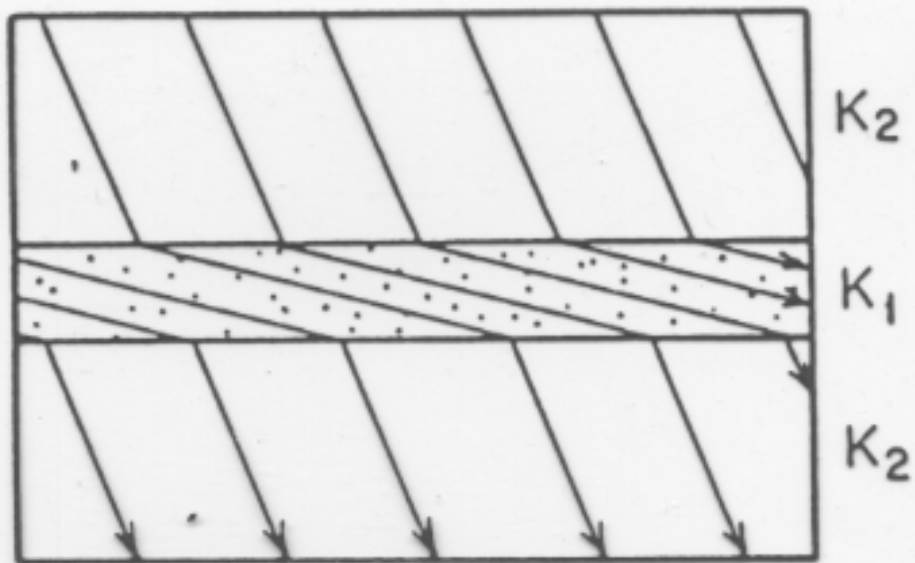
Rifrazione delle linee di flusso

Legge della tangente



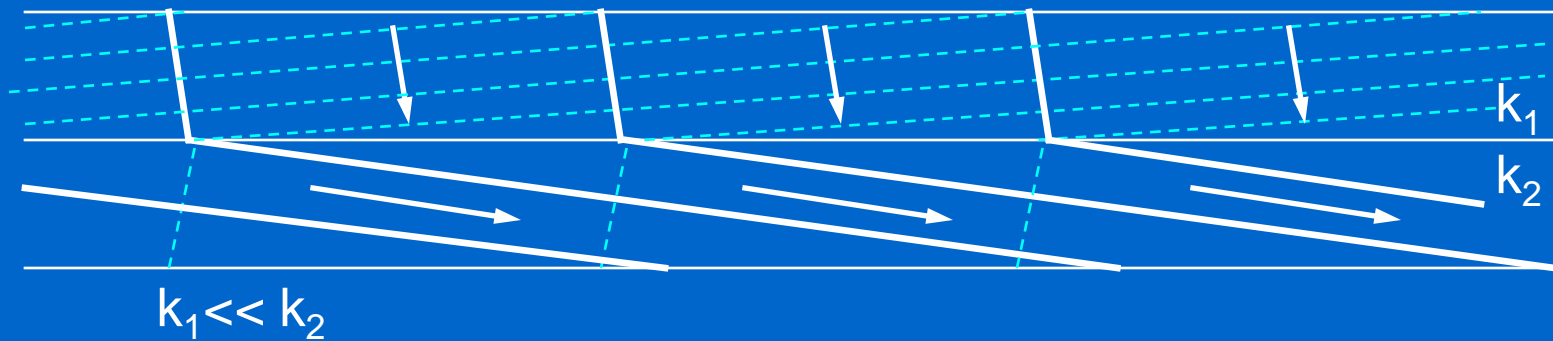
$$\frac{K_1}{K_2} = \frac{\tan \sigma_1}{\tan \sigma_2}$$

Rifrazione delle linee di flusso



$$\frac{K_1}{K_2} = 10$$

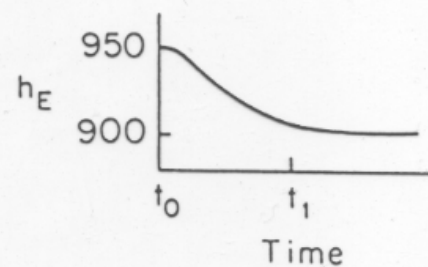
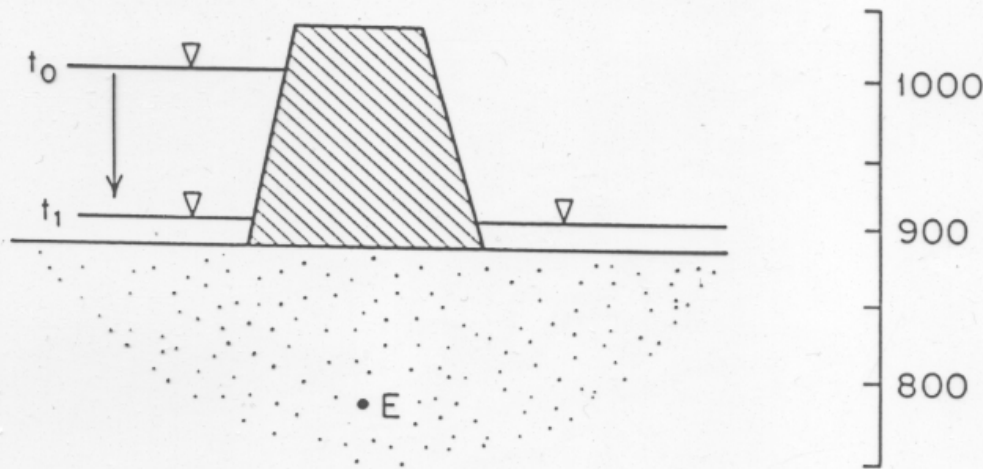
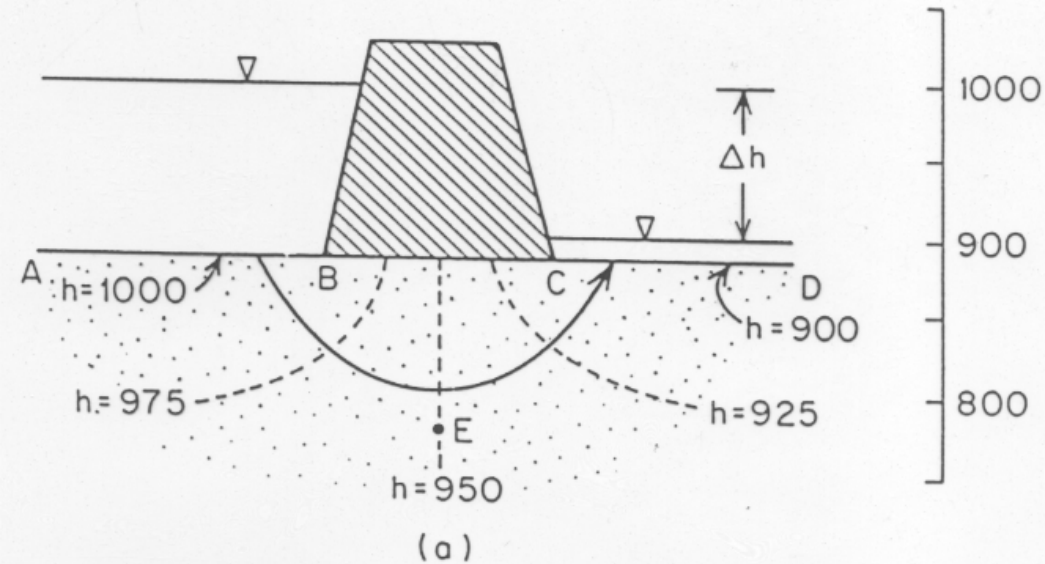
Acquitardo ed Acquifero



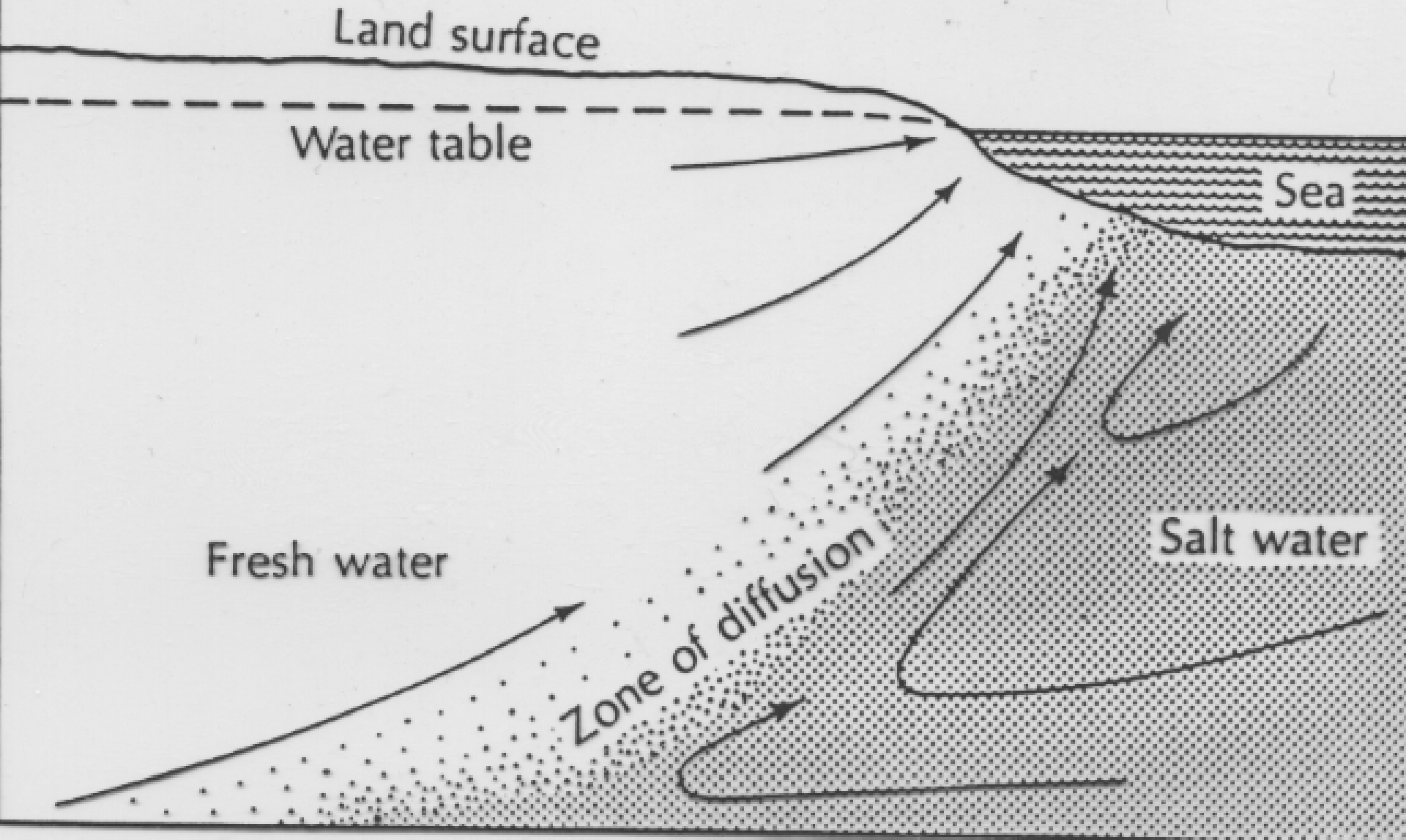
- Per sistemi di flusso regionali dove k_2/k_1 oppure $k_{\text{acquifer}}/k_{\text{acquitard}}$ tende ad essere 100 o maggiore
- Flussi in acquitardi (k_1) sono subverticali
- Flussi in acquiferi (k_2) sono suborizzontali
- La spaziatura delle linee di flusso è una misura del flusso così si nota come l'acquifero agisca da collettore di flusso

**STATO
STAZIONARIO
(STEADY
STATE)**

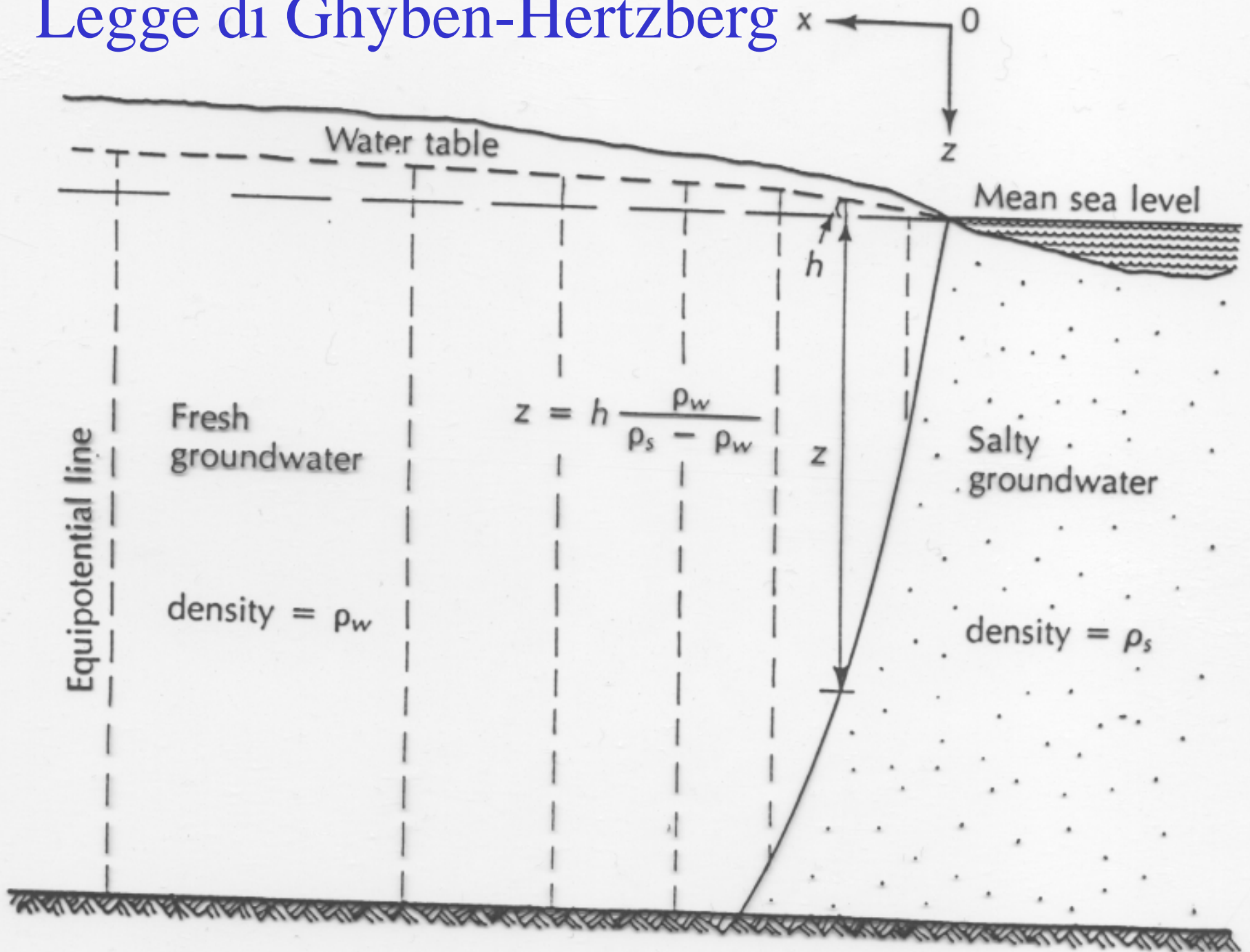
**STATO
TRANSITORIO
(TRANSIENT
STATE)**



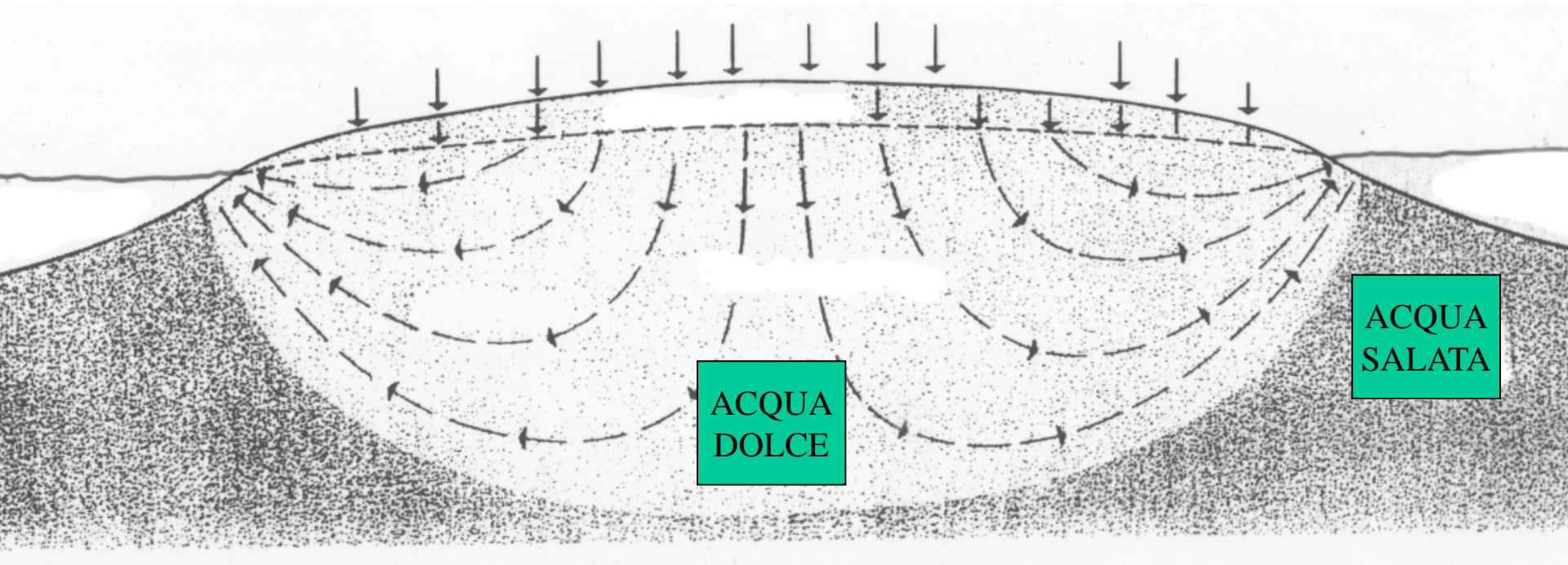
Intrusione salina – Acquifero libero



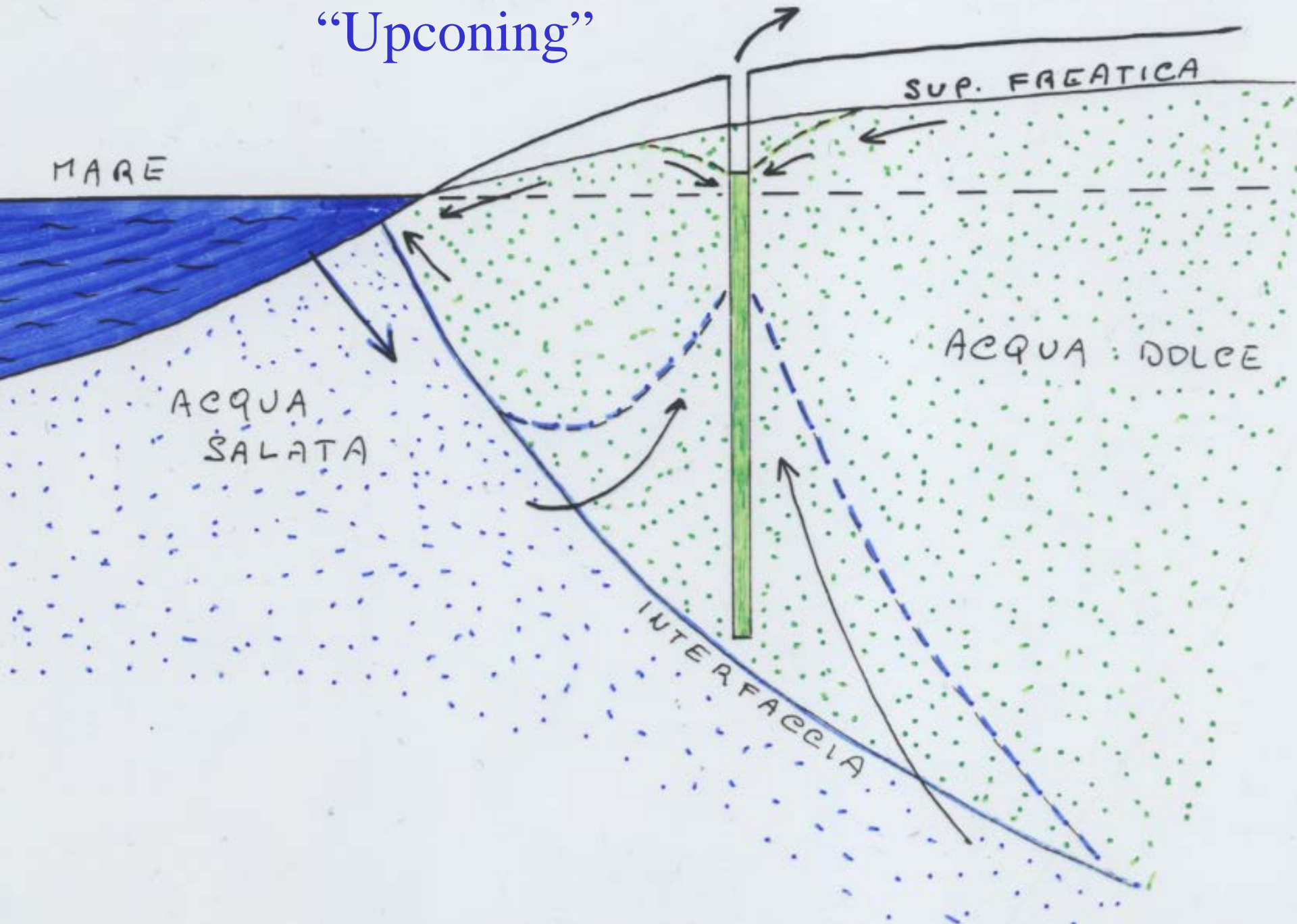
Legge di Ghyben-Hertzberg

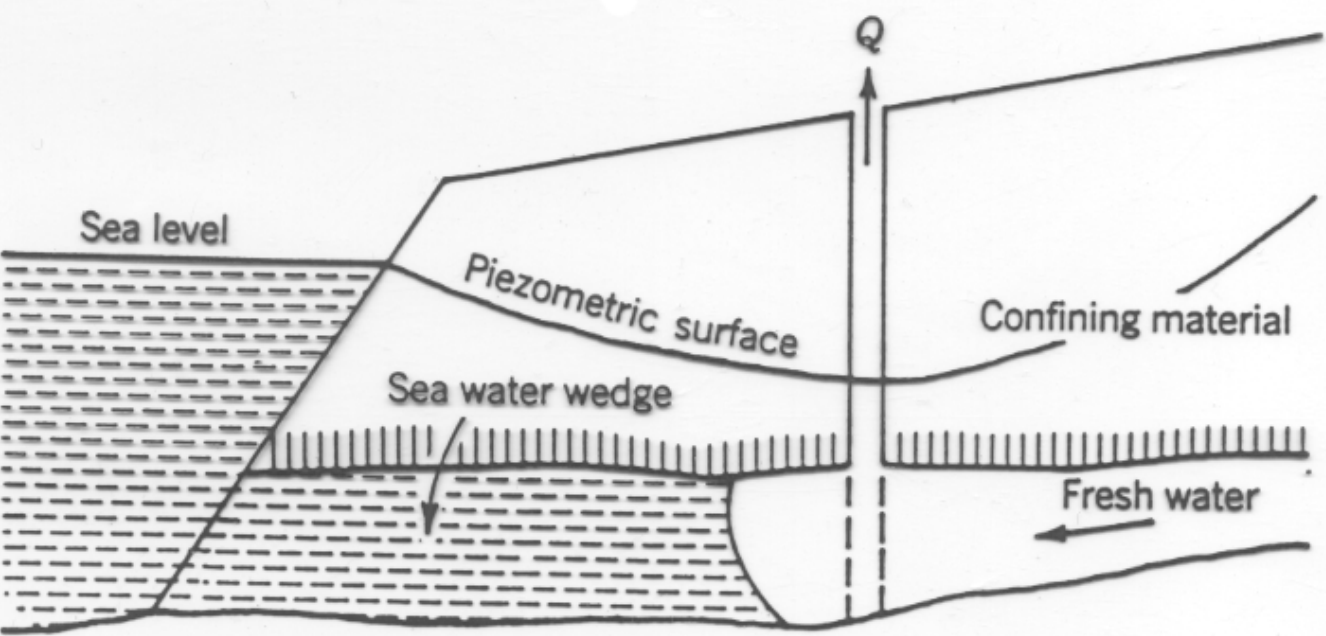
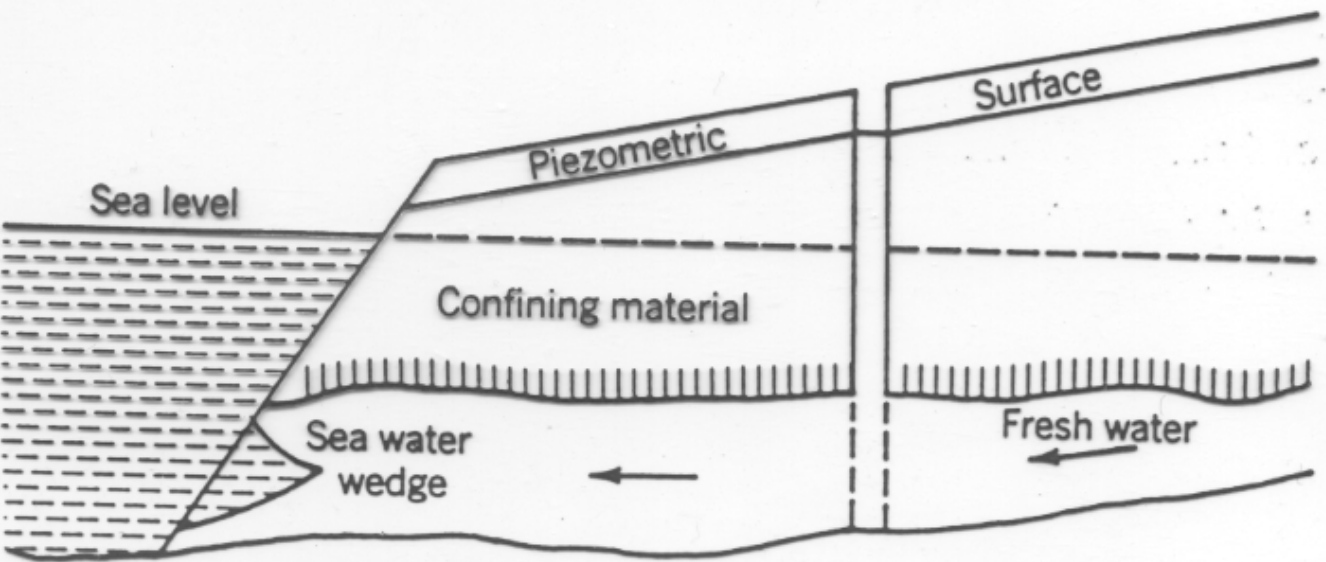


Isole



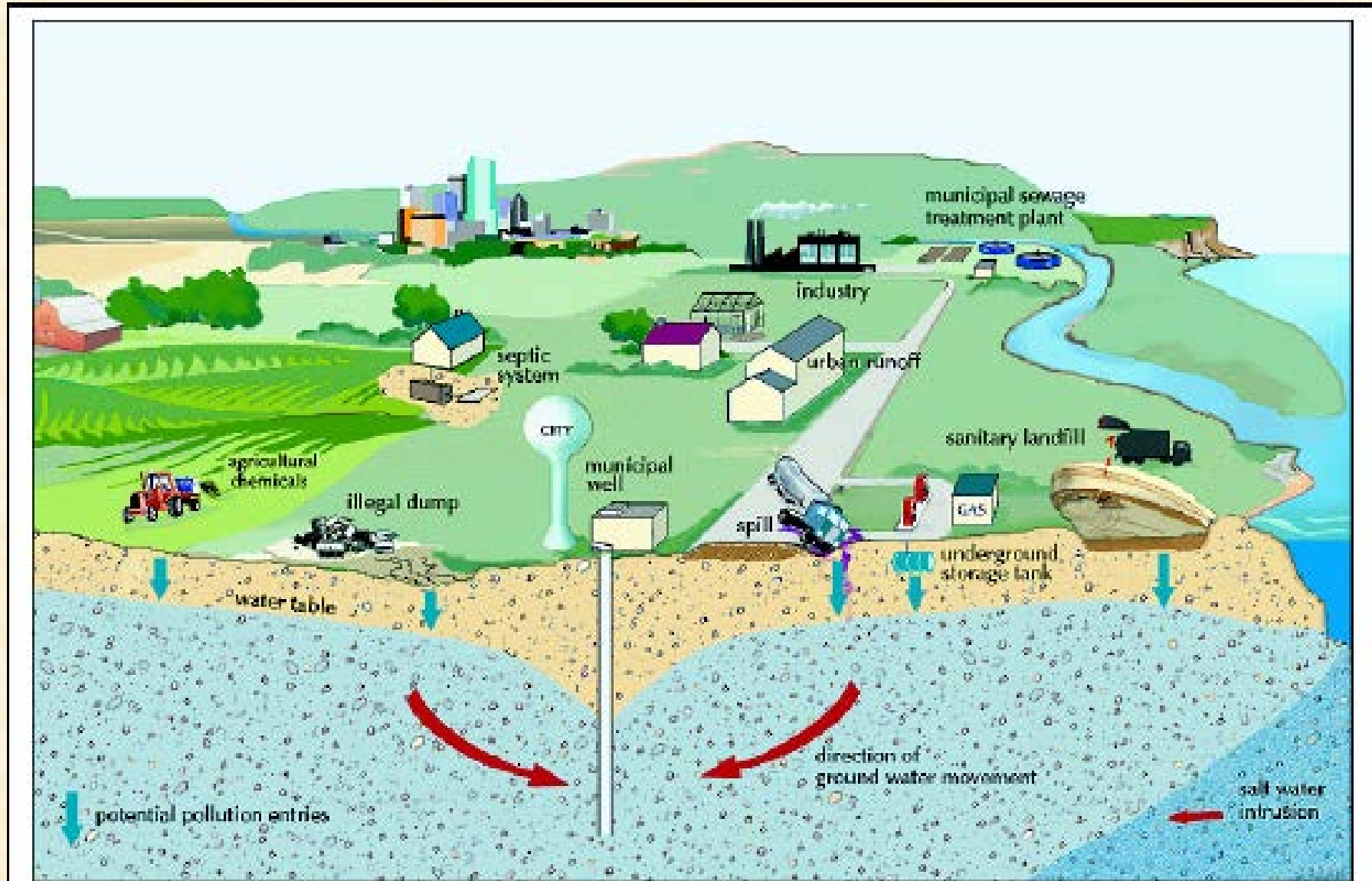
“Upconing”





Salinizzazione
 acquifero
 confinato

Attività inquinanti



Vulnerabilità-Vulnerabilità intrinseca-Suscettibilità

attitudine di un complesso acquifero ad essere contaminato da un inquinante idroveicolato o fluente in fase libera, proveniente dai pressi della superficie del terreno (funzione delle caratteristiche intrinseche idrogeologiche del sistema)

Pericolosità (Hazard)

probabilità che un evento inquinante di una data severità si manifesti (funzione di probabilità, quantità e tossicità della sostanza)

Valore

si intende quello della risorsa a rischio di inquinamento (falda) e dei punti di attingimento (pozzi, sorgenti)

Rischio

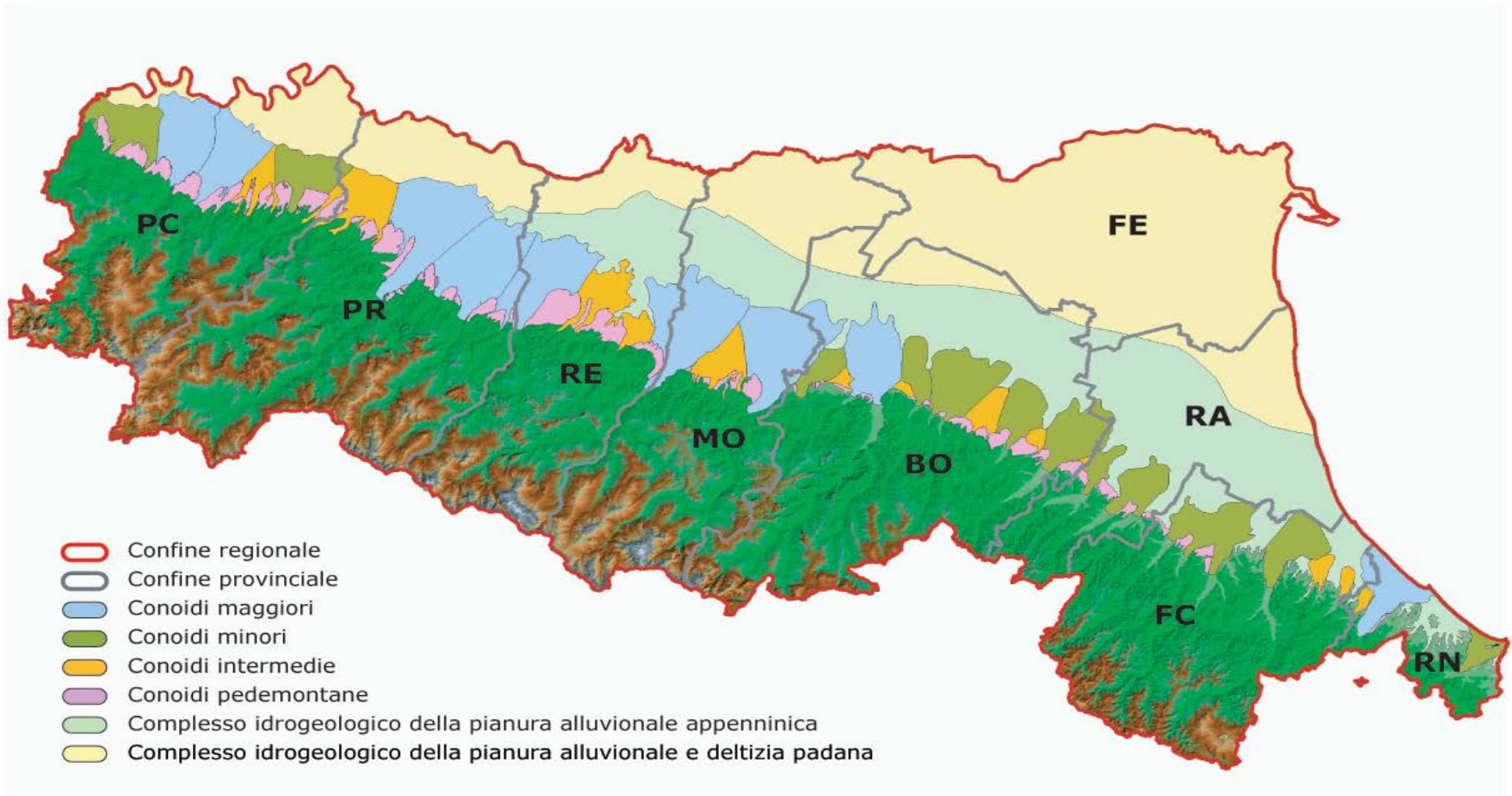
probabilità che un evento inquinante di una data pericolosità induca effetti indesiderati nella collettività (**rischio sanitario**) o nell'ambiente (**rischio ecologico**) in relazione alla vulnerabilità intrinseca dell'acquifero

**Metodologia di redazione
della Carte della Vulnerabilità
degli acquiferi
all'inquinamento**

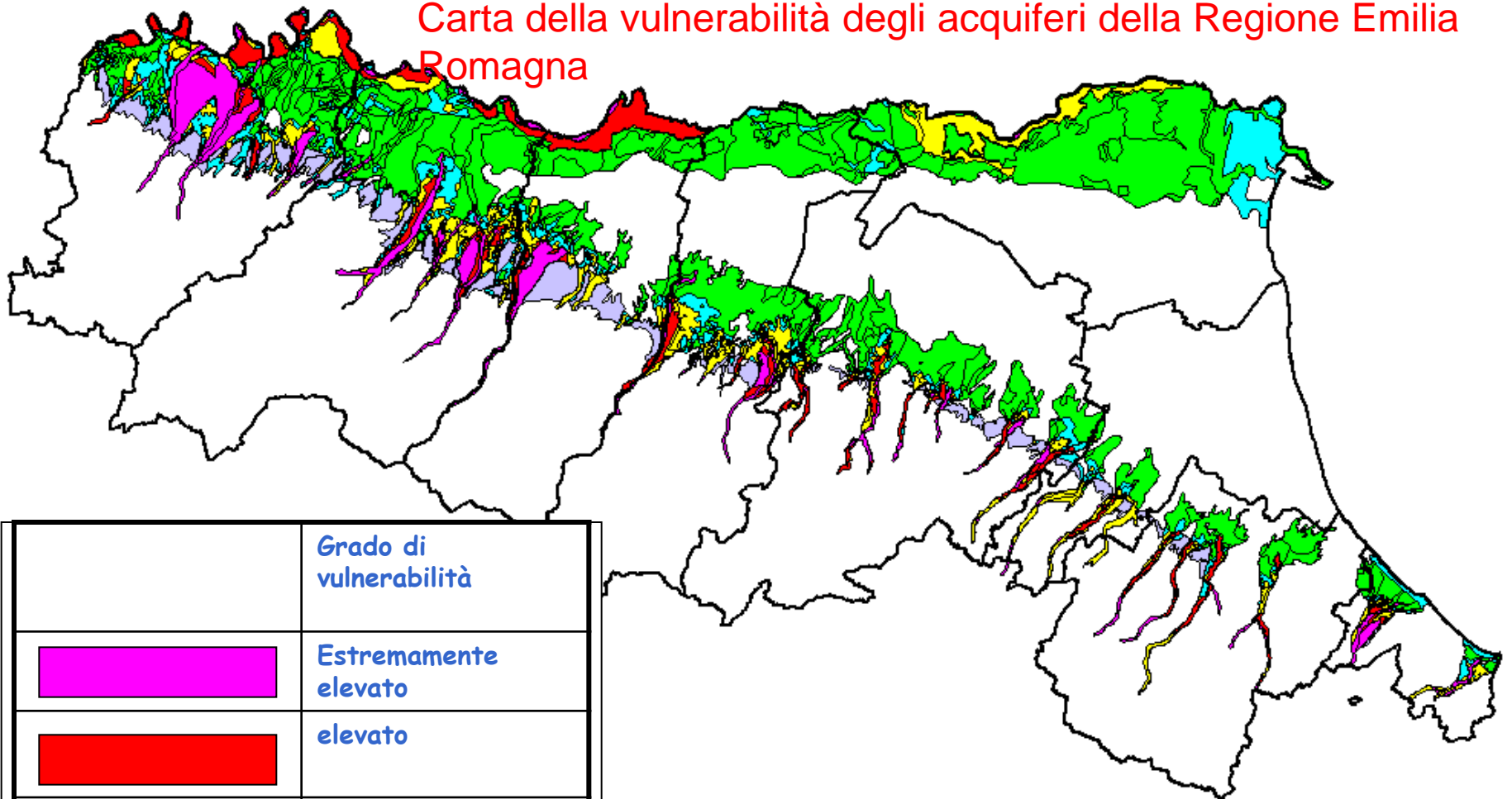
**1) PER COMPLESSI E SITUAZIONI
IDROGEOLOGICHE**

**2) METODI PARAMETRICI A PUNTEGGIO E
PESI**

3) MODELLI ANALITICI



Carta della vulnerabilità degli acquiferi della Regione Emilia Romagna



	Grado di vulnerabilità
	Estremamente elevato
	elevato
	alto
	medio
	Basso

In bianco : assenza di depositi poroso permeabili nel primo acquifero

DRASTIC

Depth to water table **SOGGIACENZA**

Recharge (aquifer) **INFILTRAZIONE EFFICACE**

Aquifer media **LITOLOGIA ACQUIFERO**

Soil media **TIPO DI SUOLO**

Topography (slope) **PENDENZA**

Impact of vadose zone **LITOLOGIA INSATURO**

Conductivity (hydraulic) **K ACQUIFERO**

DRASTIC

- Sistema parametrico a punteggio e pesi
- Indice DRASTIC

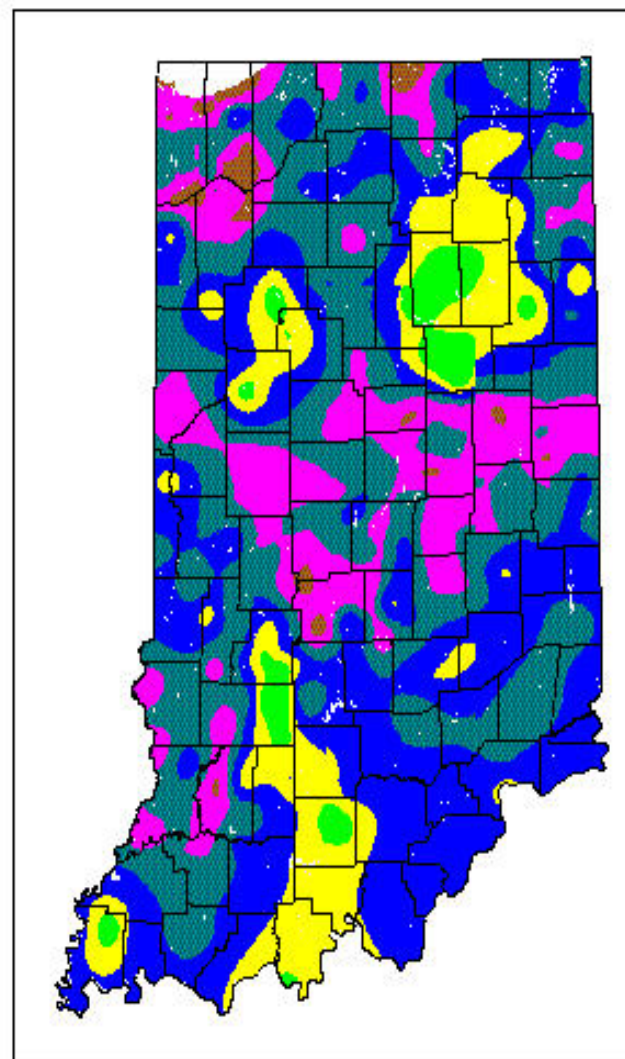
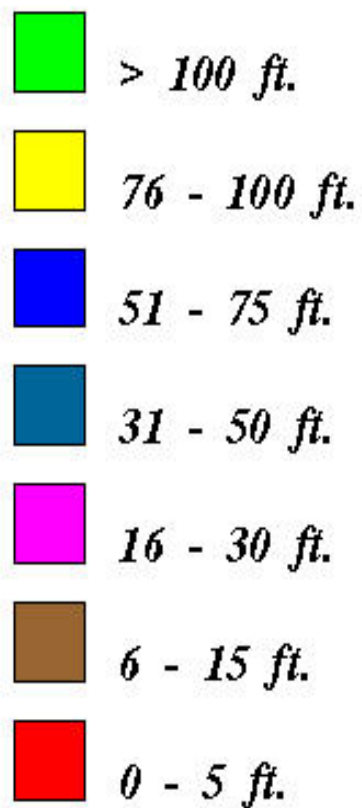
$$D_r D_w + R_r R_w + A_r A_w + S_r S_w + T_r T_w + I_r I_w + C_r C_w$$

dove $r = \text{Rating (punteggio)}$
 $w = \text{Weight (peso)}$

Pesi DRASTIC

Depth to Water Table	5
Recharge	4
Aquifer Media	3
Soil Media	2
Topography	1
Impact of Vadose Zone	5
Conductivity (Hydraulic)	3

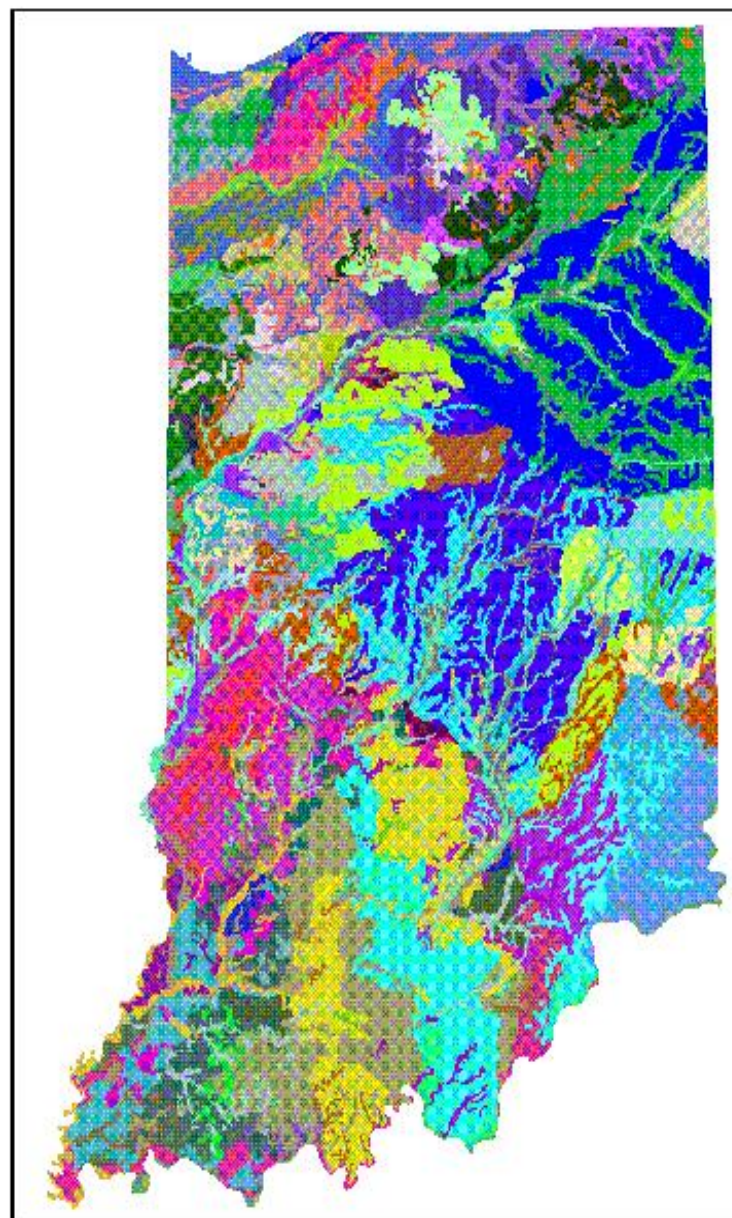
Watertable Depths For Indiana



Punteggio DRASTIC per SOGGIACENZA

<u>Profondità (ft)</u>	DRASTIC
0-5	10
5-15	9
15-30	7
30-50	5
> 100	1

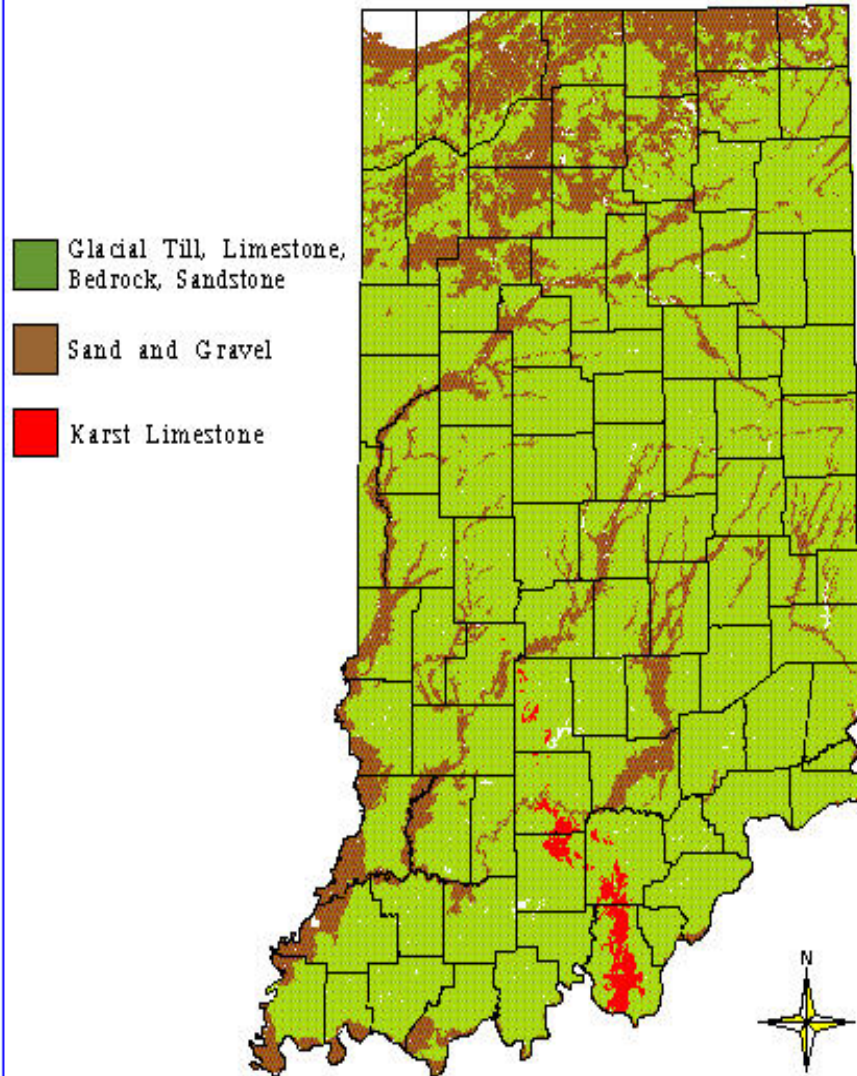
STATSGO SOILS FOR INDIANA



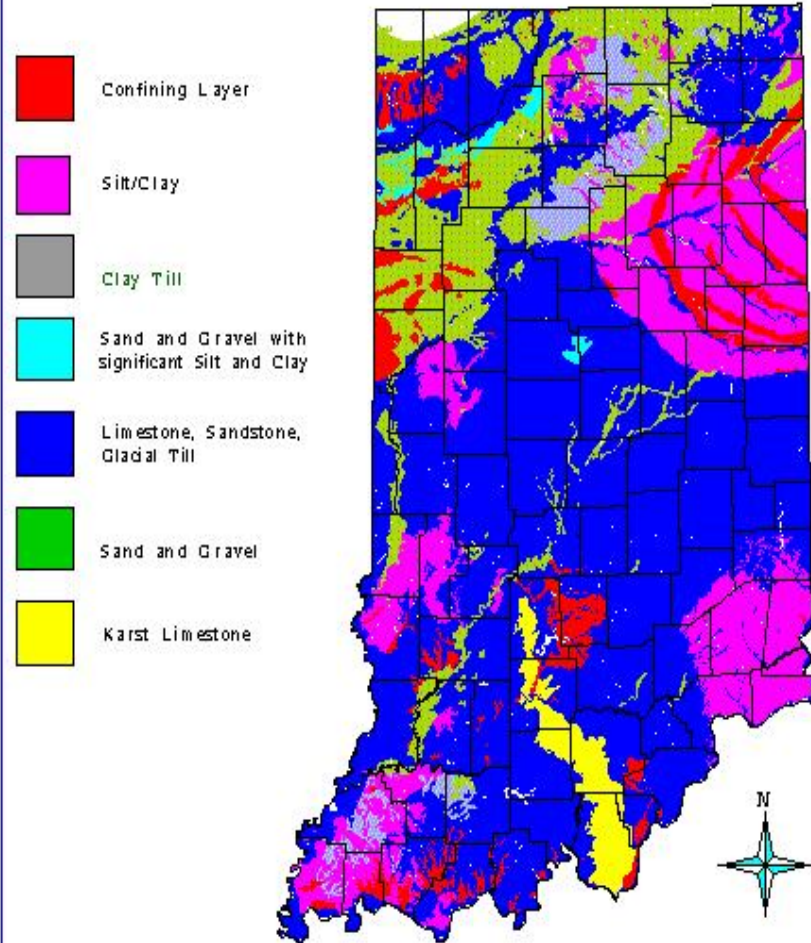
SCALE: 1 : 2569411

4635388
 REGION: 390000 700000
 4175388

Aquifer Media



Impact of the Vadose Zone



DRASTIC

(esempio di Indice Drastic)

$$D_r D_w + R_r R_w + A_r A_w + S_r S_w + T_r T_w + I_r I_w + C_r C_w$$

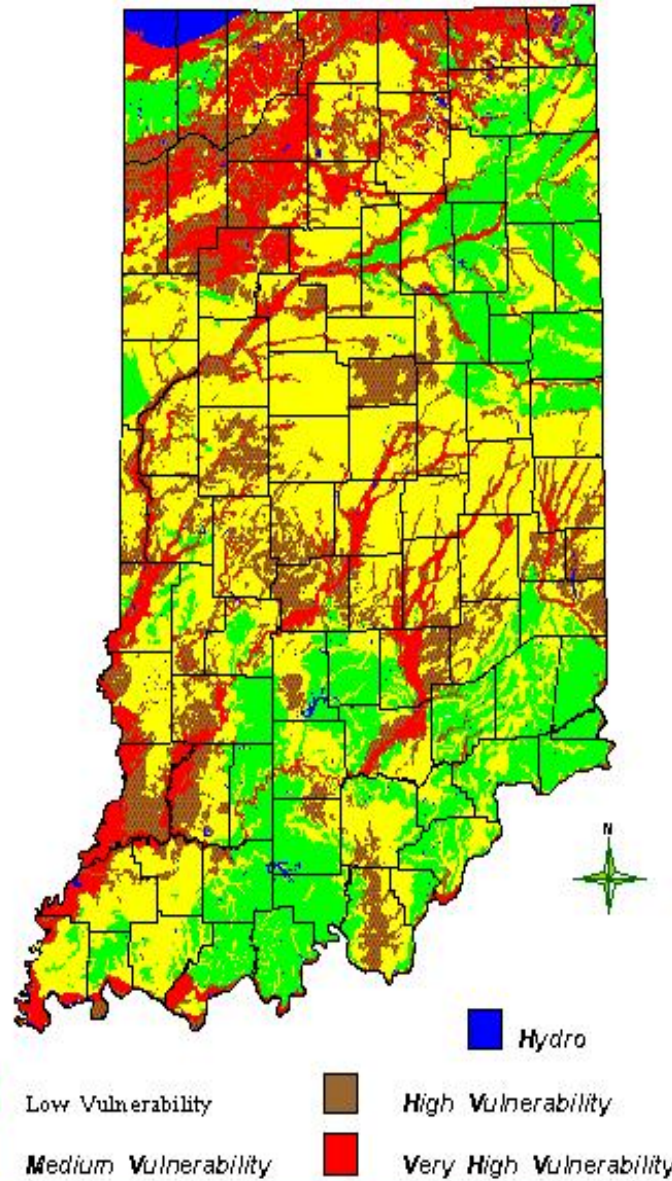
$$8 * 5 + 2 * 4 + 8 * 3 + 6 * 2 + 7 * 1 + 1 * 5 + 7 * 3$$

$$= 117$$

Grado di Vulnerabilità DRASTIC

<u>Vulnerability Rating</u>	<u>Range</u>
Low	1-100
Moderate	101-140
High	141-200
Very High	> 200

DRASTIC

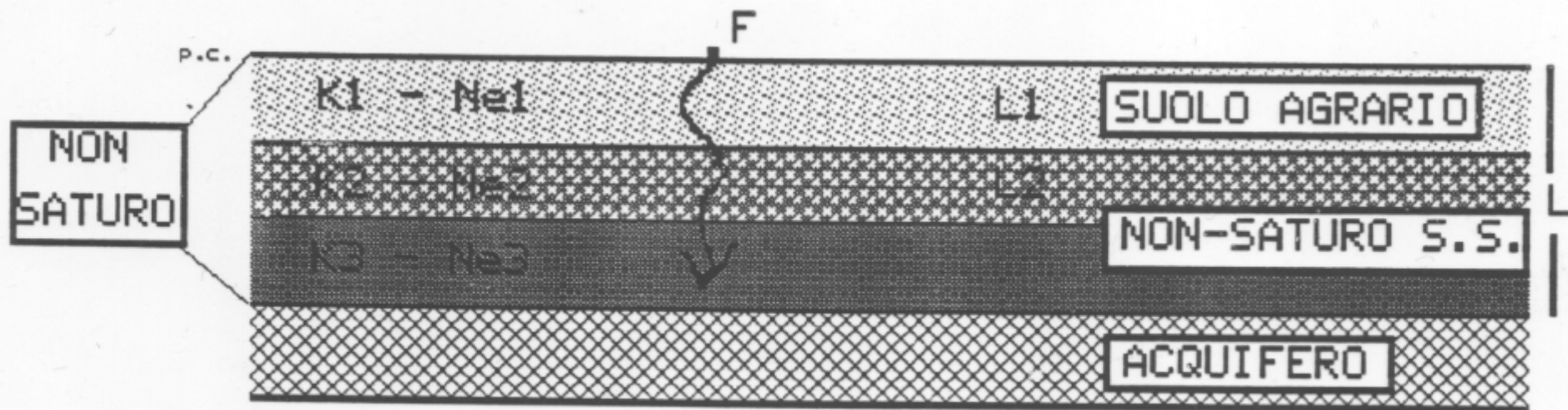


IMPORTANTE!!!

- **Le carte di vulnerabilità intrinseca sono basate solo su fattori idrogeologici**
- **Non tengono in conto la tipologia degli inquinanti**
- **Una vulnerabilità molto alta non significa che la falda sarà sicuramente inquinata**
- **Una vulnerabilità bassa non significa che la falda non sarà inquinata**

- **NON CONFONDERE VULNERABILITA' CON RISCHIO O CON PERICOLOSITA'**

TEMPO D'ARRIVO



$$T(\text{tempo d'arrivo}) = \frac{L_1 * N_{e1}}{K_1} + \frac{L_2 * N_{e2}}{K_2} + \frac{L_3 * N_{e3}}{K_3}$$

DOMANDE

- Un gradiente idraulico poco acclive???
- Paleo-alveo: filetti convergenti o divergenti??
- Alto piezometrico assoluto...?????
- Basso piezometrico assoluto...????
- Con un gradiente dello 0.3%, la piezometrica su 1000 m si abbassa di..????
- In una zona di ricarica il carico idraulico come varia in profondità?