

# LE STRUTTURE CARSICHE COMPLESSE

dove mettere i punti di controllo



## INDICE

### I sistemi carsici

La litologia

Le discontinuità

La struttura tettonica

L' alimentazione

Le reti di drenaggio

Relazioni tra onda di piena e variazioni di conducibilità

Il posizionamento delle stazioni di monitoraggio



# LETTURA DELLE STRUTTURE CARSIICHE COMPLESSE

- Prima di iniziare qualsiasi operazione di monitoraggio occorre, innanzitutto, definire precisamente l' "oggetto" dello studio.
- Il monitoraggio è quasi sempre locale, cioè riferito al punto dove è localizzata la strumentazione.
- Per poter estrapolare una serie di misure "puntuali" ad un sistema complesso, occorre scegliere opportunamente la localizzazione dei punti di misura.
- Questo può essere fatto solo costruendo un modello del sistema oggetto di studio, basato sulle conoscenze pregresse.
- Una grotta o una sorgente carsica non possono mai essere considerate come oggetti isolati, ma devono essere inquadrare come parti di sistemi complessi.

# I SISTEMI CARSICI

Per sistema carsico si può intendere l'insieme di forme superficiali e di condotti prodotti da processi carsici, o da processi da essi indotti, la cui funzione è di drenare le acque di infiltrazione da una certa area verso una sorgente carsica.

Si tratta quindi di un particolare tipo di "bacino idrogeologico", in cui però la componente sotterranea del deflusso è dominante e la cui struttura non è riconducibile ad un modello bidimensionale.

La struttura di un sistema carsico dipende da molteplici fattori la conoscenza dei quali permette in genere di definire, almeno a grandi linee, la conformazione del sistema carsico.



# STRUTTURA DI UN SISTEMA CARSICO

La struttura di un sistema carsico, dipende principalmente da quattro insiemi di fattori:

## A) – LITOLOGIA

composizione mineralogica  
strutture sedimentarie

## B) – DISCONTINUITA'

superfici di strato  
fratture: diaclasi, faglie  
clivaggio

## C) – STRUTTURA TETTONICA

tabulare  
monoclinale  
a pieghe  
a blocchi fagliati

## D) – ALIMENTAZIONE

allogenica  
locale  
per travaso (diffusa)  
ipogenica



## INDICE

I sistemi carsici

La litologia

Le discontinuità

La struttura tettonica

L' alimentazione

Le reti di drenaggio

Relazioni tra onda di piena e variazioni di conducibilità

Il posizionamento delle stazioni di monitoraggio



# CARATTERISTICHE LITOLOGICHE

I sistemi carsici si trovano in pratica in due sole categorie di rocce

Rocce evaporitiche: gessi, depositi di salgemma

Rocce carbonatiche: calcari - dolomie



Influenza delle litofacies

- Granulometria: es. calcareniti → calcilutiti
- Stratificazione: es. calcari massicci o stratificati
- Intercalazioni: es. argilliti, marne, selci
- Filoni: es. corpi di brecce o materiale insolubile
- Brecce sin-sedimentarie

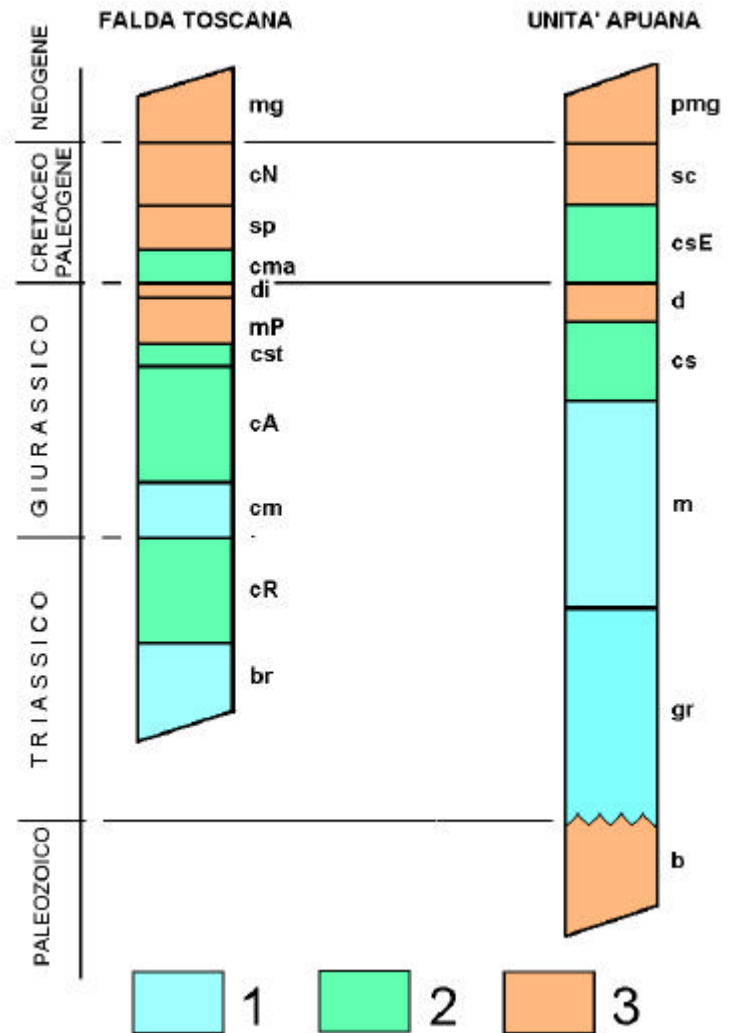
# CARATTERISTICHE LITOLOGICHE

Grado di carsificabilità:

Alto: calcari massicci o a strati spessi  
marmi

Medio: calcari a strati sottili  
calcareniti  
calcari selciferi  
dolomie

Basso: calcari marnosi  
calcescisti  
calcari selciferi metamorfici  
calcari cataclasati





# CARATTERISTICHE LITOLOGICHE

Le caratteristiche litologiche di un territorio si ricavano dalle carte geologiche o da indagini dirette sul terreno.

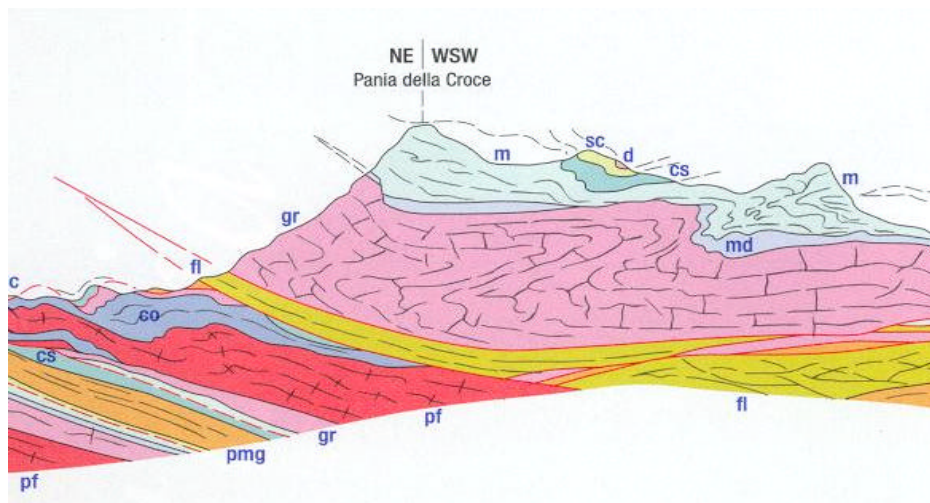
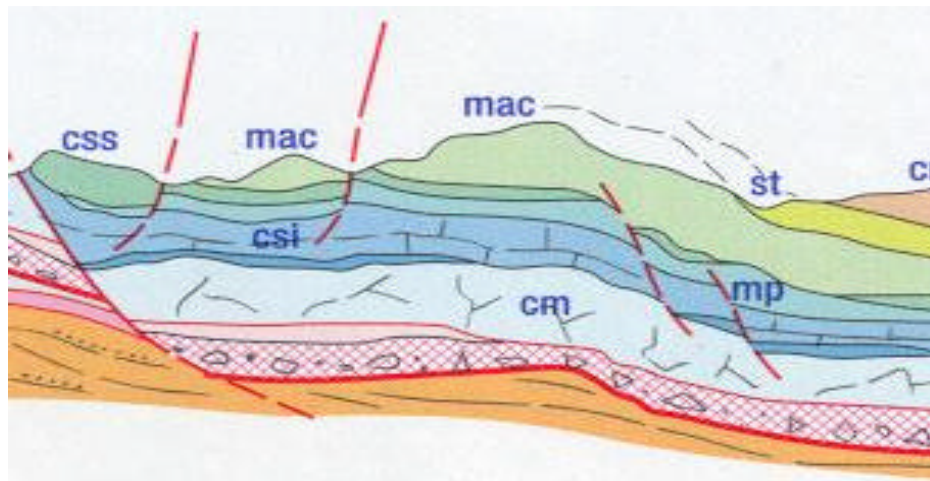




# CARATTERISTICHE LITOLOGICHE

La costruzione di sezioni geologiche, permette di ricostruire:

1. la geometria degli acquiferi carsici,
2. la presenza di zone a diverso grado di carsificabilità,
3. i rapporti geometrici con complessi idrogeologici confinanti.





## INDICE

I sistemi carsici

La litologia

Le discontinuità

La struttura tettonica

L' alimentazione

Le reti di drenaggio

Relazioni tra onda di piena e variazioni di conducibilità

Il posizionamento delle stazioni di monitoraggio



# DISCONTINUITA'

Le discontinuità presenti in un ammasso di rocce carbonatiche possono essere di 3 tipi:

Stratificazione – superfici primarie di deposizione

Fratturazione – superfici secondarie prodotte per rottura meccanica

Clivaggio – superfici secondarie in rocce deformate prodotte da sforzi di taglio e/o compressivi (es. calcari metamorfici)

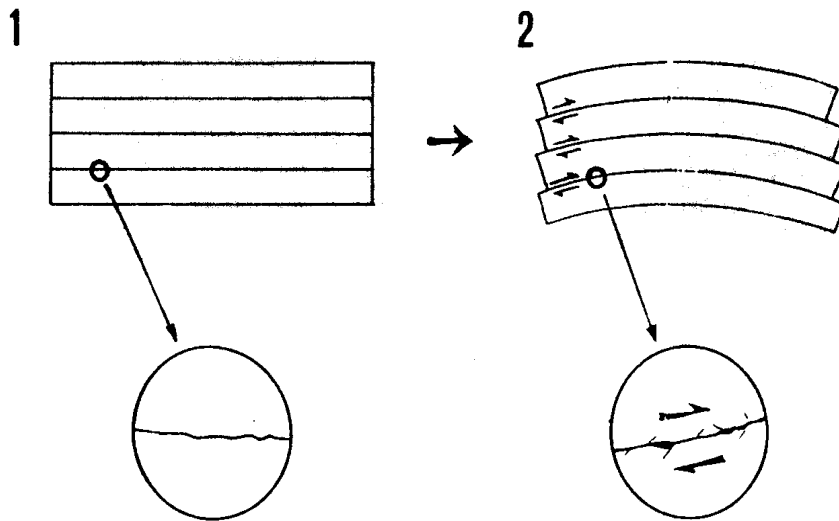


# DISCONTINUITA'

## Stratificazione

I giunti di strato hanno solitamente conducibilità idraulica ridotta.

Salvo i casi in cui i pacchi di strato siano stati oggetto di movimenti differenziali, come nel caso di piegamento.

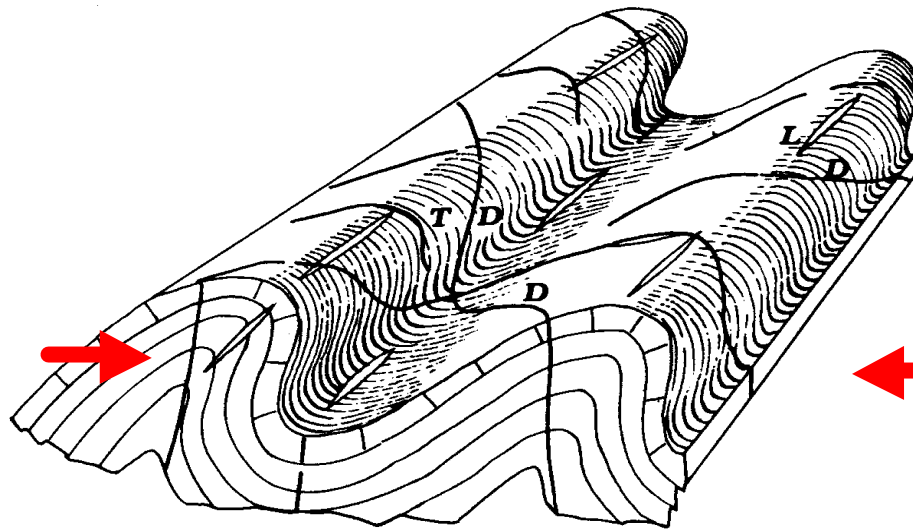
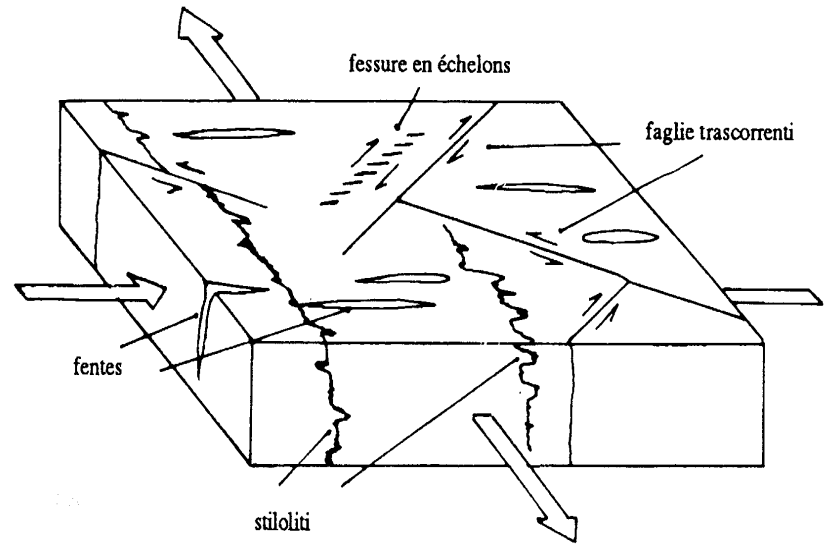


# DISCONTINUITA'

## Fratture (diaciasi, joint)

Sono legate a stress tettonici, e possono essere associate a piegamenti o a faglie.

Hanno maggiore conducibilità idraulica le fratture dovute a distensione.



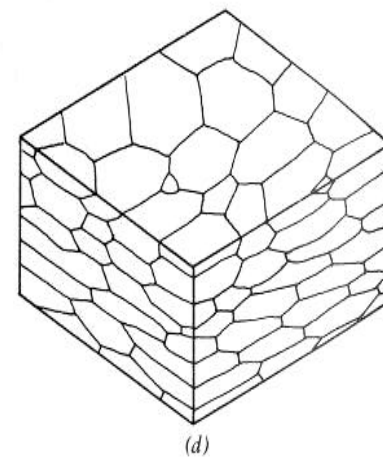
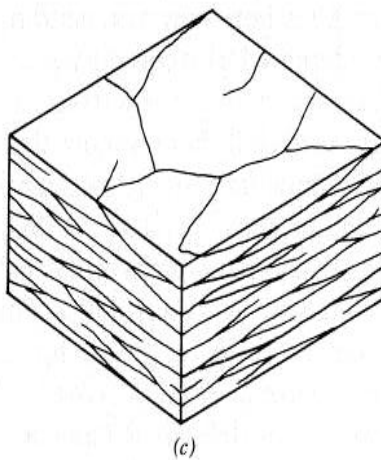
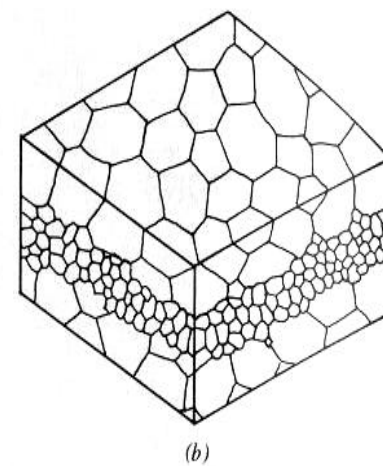
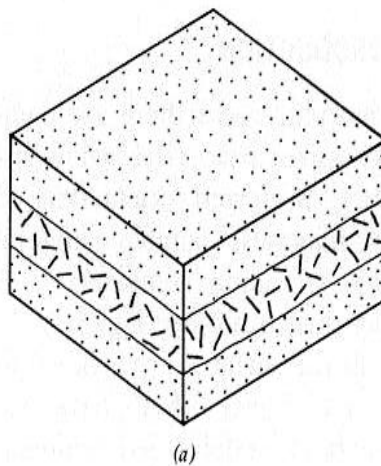
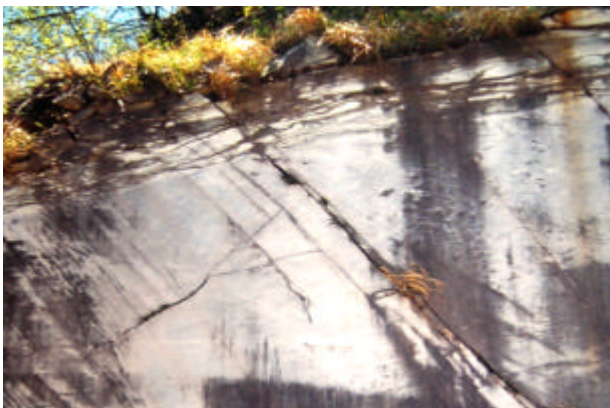
Nelle pieghe si hanno sia zone in distensione sia in compressione, con formazione di fratture con orientamento parallelo, trasversale od obliquo rispetto alla direzione di massimo sforzo.

# DISCONTINUITA'

Clivaggio – determina una elevata anisotropia della roccia.

Nelle rocce carbonatiche può essere:

- a) composizionale
- b) granulometrico
- c) di frattura
- d) di iso-orientamento



# DISCONTINUITA'

Influenza delle discontinuità sul carsismo superficiale.

Il grado di fratturazione superficiale, influenza in modo determinante lo sviluppo di forme carsiche di superficie.

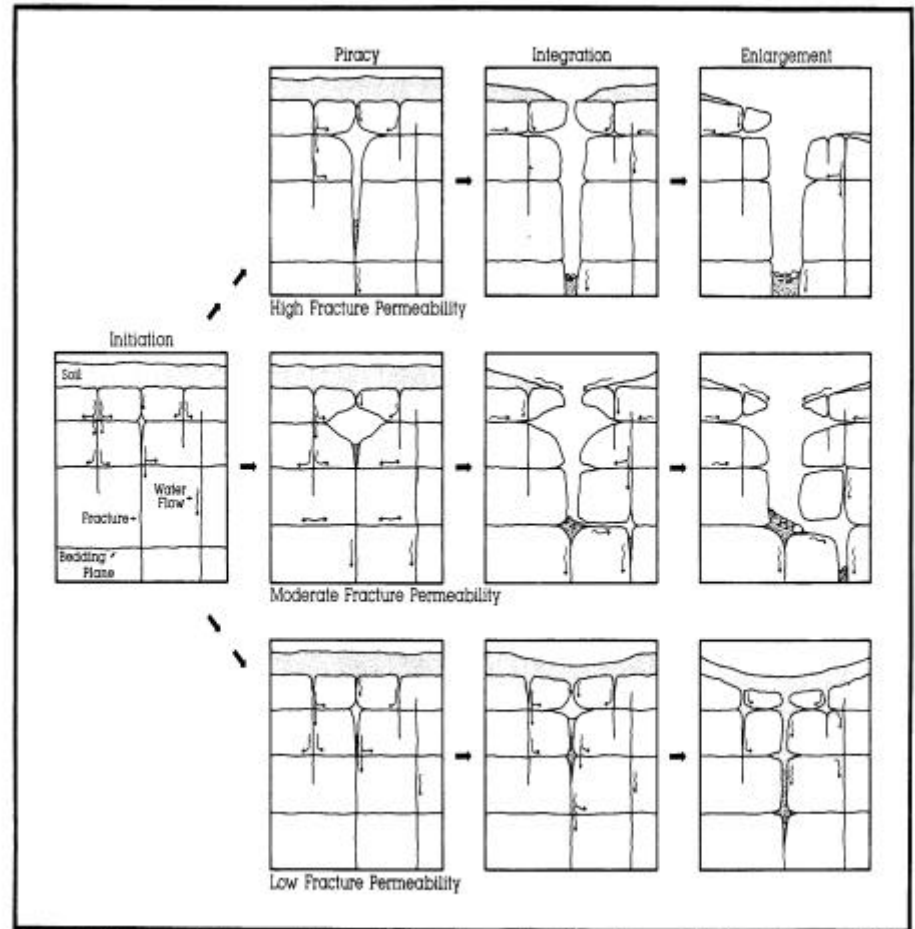


Figure 1: Phases in Cave and Sinkhole Development as Functions of Fracture Permeability

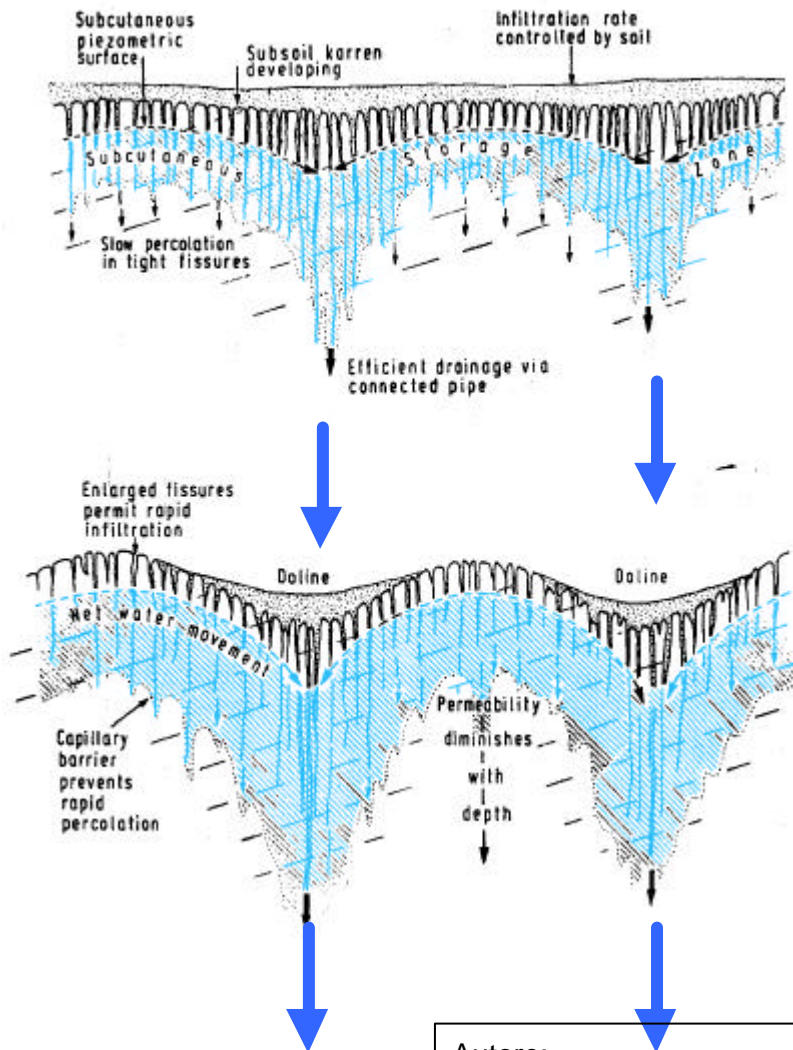


# DISCONTINUITA'

Influenza delle discontinuità sul carsismo superficiale.

Il grado di fratturazione e la disposizione delle fratture influenza in modo particolare la capacità di immagazzinamento e di ritenuta della zona epidermica (epicarso).

I punti di perdita verso la zona di percolazione e di drenaggio verticale si impostano prevalentemente all'incrocio di discontinuità e lungo direttrici ad alta conducibilità idraulica.



Autore:  
Ricercatore Leonardo Piccini

# DISCONTINUITA'

Influenza delle discontinuità sul carsismo superficiale.



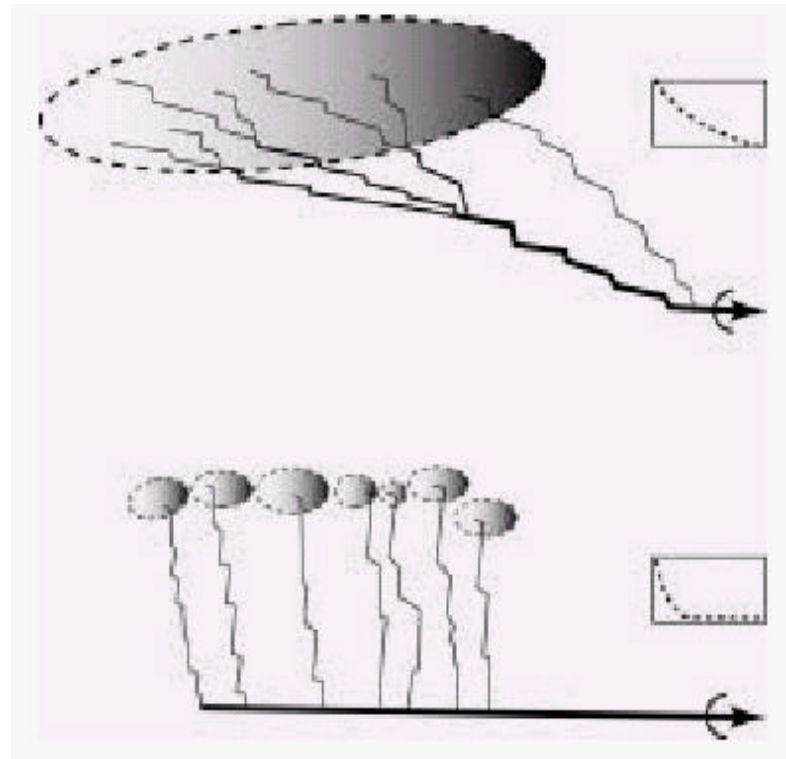
# DISCONTINUITA'

Influenza delle discontinuità sul carsismo profondo in zona vadosa.

Nella zona di trasferimento verticale (zona vadosa), la struttura dei sistemi carsici dipende dalle condizioni di permeabilità verticale in grande dell'ammasso roccioso.

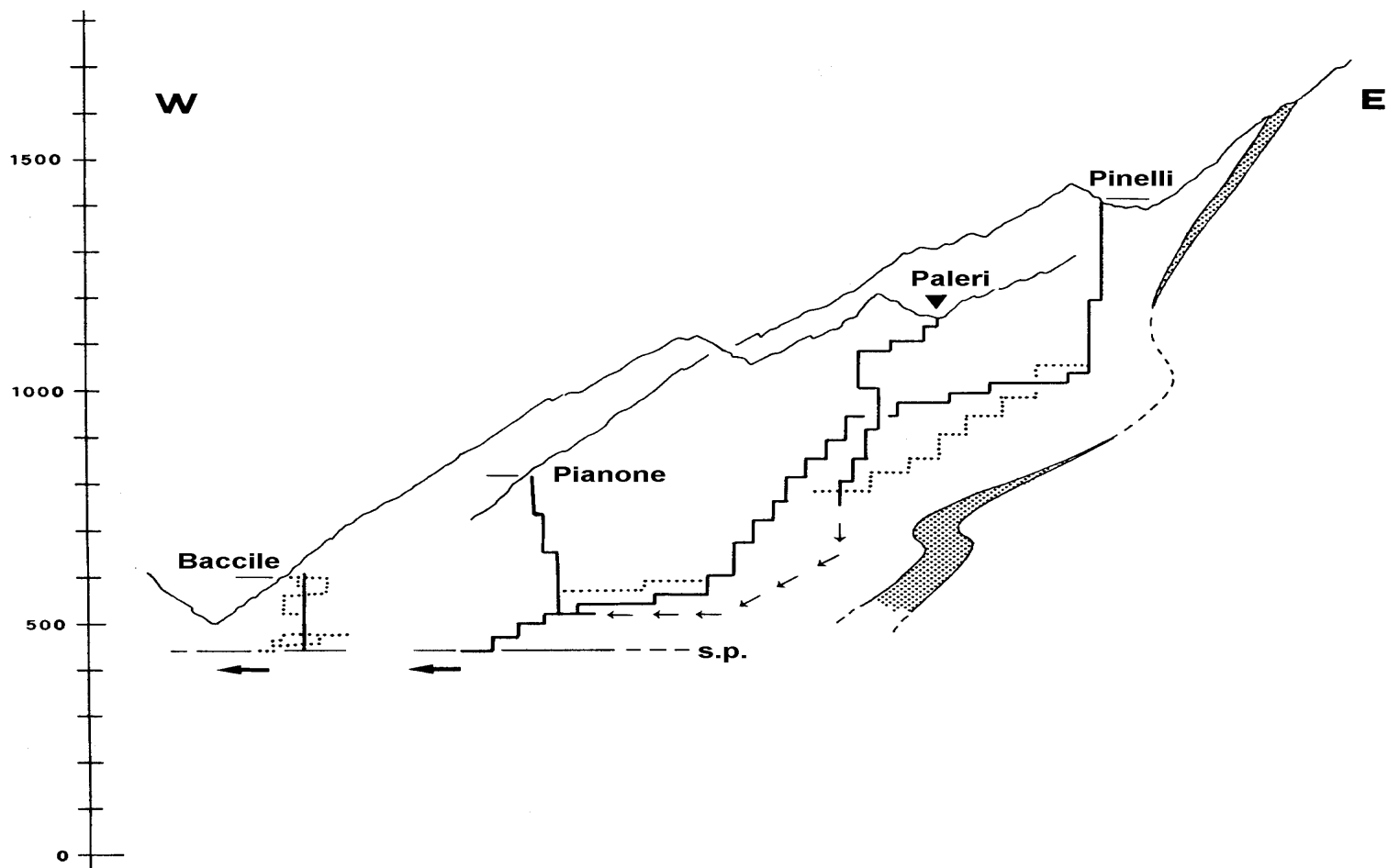
In condizioni di bassa conducibilità verticale avremo la formazione di sistemi gerarchizzati (ad albero).

In condizioni di elevata conducibilità verticale avremo numerose vie parallele confluenti direttamente nella zona satura.



# DISCONTINUITA'

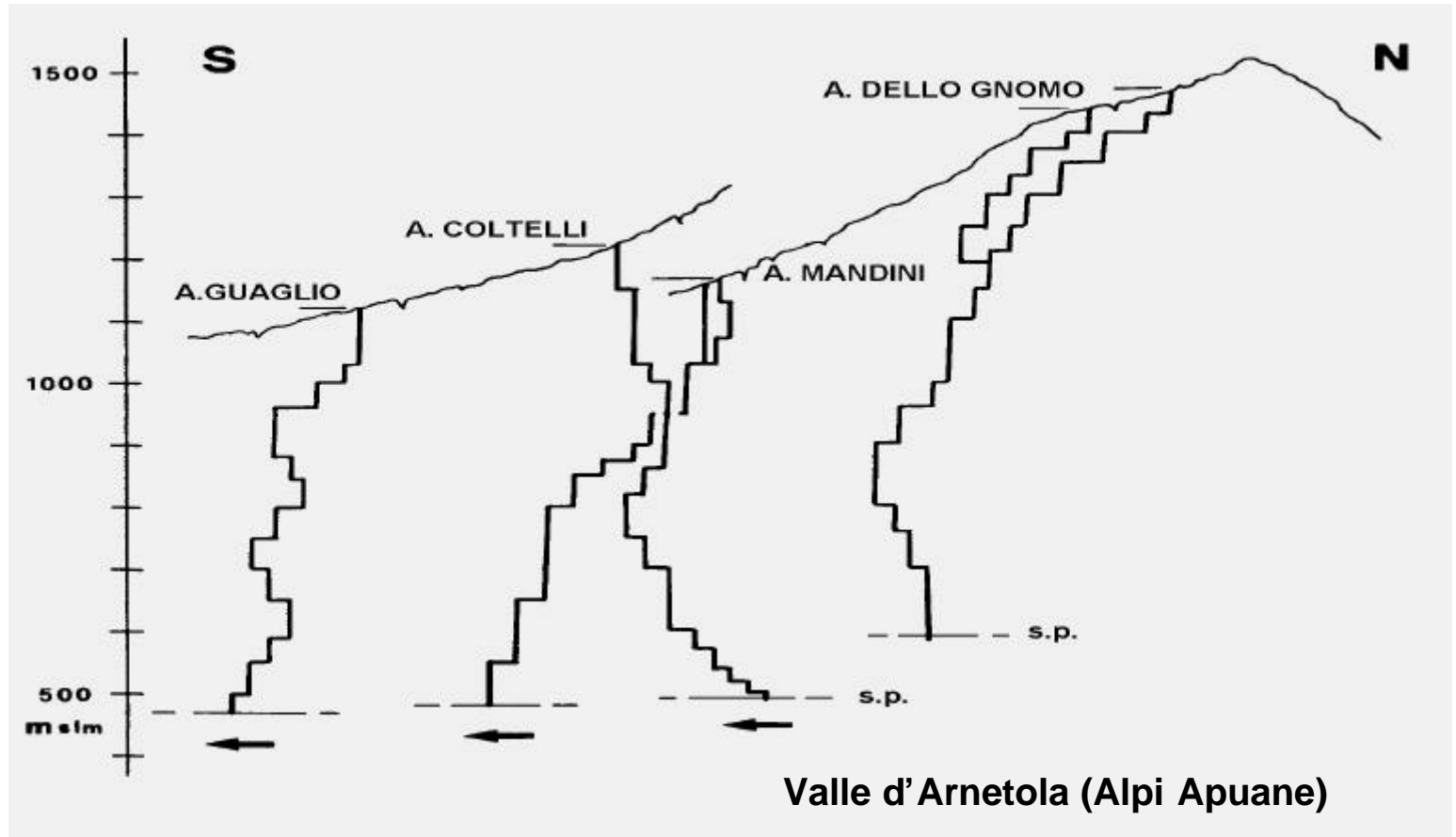
Esempio di sistema di trasferimento verticale gerarchizzato





# DISCONTINUITA'

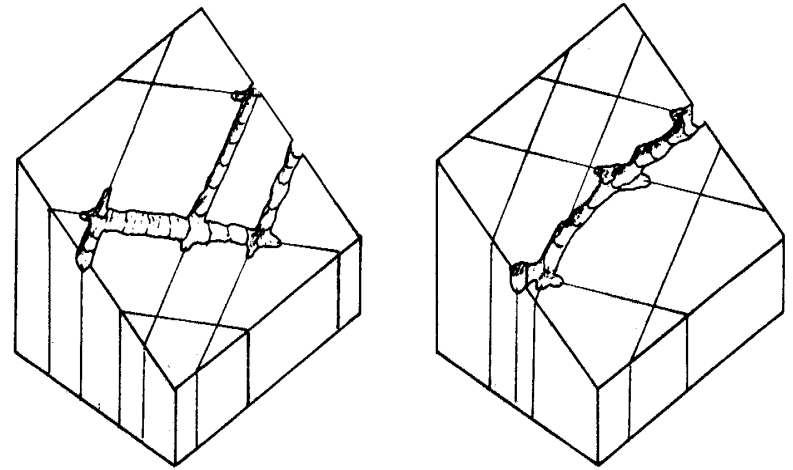
Esempio di sistemi di trasferimento verticale paralleli alimentanti direttamente la zona satura.



# DISCONTINUITA'

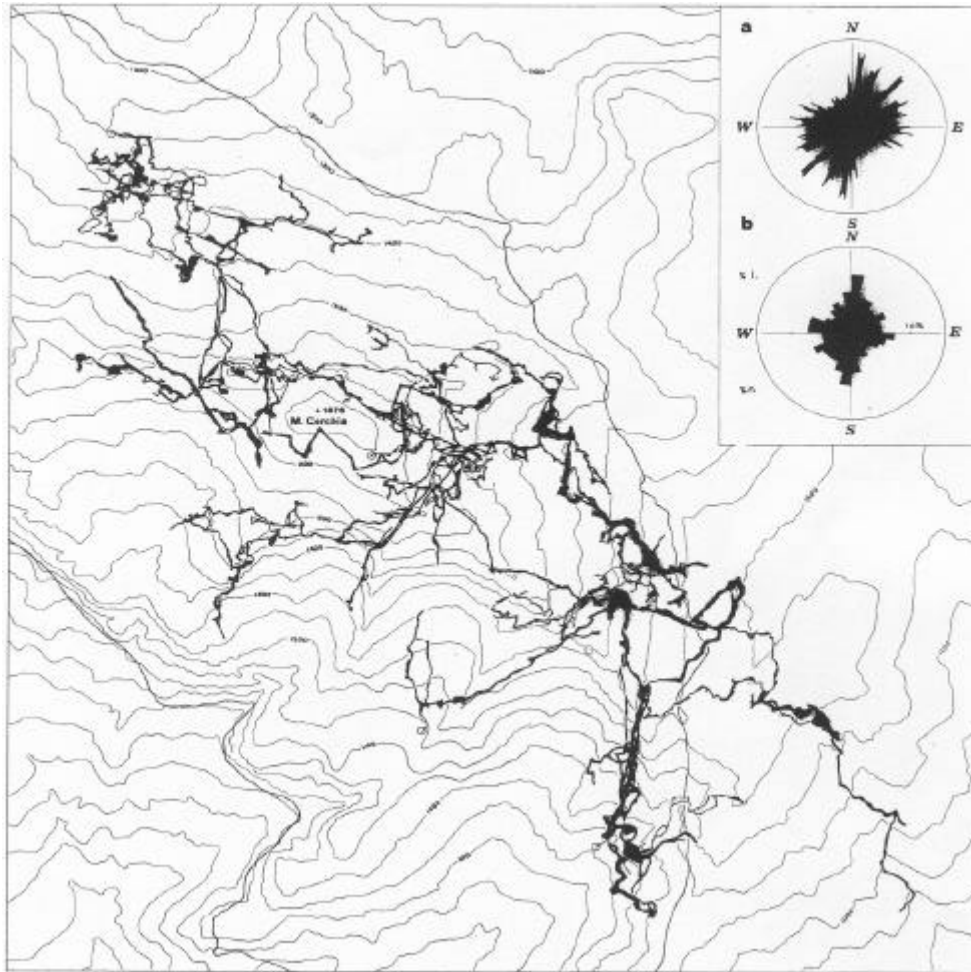
Influenza delle discontinuità sul carsismo profondo in zona satura.

Rapporti stratificazione/fratturazione.

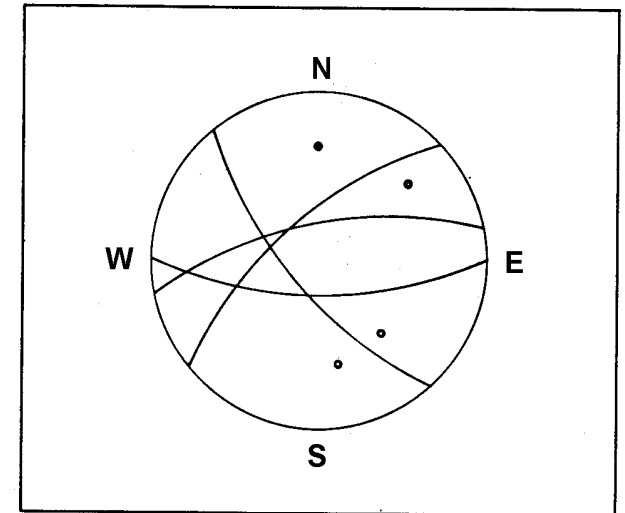


# DISCONTINUITA'

Rapporti tra andamento delle fratture e andamento dei reticoli carsici.



Lo studio delle fratture in superficie permette di fare ipotesi sull'andamento generale dei sistemi carsici in profondità.

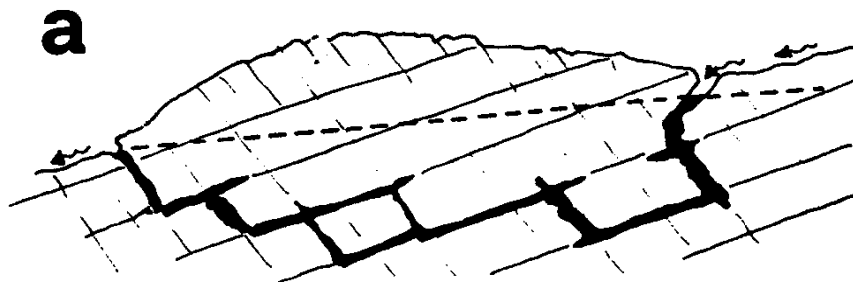


# DISCONTINUITA'

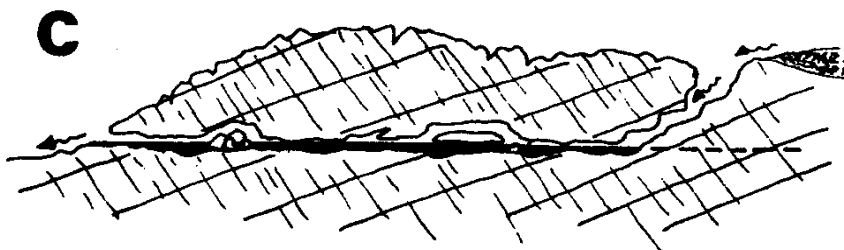
Influenza del grado di fratturazione sulla struttura della zona saturata.

Con l'aumentare del grado di fratturazione aumenta il grado di libertà del sistema.

*Con bassa fratturazione avremo sistemi bati-freatici.*



*Con alta fratturazione avremo sistemi epifreatici.*





## INDICE

I sistemi carsici

La litologia

Le discontinuità

La struttura tettonica

L' alimentazione

Le reti di drenaggio

Relazioni tra onda di piena e variazioni di conducibilità

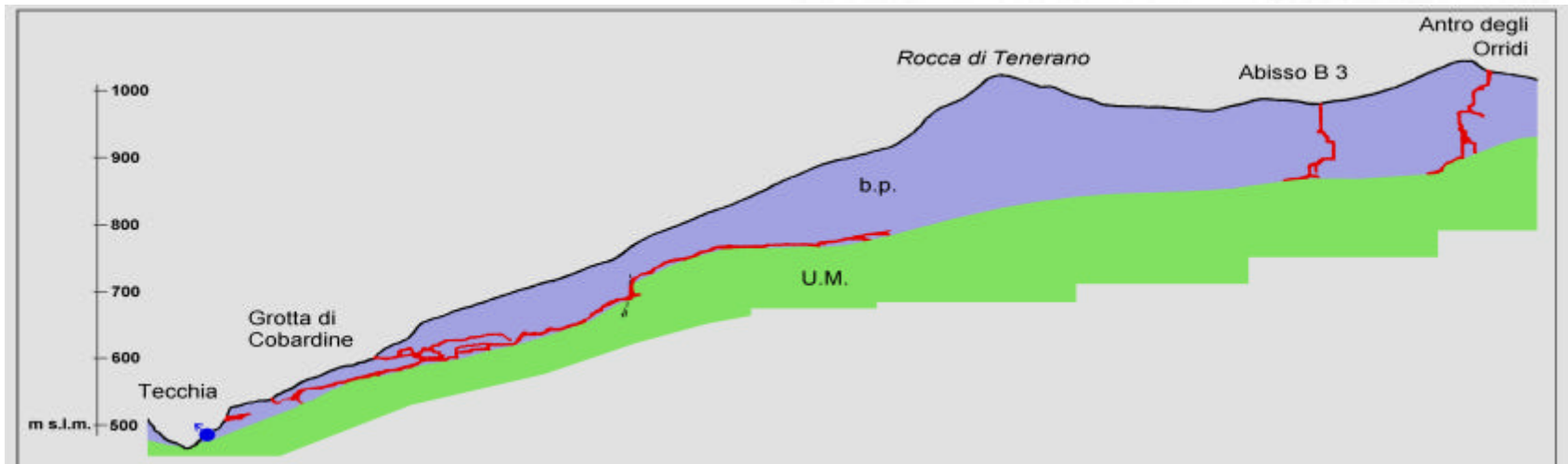
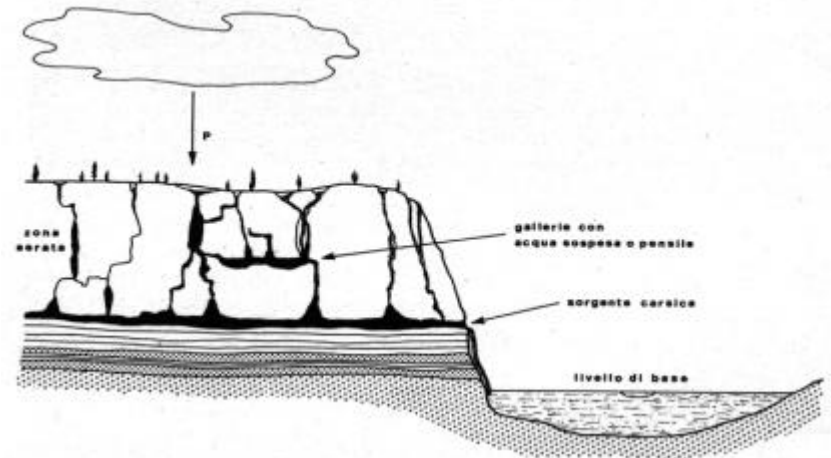
Il posizionamento delle stazioni di monitoraggio





# INFLUENZA DELLA GEOMETRIA DEL SUBSTRATO

Quando la superficie di contatto si trova a quota maggiore di quella del livello di base, la geometria del substrato impermeabile determina, in genere, la direzione di scorrimento dell'acqua.

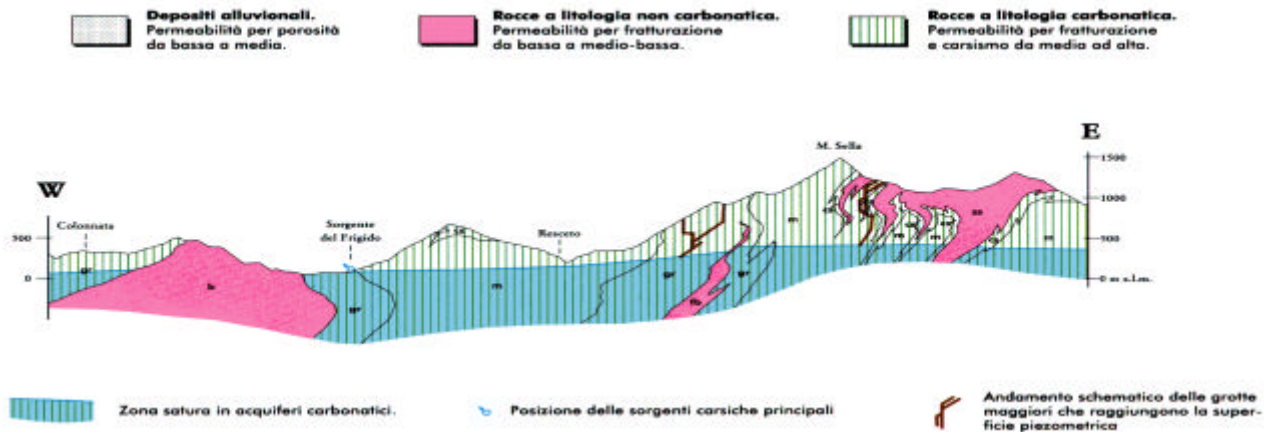
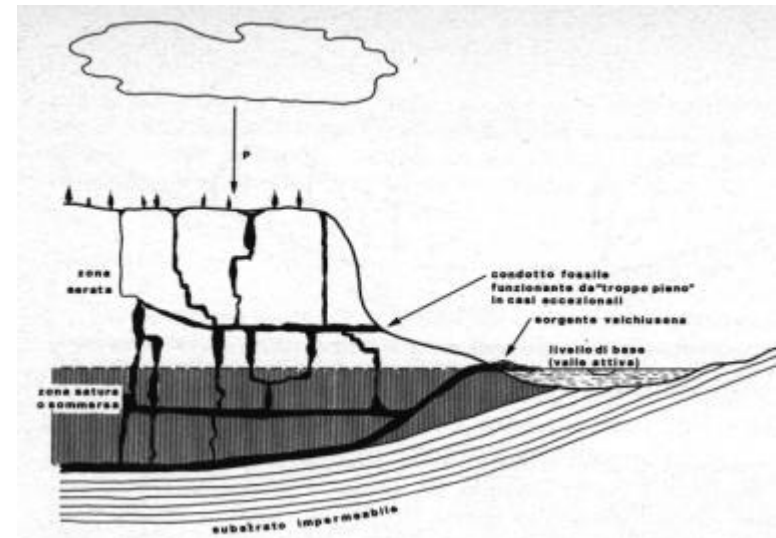


**Sistema di Tenerano (Apuane)**

# INFLUENZA DELLA GEOMETRIA DEL SUBSTRATO

Nel caso di superfici di contatto molto inclinate, che si spingono al di sotto del livello di base, le linee di flusso non sono condizionate dall'immersione del basamento.

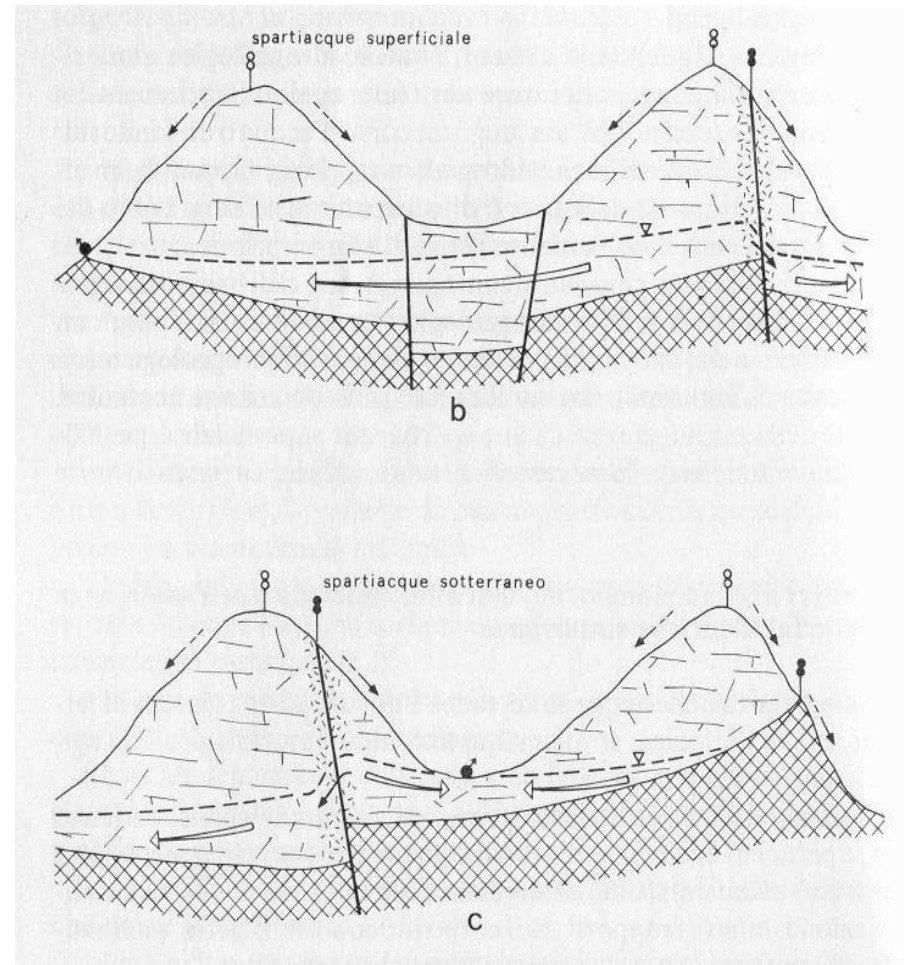
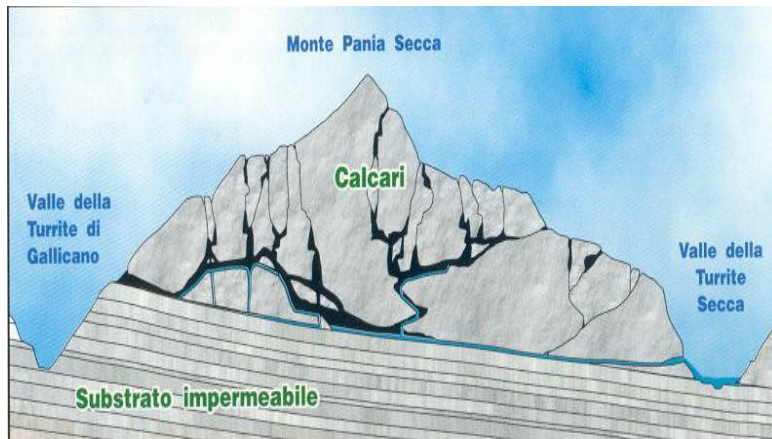
Si hanno sistemi idrogeologici con trabocco nei punti più depressi e flussi lungo le direzioni delle strutture.



Gli acquiferi sono delimitati lateralmente da contatti sottoposti o sovrainposti.

# ASSETTO GEOLOGICO

L'assetto geologico e strutturale permette in primo luogo di avanzare ipotesi sui limiti dei sistemi idrogeologici (spartiacque idrogeologici).





# ASSETTO STRUTTURALE

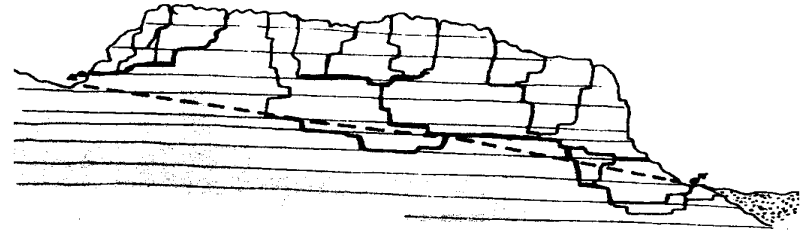
L'assetto strutturale a grande scala influenza la configurazione dei sistemi carsici.

A – assetto tabulare

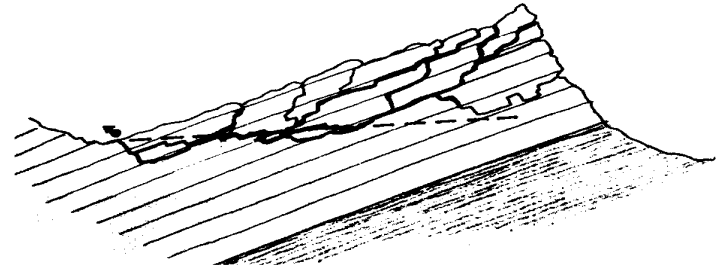
B – assetto monoclinale

C – assetto a pieghe

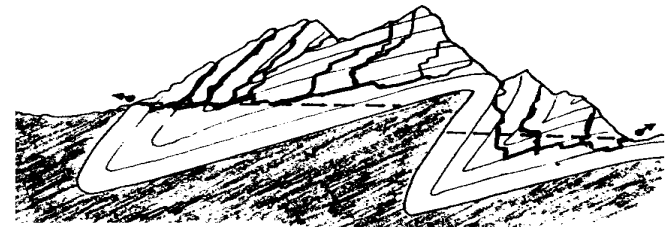
**A**



**B**



**C**

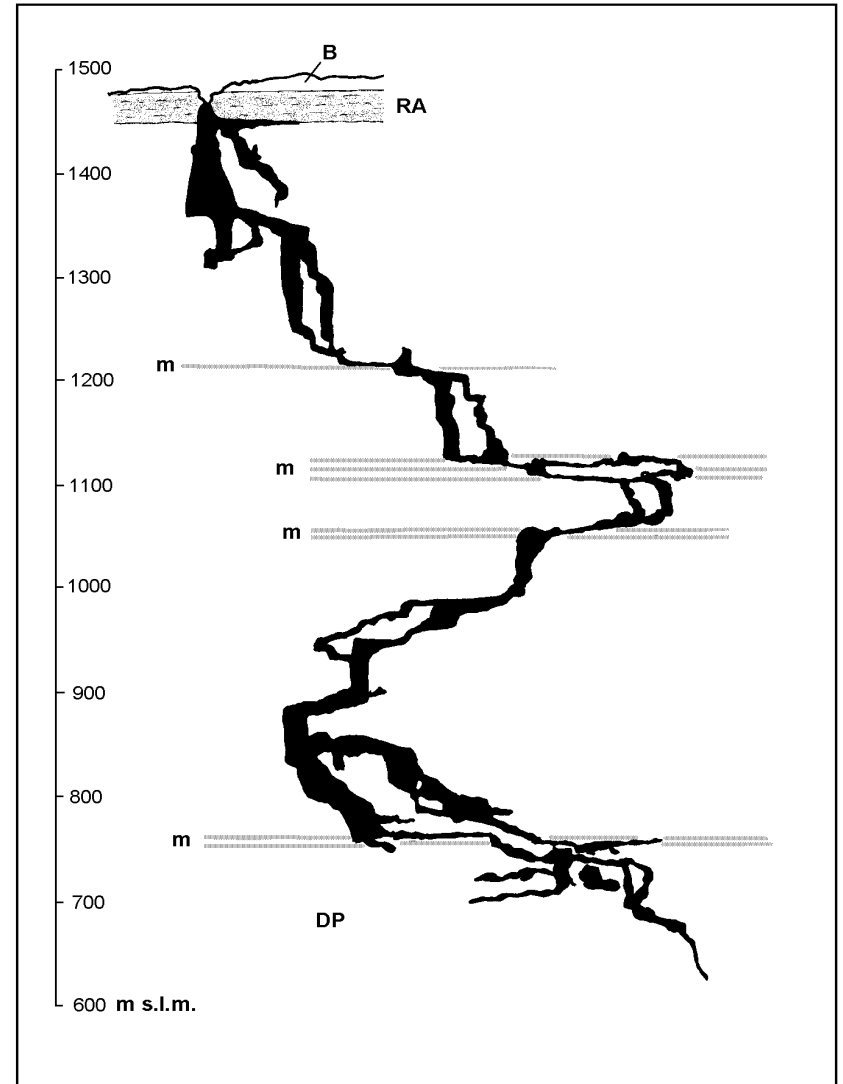


# ASSETTO TABULARE

Stratificazione orizzontale

*L'andamento è condizionato dalla presenza di livelli a minore permeabilità (minore carsificabilità).*

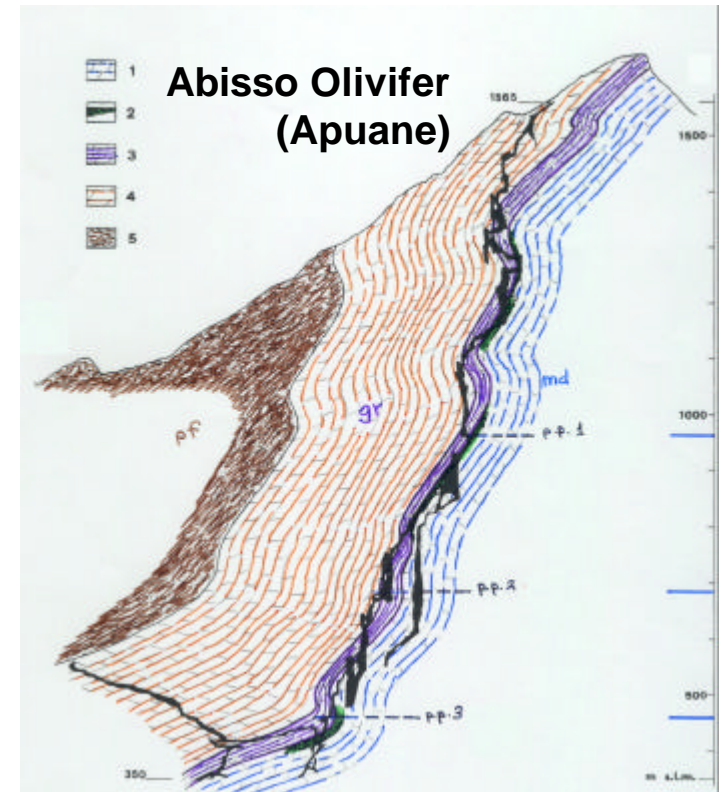
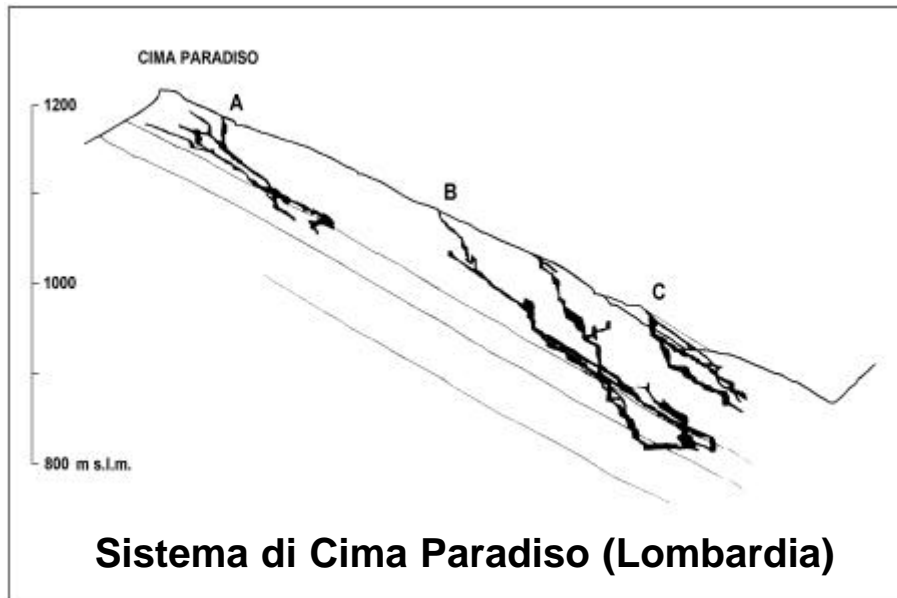
*Si ha un tipico profilo a gradini.*



# ASSETTO MONOCLINALE

Stratificazione inclinata

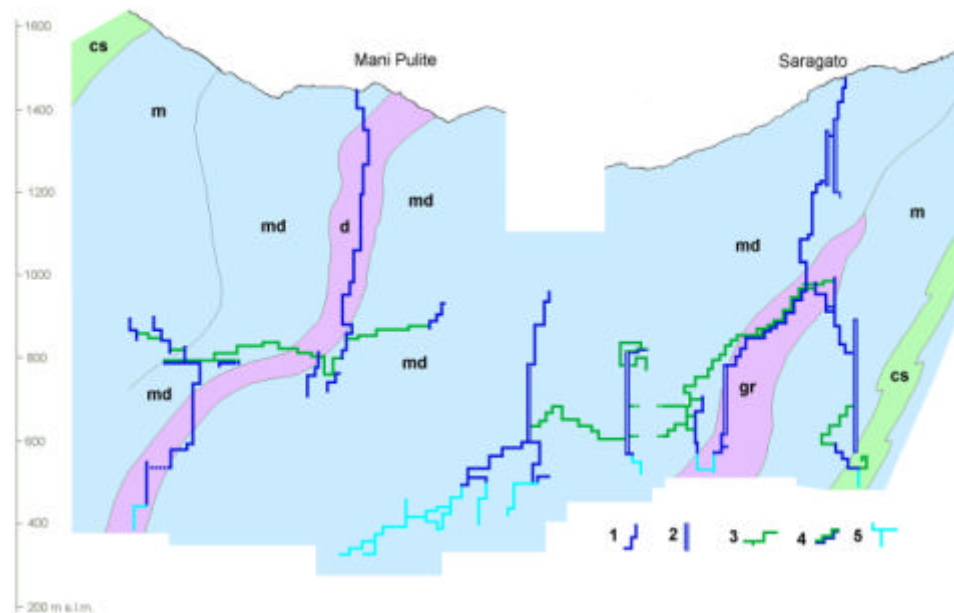
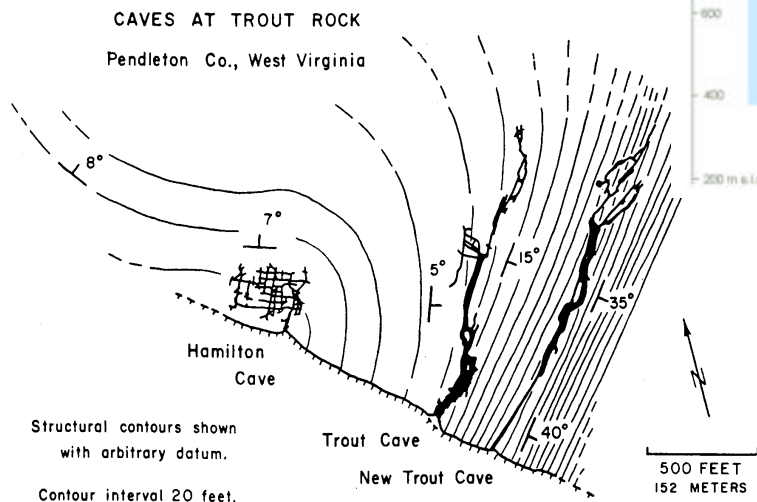
L'andamento è ancora condizionata dalla presenza di livelli a minore carsificabilità.



L'eventuale presenza di piani a sviluppo orizzontale al di sopra della quota di base attuale indica, in genere, la presenza di livelli paleofreatici.

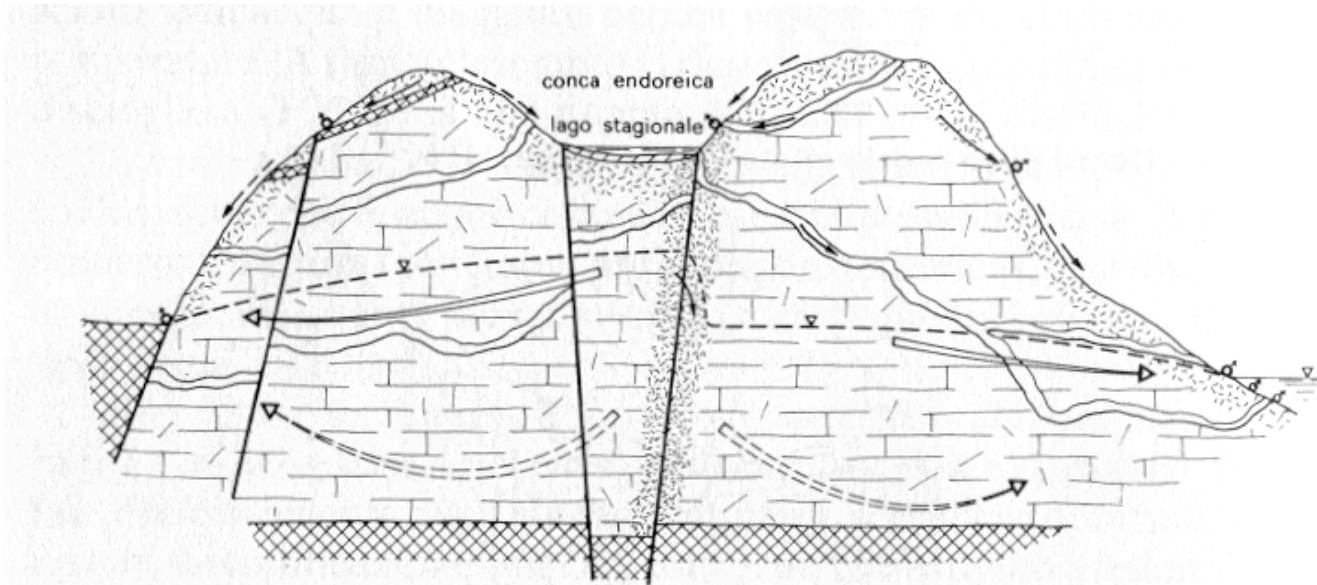
# ASSETTO A PIEGHE

In zona vadosa, si hanno localmente assetti riconducibili a strutture monoclinali.



La diversa inclinazione degli strati può controllare l'andamento dei condotti in zona freatica.

# RUOLO DELLE FAGLIE



Le faglie possono avere ruoli diversi sulla circolazione sotterraneo in un acquifero carsico.

Funzionando sia da superfici ad elevata conducibilità che da superfici di sbarramento.

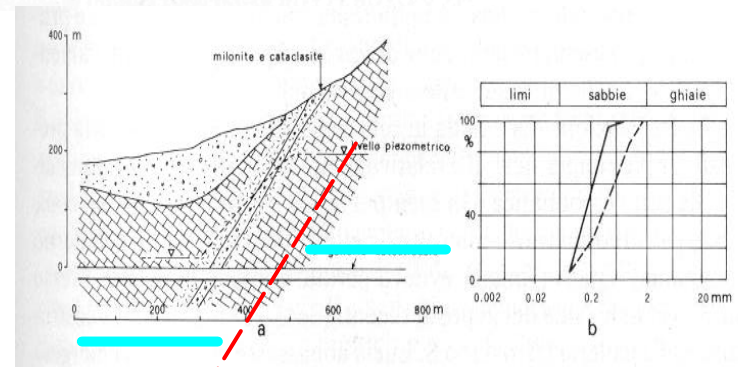


Figura 3.11 – Perdita di carico concentrata della falda in rete del massiccio carbonatico dei monti del Gran Sasso (Abruzzo) in corrispondenza della faglia della valle Fredda (a) e curva granulometrica relativa alla fascia milonitica e cataclastica (b) (da Boutitie-Lunardi, 1975; semplificato).



## INDICE

I sistemi carsici

La litologia

Le discontinuità

La struttura tettonica

L' alimentazione

Le reti di drenaggio

Relazioni tra onda di piena e variazioni di conducibilità

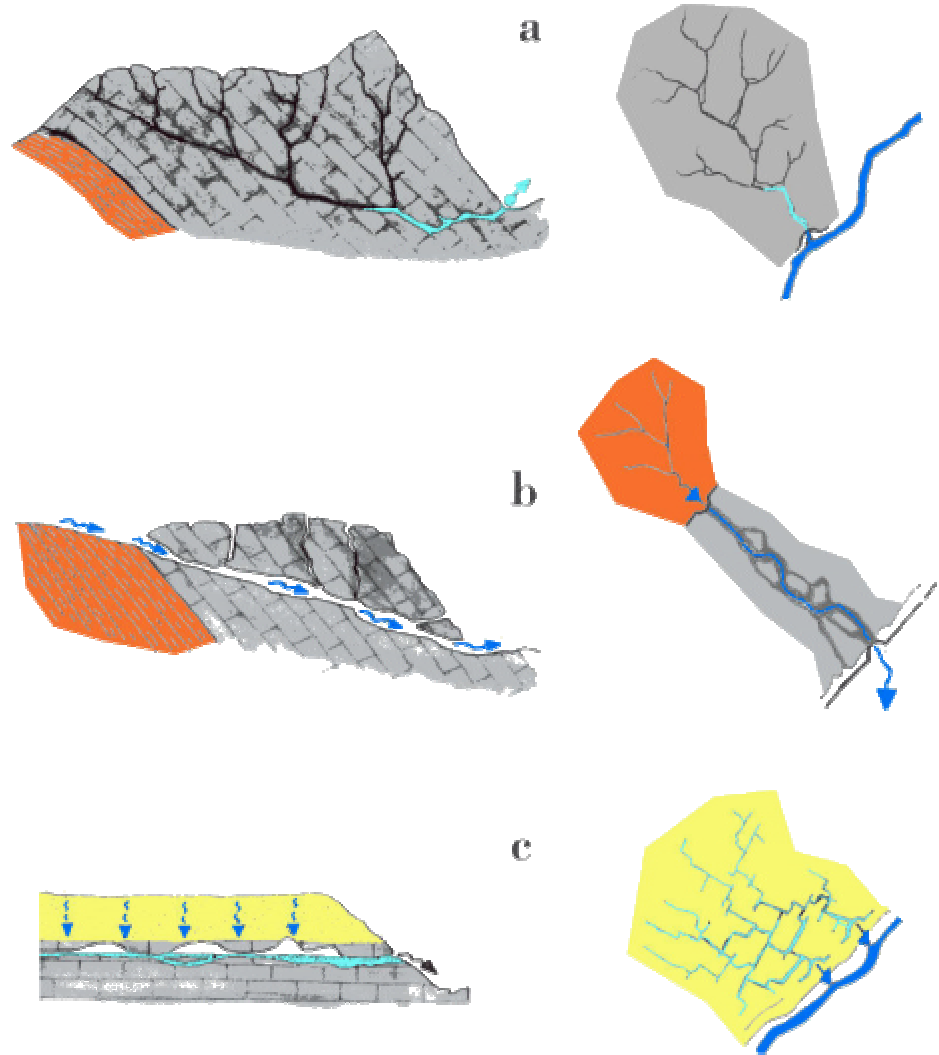
Il posizionamento delle stazioni di monitoraggio



# RAPPORTI STRUTTURALI CON CORPI ROCCIOSI CONFINANTI



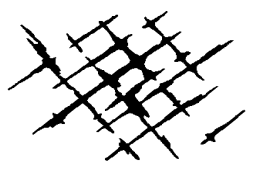


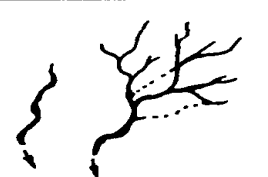

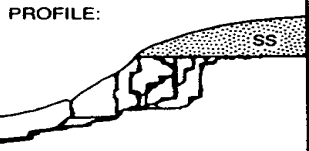


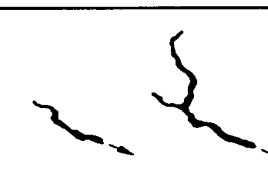

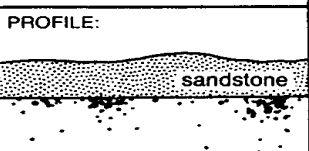
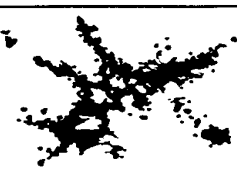

*Determinano diversi tipi di alimentazione:*

- A) acquiferi carsici isolati, con alimentazione locale.
- B) acquiferi carsici con alimentazione laterale da acque superficiali (allogena).
- C) acquiferi carsici con alimentazione diffusa da coperture porose.





# CONFIGURAZIONE DI UN SISTEMA CARSIICO

		TYPE OF RECHARGE				
		VIA KARST DEPRESSIONS		DIFFUSE		HYPOGENIC
		SINKHOLES (LIMITED DISCHARGE FLUCTUATION)	SINKING STREAMS (GREAT DISCHARGE FLUCTUATION)	THROUGH SANDSTONE	INTO POROUS SOLUBLE ROCK	DISSOLUTION BY ACIDS OF DEEP-SEATED SOURCE OR BY COOLING OF THERMAL WATER
		BRANCHWORKS (USUALLY SEVERAL LEVELS) & SINGLE PASSAGES	SINGLE PASSAGES AND CRUDE BRANCHWORKS, USUALLY WITH THE FOLLOWING FEATURES SUPERIMPOSED:	MOST CAVES ENLARGED FURTHER BY RECHARGE FROM OTHER SOURCES	MOST CAVES FORMED BY MIXING AT DEPTH	
DOMINANT TYPE OF POROSITY	FRACTURES	 ANGULAR PASSAGES	 FISSURES, IRREGULAR NETWORKS	 FISSURES, NETWORKS	 ISOLATED FISSURES AND RUDIMENTARY NETWORKS	 NETWORKS, SINGLE PASSAGES, FISSURES
	BEDDING PARTINGS	 CURVILINEAR PASSAGES	 ANASTOMOSES, ANASTOMOTIC MAZES	PROFILE:  SHAFT AND CANYON COMPLEXES, INTERSTRATAL SOLUTION	 SPONGEWORK	 RAMIFORM CAVES, RARE SINGLE-PASSAGE AND ANASTOMOTIC CAVES
	INTERGRANULAR	 RUDIMENTARY BRANCHWORKS	 SPONGEWORK	PROFILE:  sandstone RUDIMENTARY SPONGEWORK	 SPONGEWORK	 RAMIFORM & SPONGEWORK CAVES





## INDICE

I sistemi carsici

La litologia

Le discontinuità

La struttura tettonica

L' alimentazione

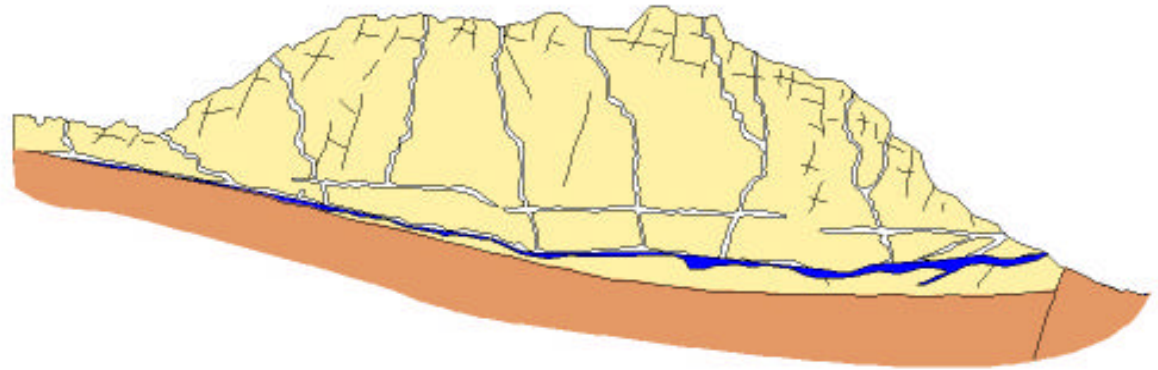
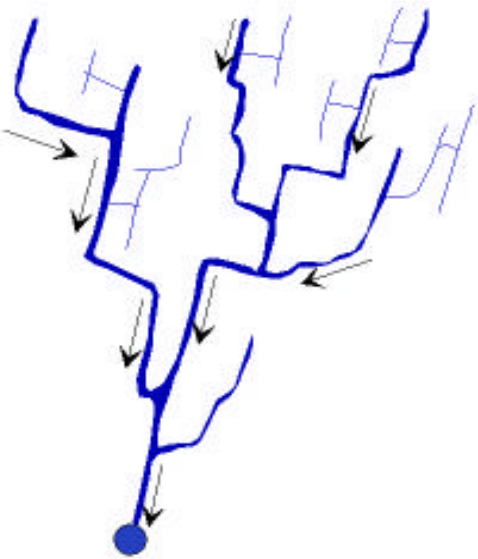
Le reti di drenaggio

Relazioni tra onda di piena e variazioni di conducibilità

Il posizionamento delle stazioni di monitoraggio



## RETE A DRENO DOMINANTE



- Esistenza di importanti vie di drenaggio preferenziali
- Organizzazione della rete di drenaggio
- Condotti sifonanti ma assenza di una zona satura tradizionale







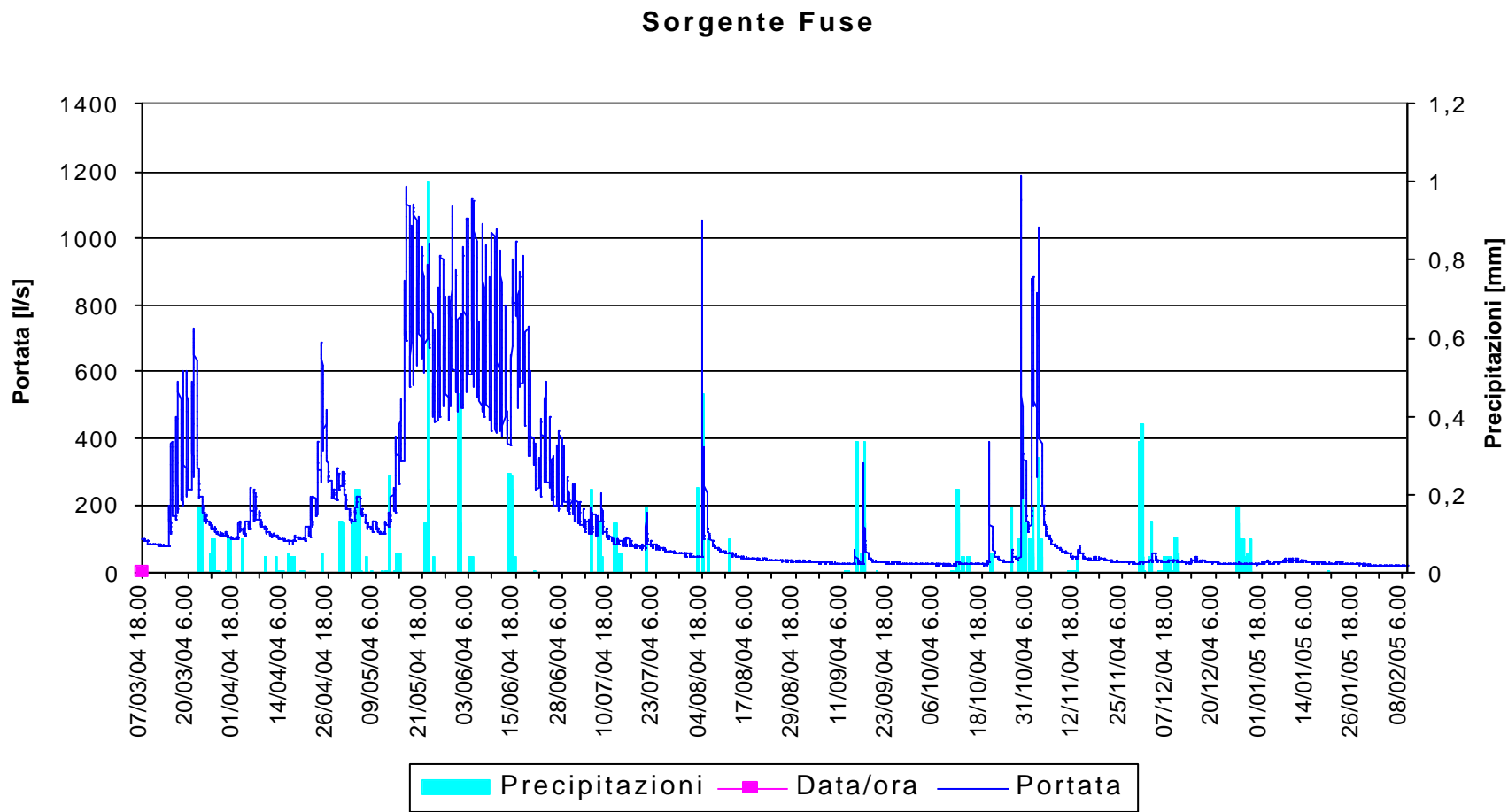


# Sorgenti delle Vene e delle Fuse: tipiche sorgenti sospese



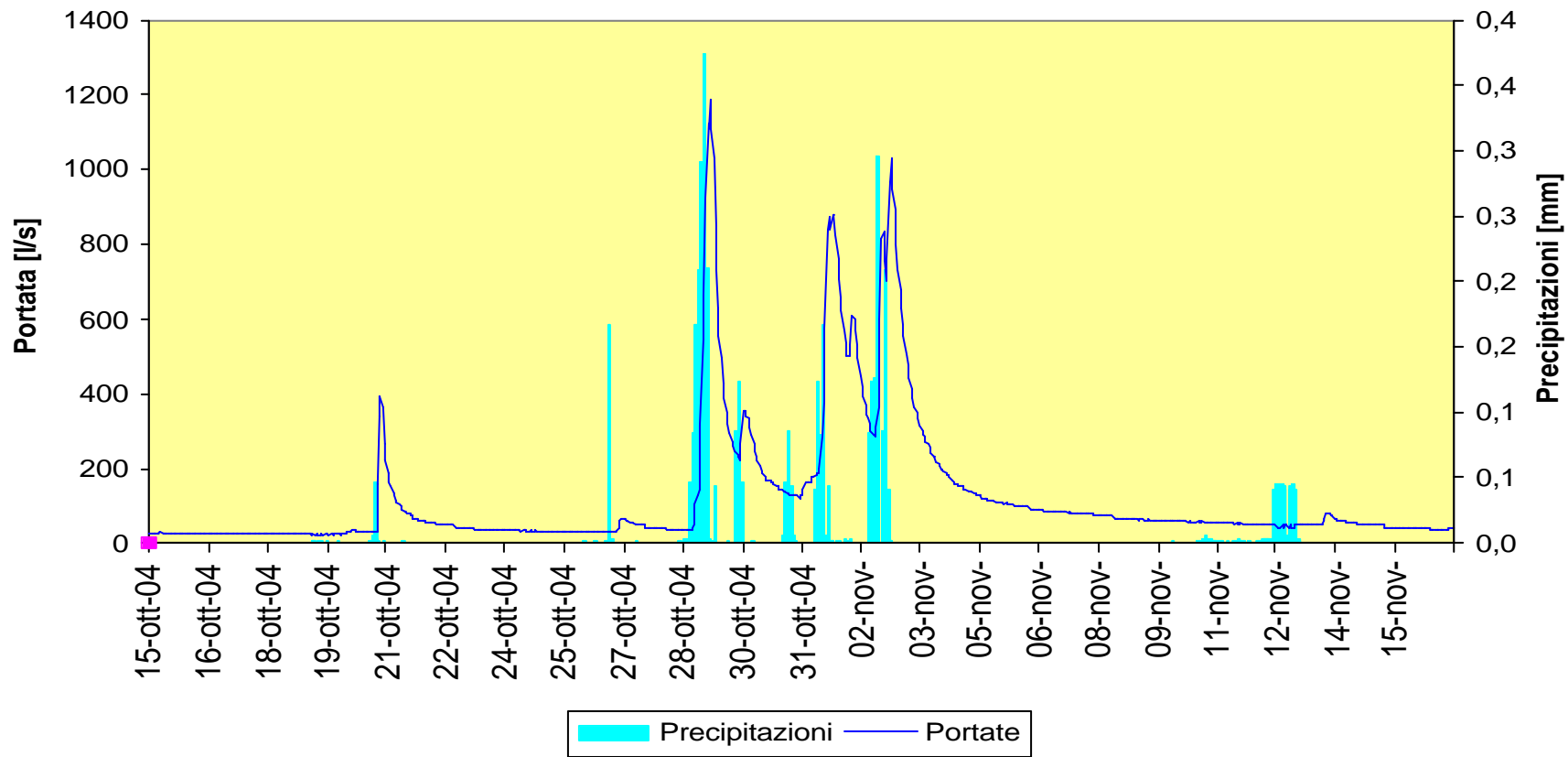


# SORGENTE DELLE FUSE: STRETTE RELAZIONI TRA APPORTI ED ANDAMENTO DELLA PORTATA



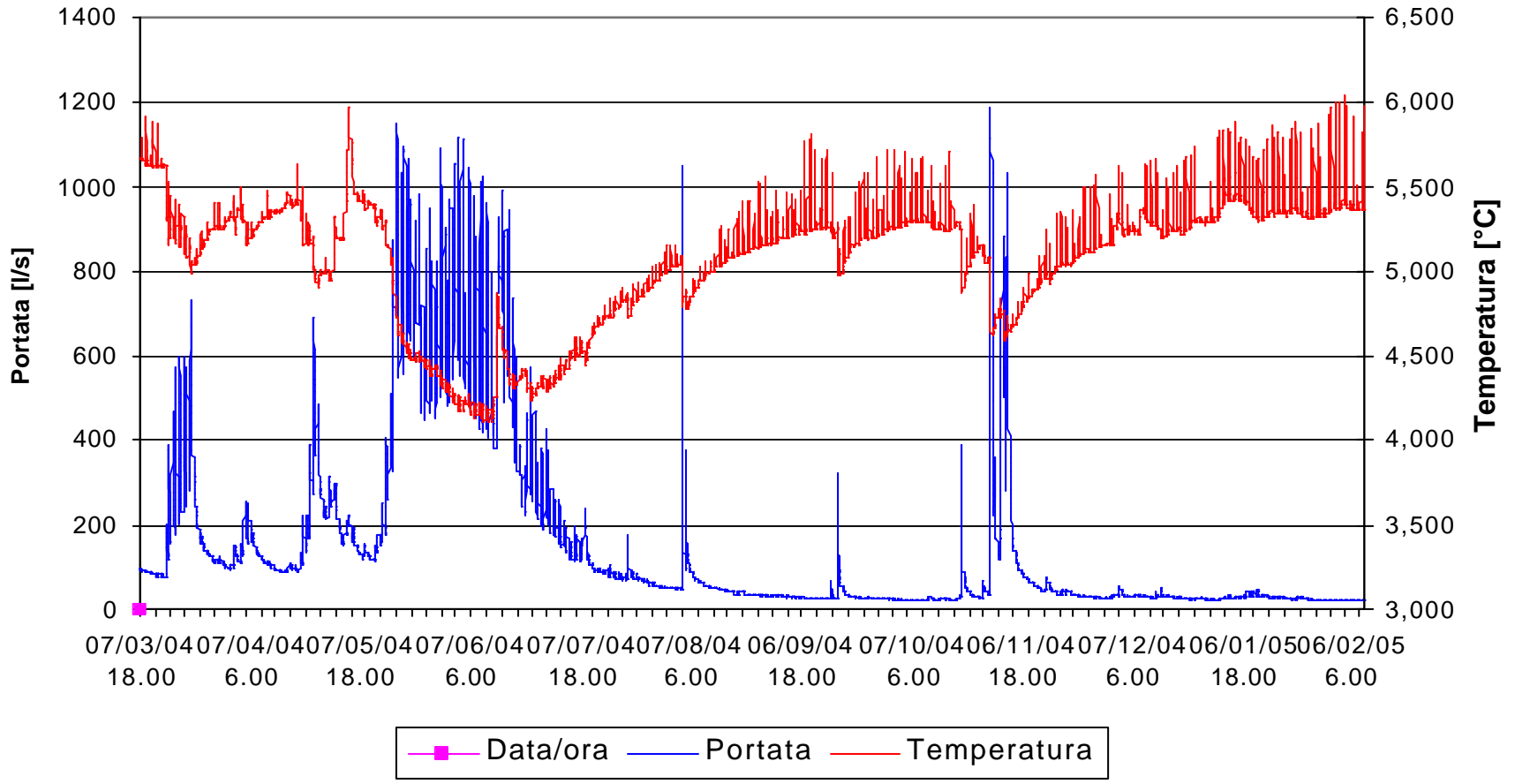
# SORGENTE DELLE FUSE: NOTEVOLI VARIAZIONI DI PORTATA E STRETTE RELAZIONI CON GLI APPORTI

Relazione tra la portata della Sorgente FUSE e le precipitazioni registrate presso la Stazione di Borello

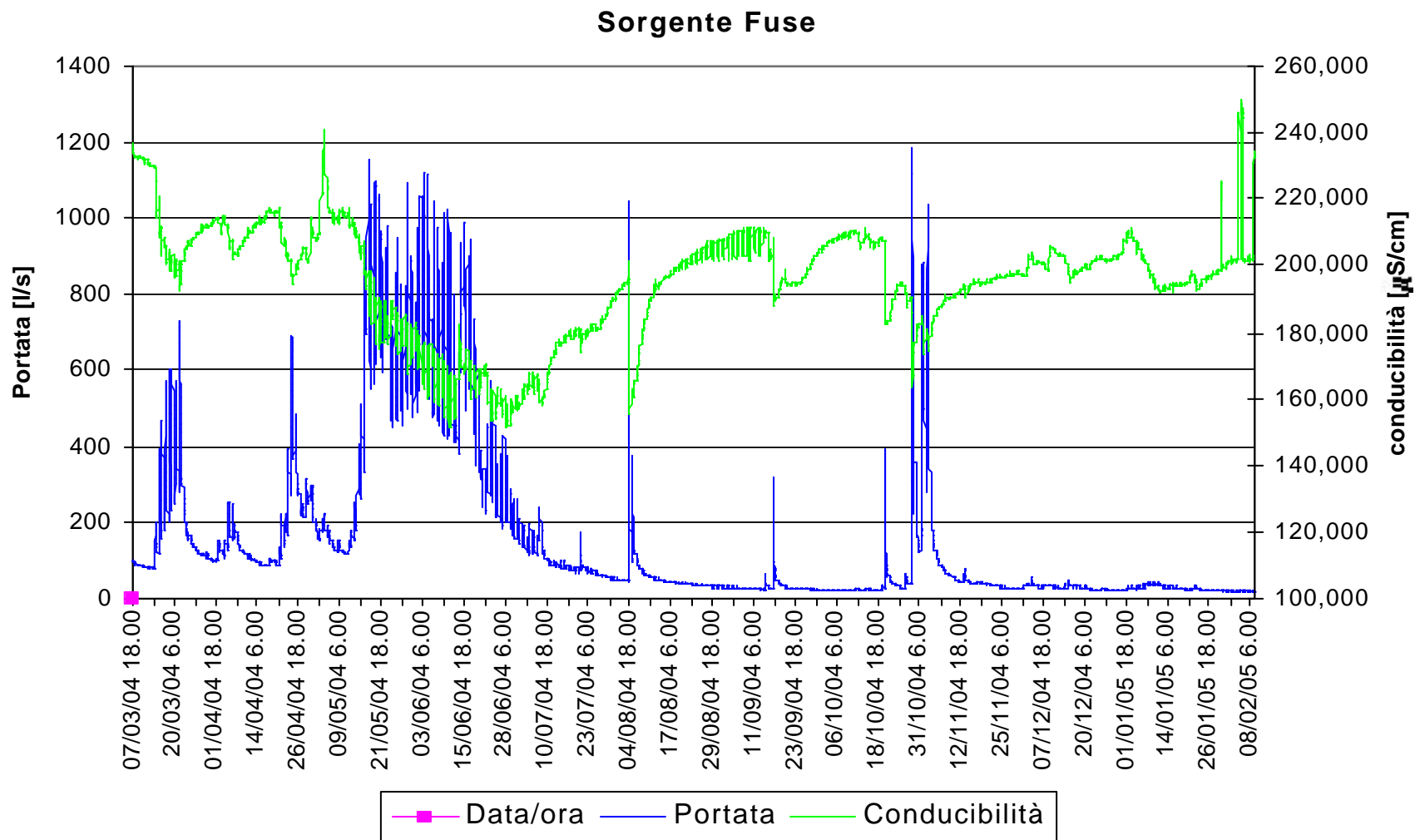


# SORGENTE FUSE : ANDAMENTO PORTATA - TEMPERATURA

Sorgente Fuse

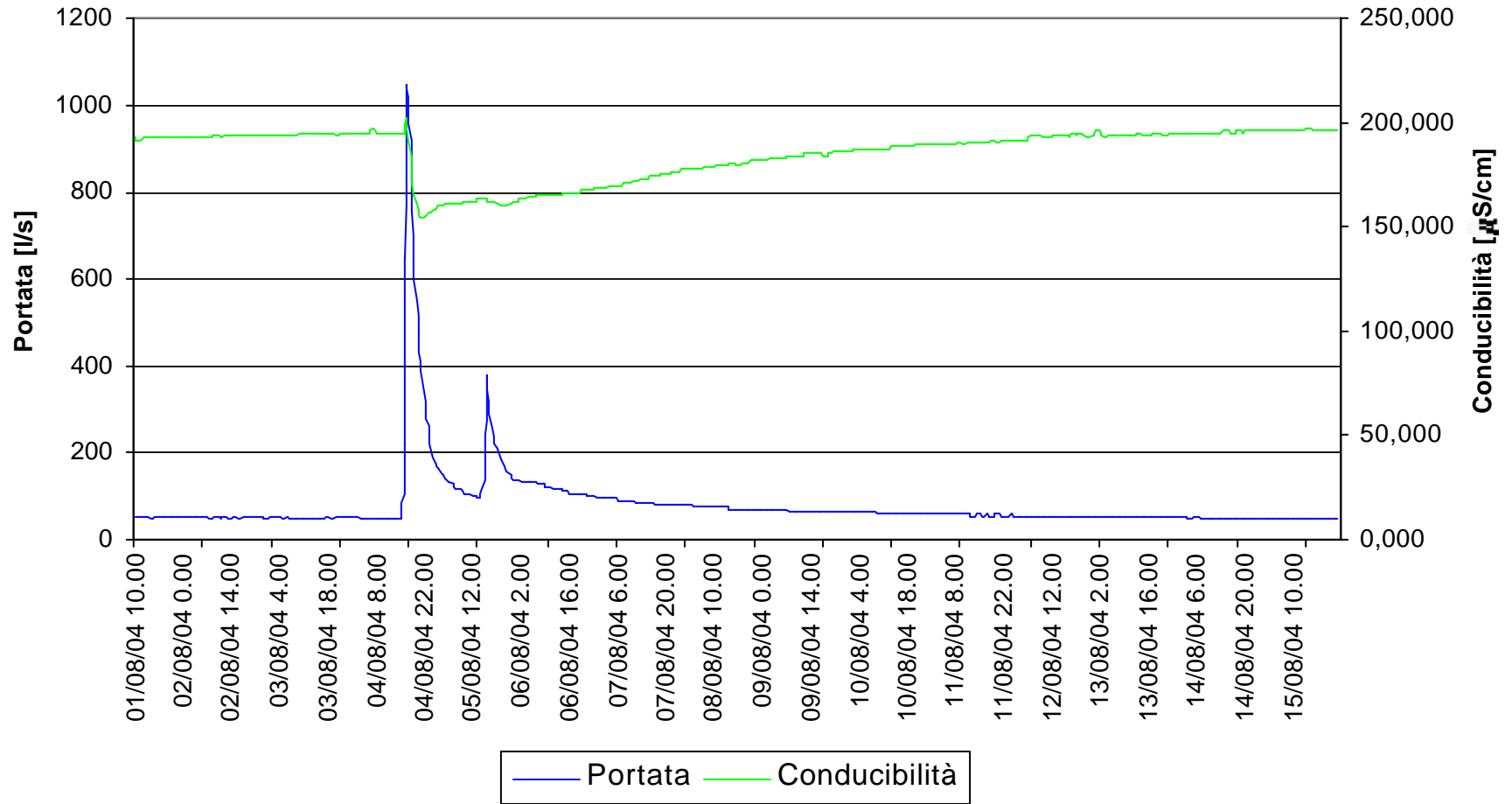


# SORGENTE FUSE : ANDAMENTO PORTATA - CONDUCIBILITÀ



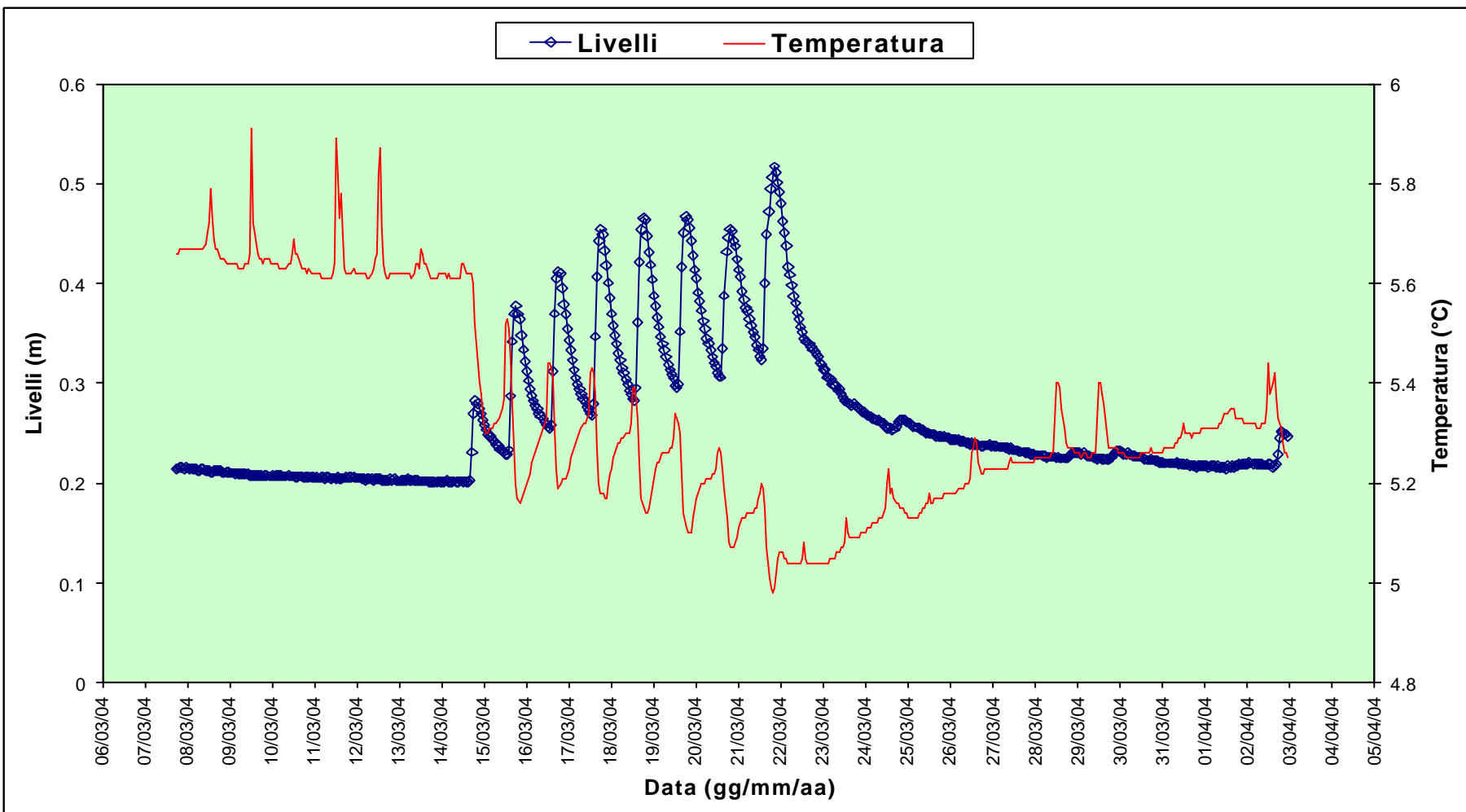
# SORGENTE FUSE : ANDAMENTO PORTATA - CONDUCIBILITÀ

## Sorgente Fuse

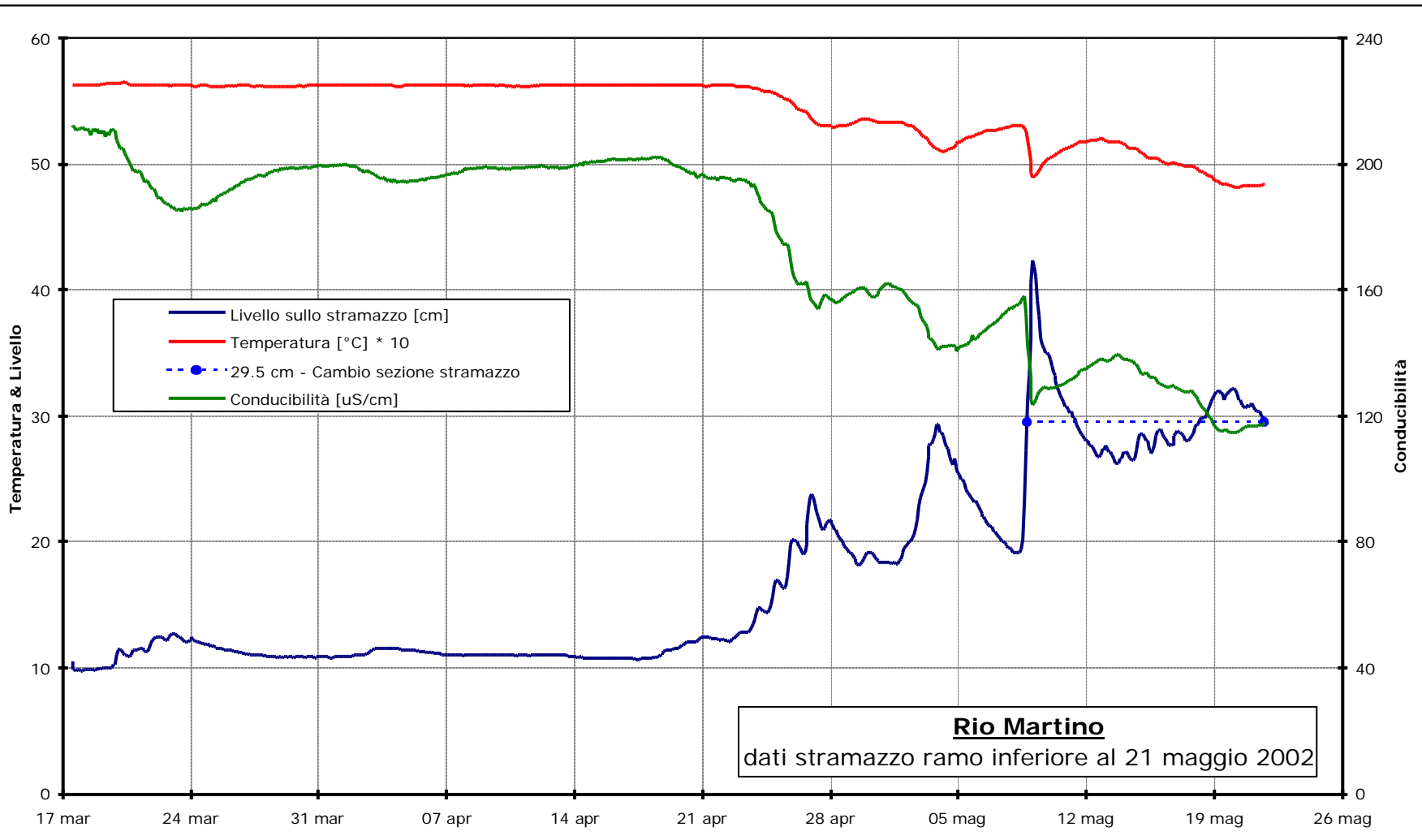




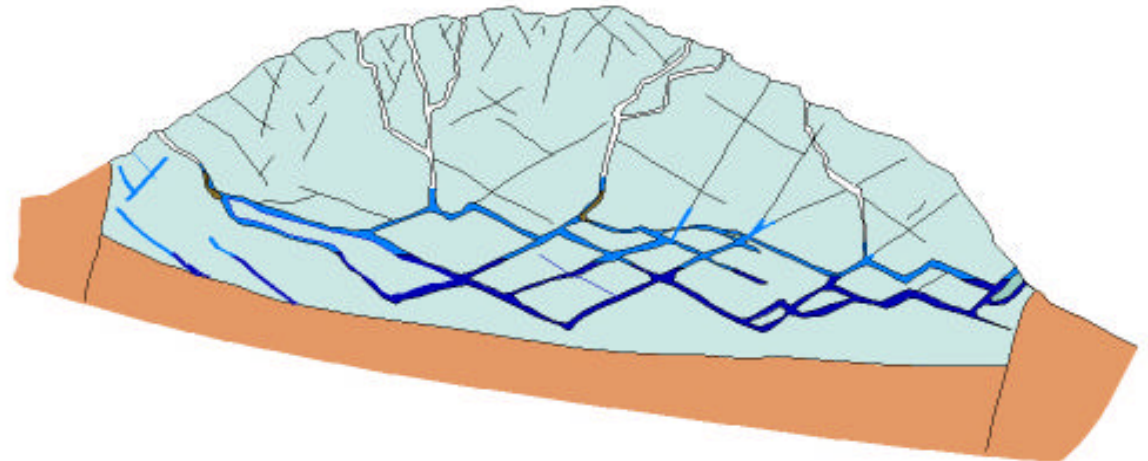
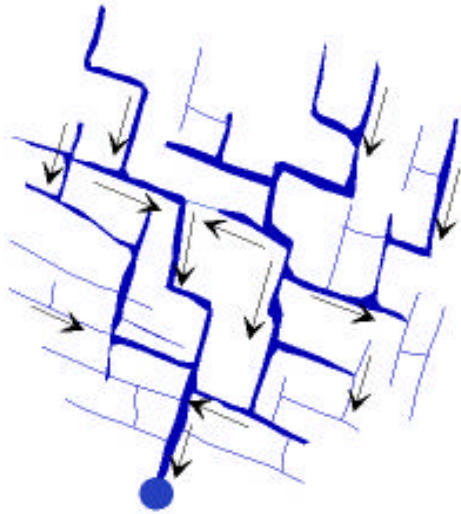
# SORGENTE DELLE FUSE: NOTEVOLI VARIAZIONI GIORNALIERE DI PORTATA E TEMPERATURA ACQUA



# RISPOSTA DEL SISTEMA: SOSTITUZIONE



## RETE A DRENI INTERDIPENDENTI



- **Presenza di numerose vie di drenaggio interdipendenti**
- **Circolazione semidispersiva nella rete di condotti e fratture**
- **Esistenza di zone sature con più "sersem" semidipendenti**





# TIPICA SORGENTE VALCLUSIANA IN ARDESCH

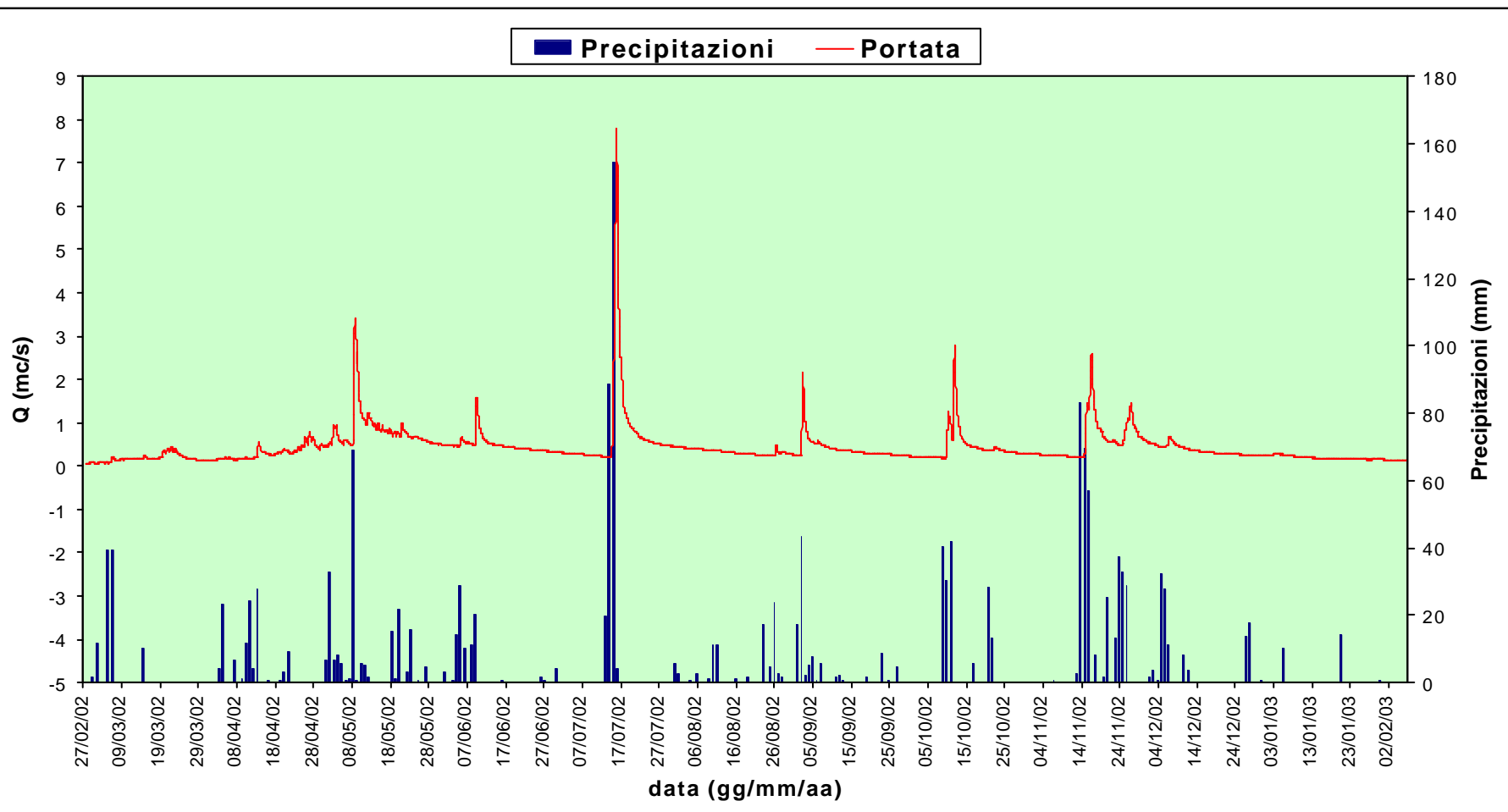




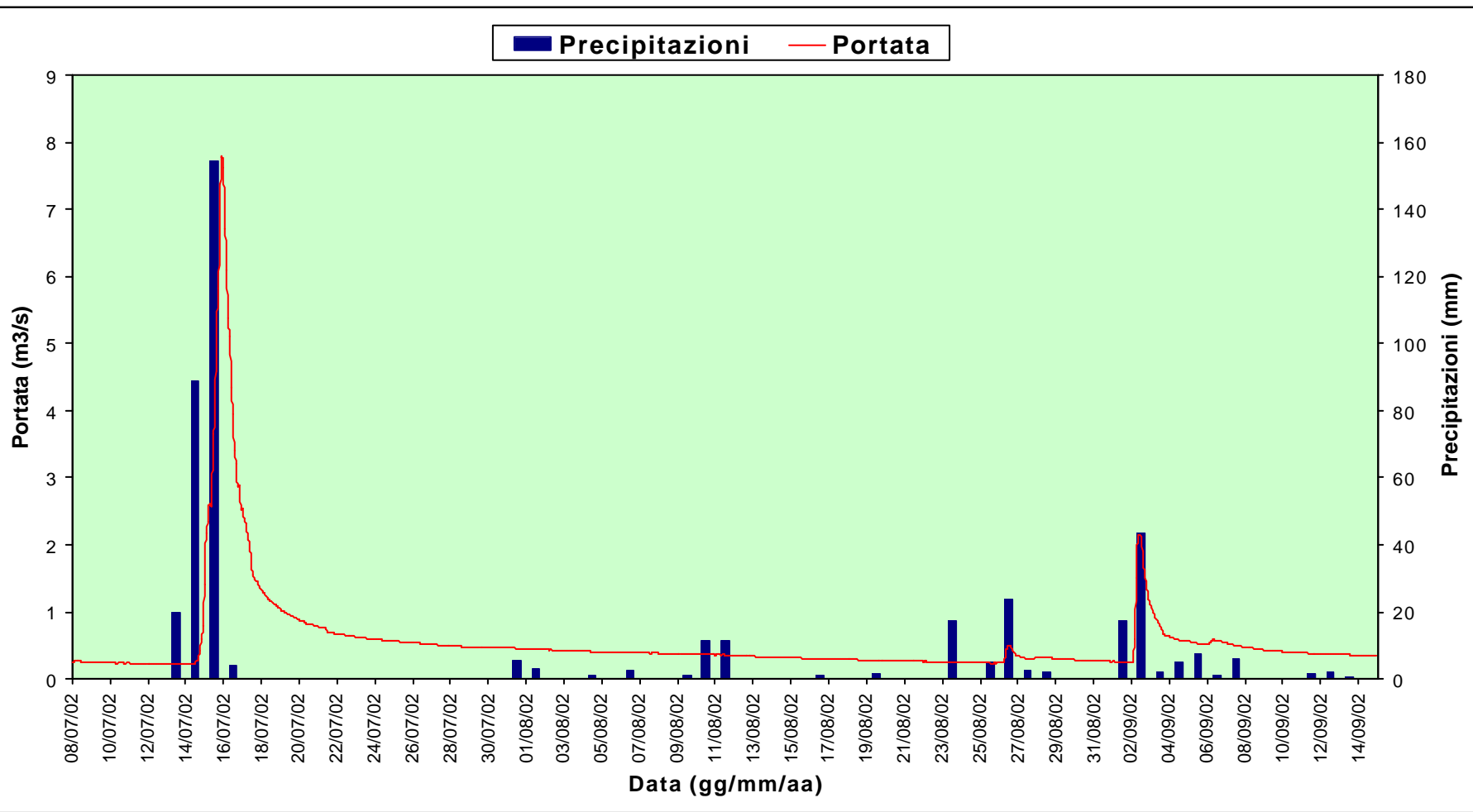
# SORGENTE DRAGONERA



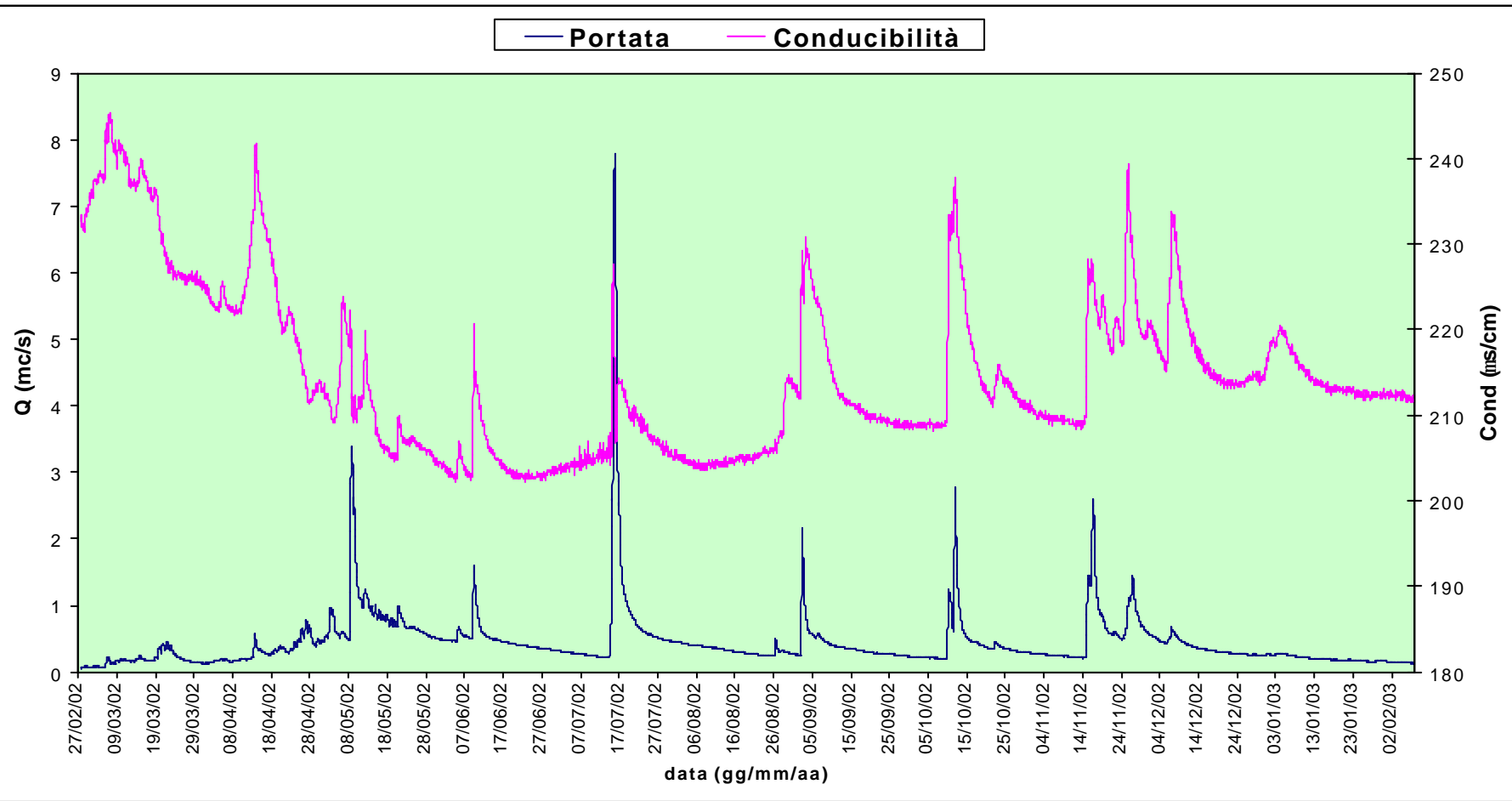
# SORGENTE DELLA DRAGONERA: STRETTE RELAZIONI TRA APPORTI ED ANDAMENTO DELLA PORTATA



# SORGENTE DELLA DRAGONERA: STRETTE RELAZIONI TRA APPORTI ED ANDAMENTO DELLA PORTATA

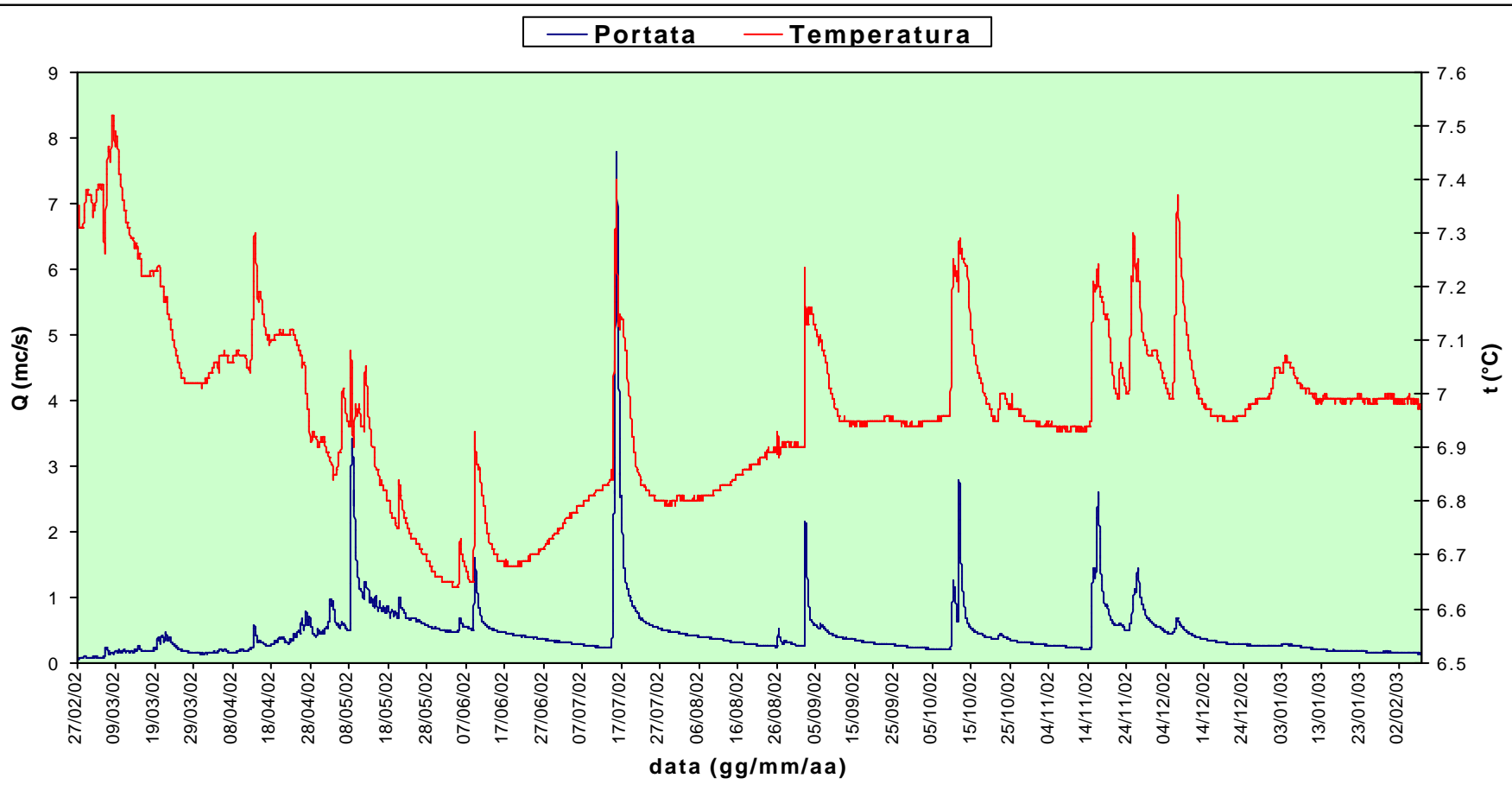


# SORGENTE DELLA DRAGONERA: ANDAMENTO PORTATA – CONDUCIBILITÀ ACQUA



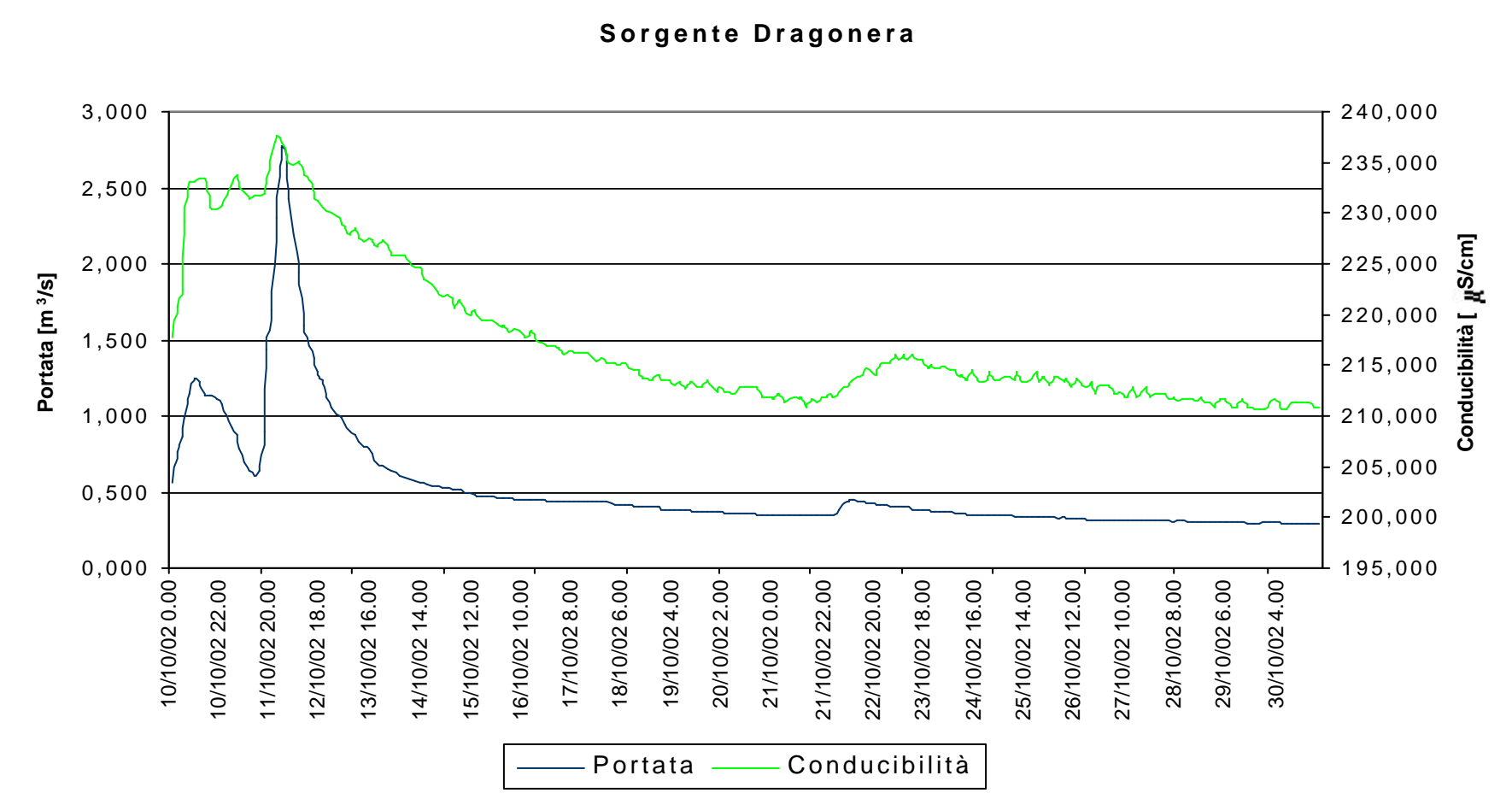
# SORGENTE DELLA DRAGONERA: ANDAMENTO

## PORTATA – TEMPERATURA ACQUA



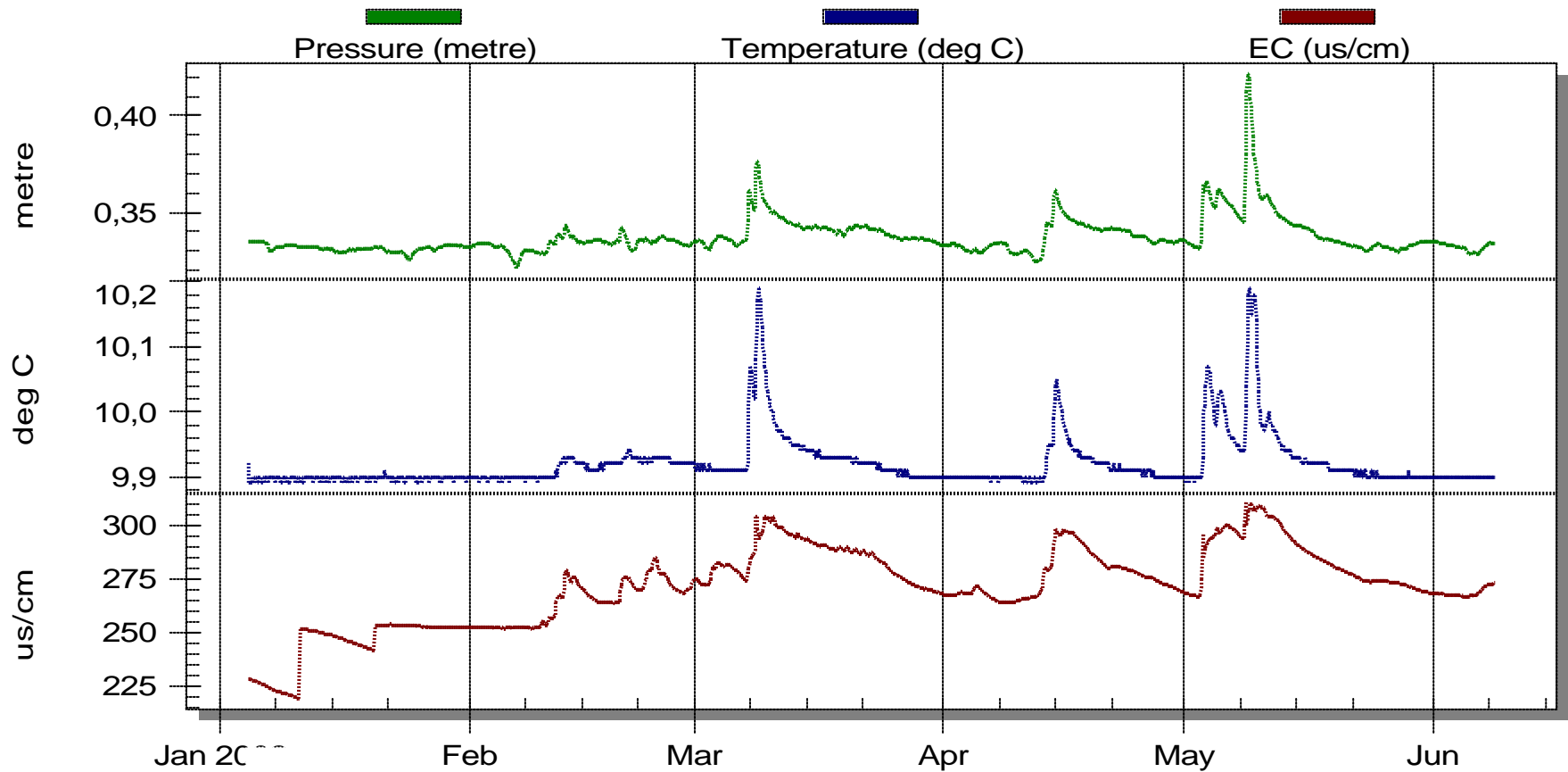


# SORGENTE DRAGONERA. : ANDAMENTO PORTATA - CONDUCIBILITÀ

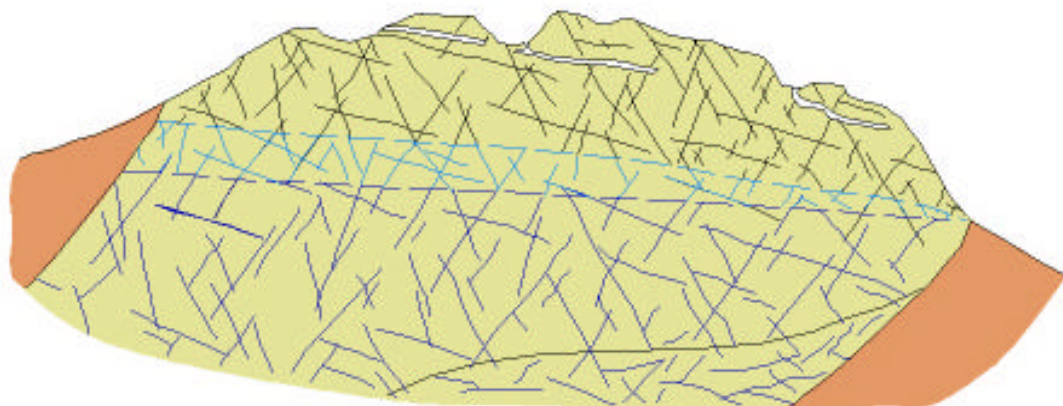
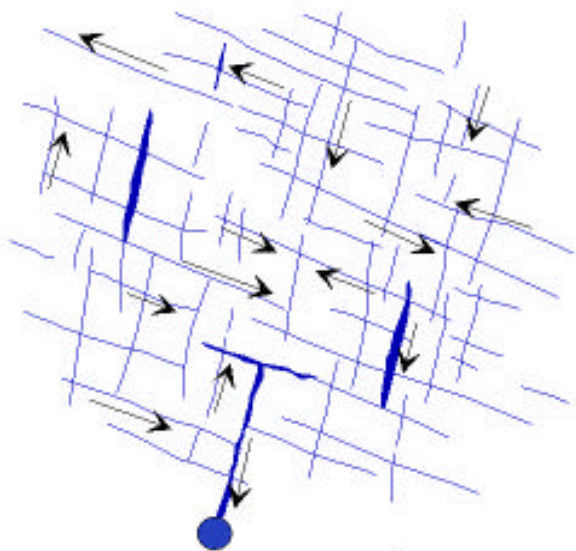


# RISPOSTA DEL SISTEMA: PISTONAGGIO

## BOSSEA (Polla Anatre)



## RETE A CIRCOLAZIONE DISPERSIVA



- Assenza di vie a drenaggio preferenziale
- Circolazione dispersiva nella rete di fratture
- Presenza di una zona satura tradizionale







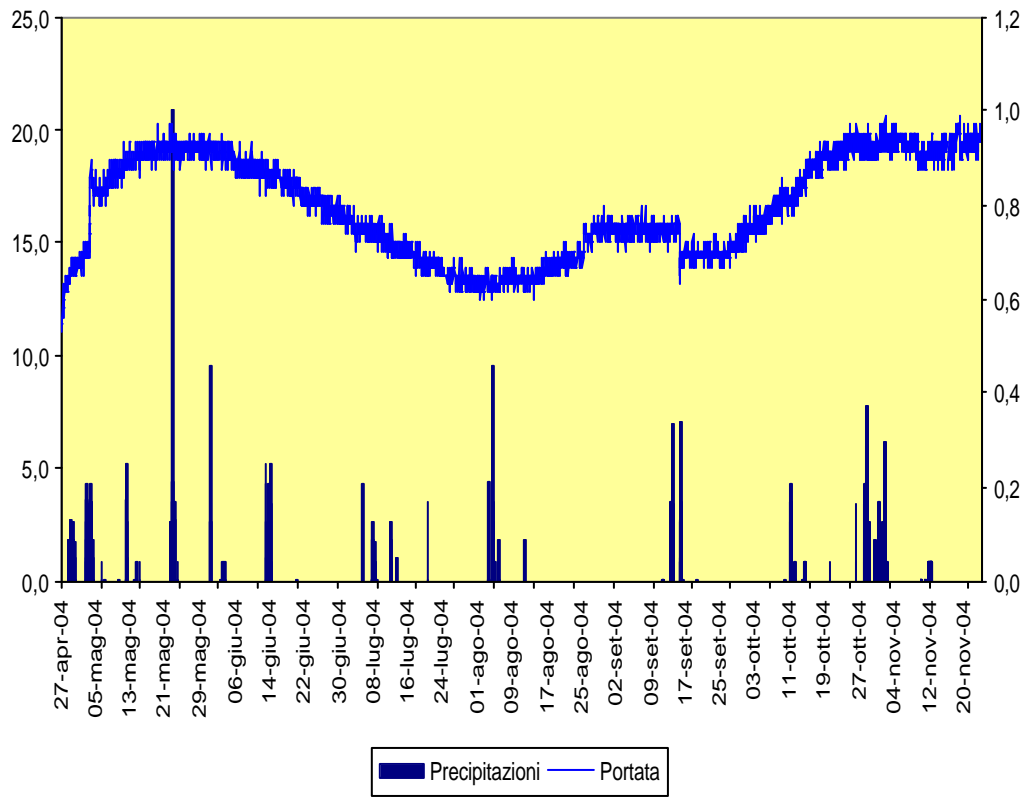
# IL FRONTE SORGIVO DELLE SORGENTI DEL PESCHIERA





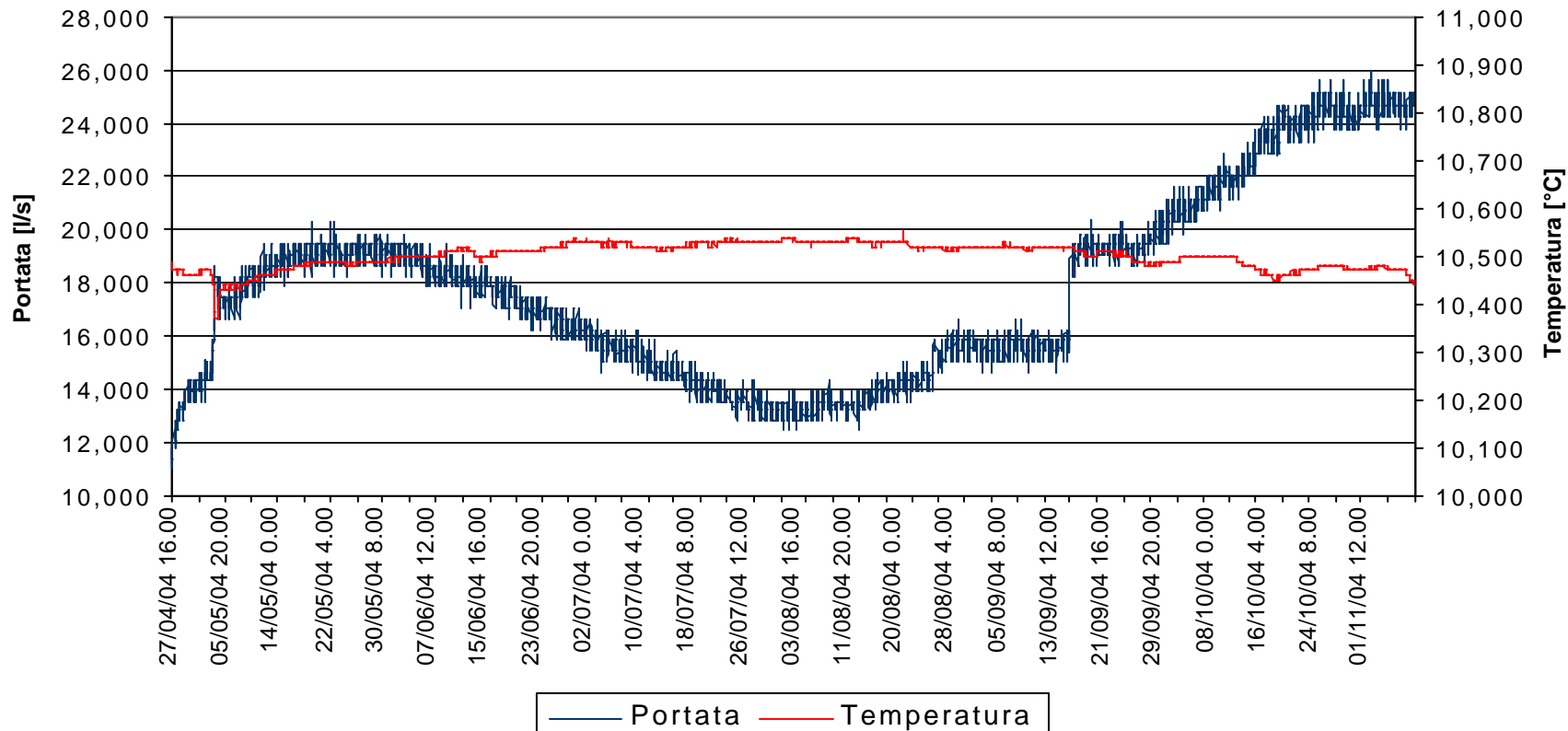
# SORGENTE RAY: ASSENZA DI RELAZIONI TRA APPORTI E ANDAMENTO DELLA PORTATA

Relazione tra le portate della Sorgente Ray e le precipitazioni delle stazione di Borello

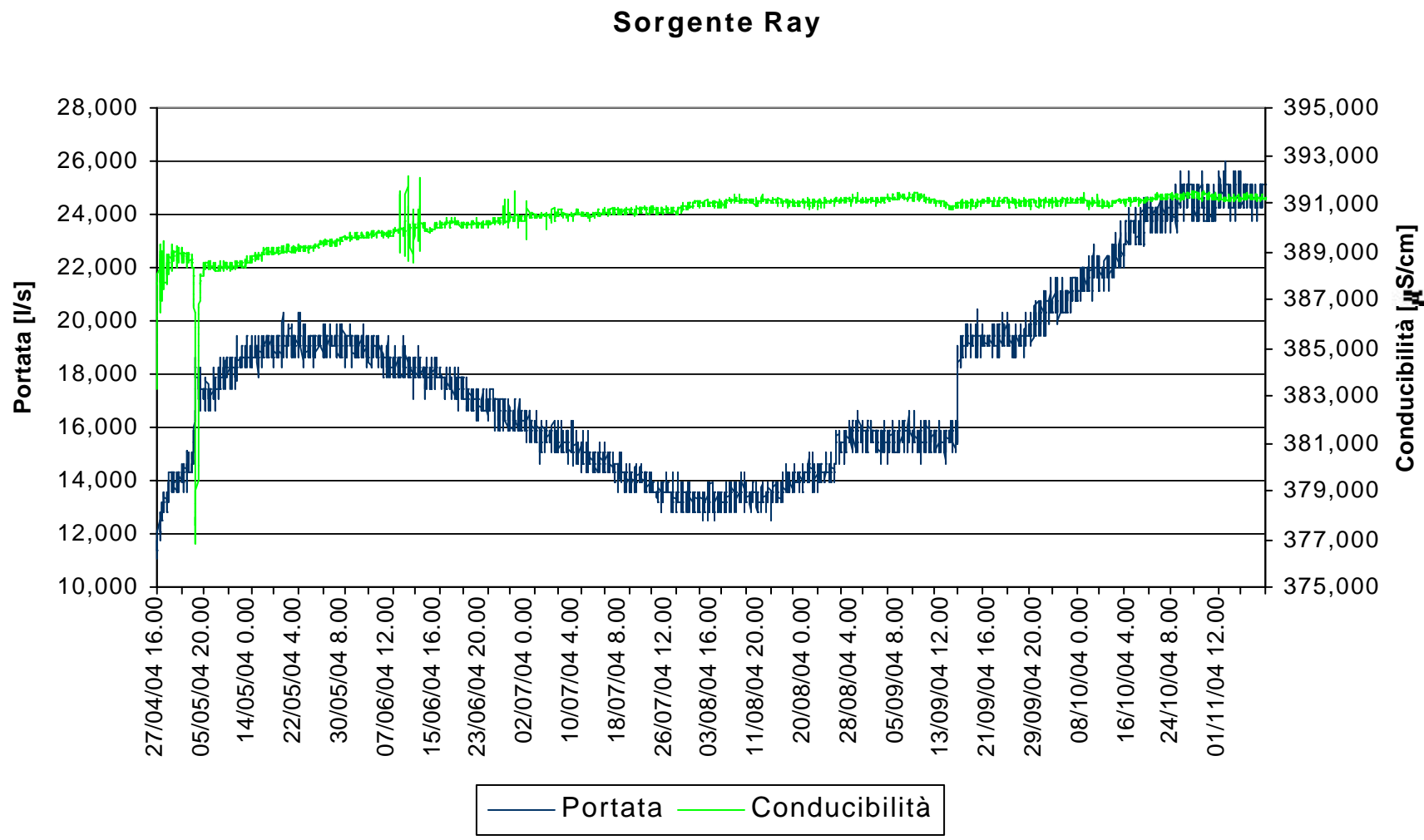


# RISPOSTA DEL SISTEMA: OMOGENIZZAZIONE

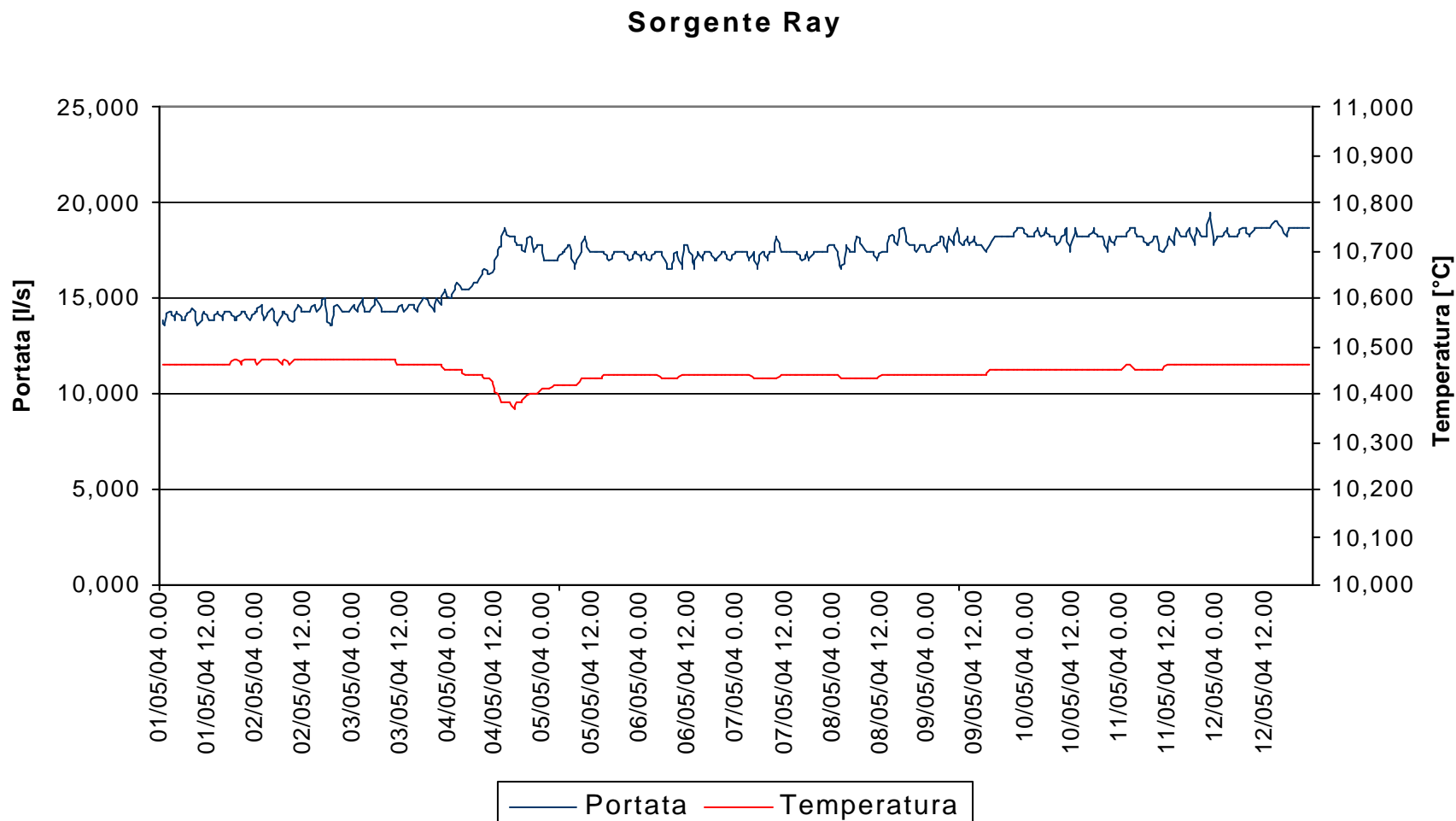
## Sorgente Ray



# SORGENTE RAY : ANDAMENTO PORTATA - CONDUCIBILITÀ

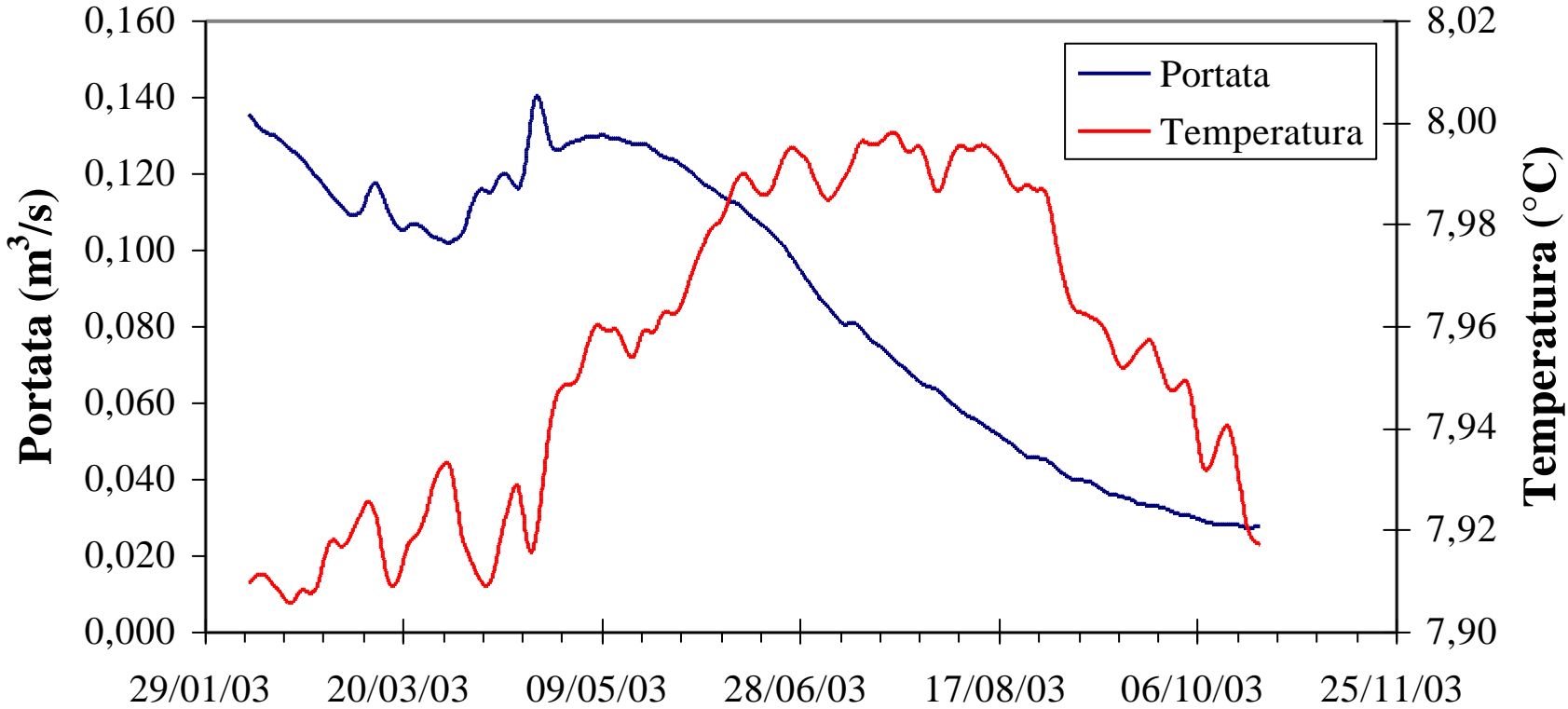


# SORGENTE RAY : ANDAMENTO PORTATA - TEMPERATURA



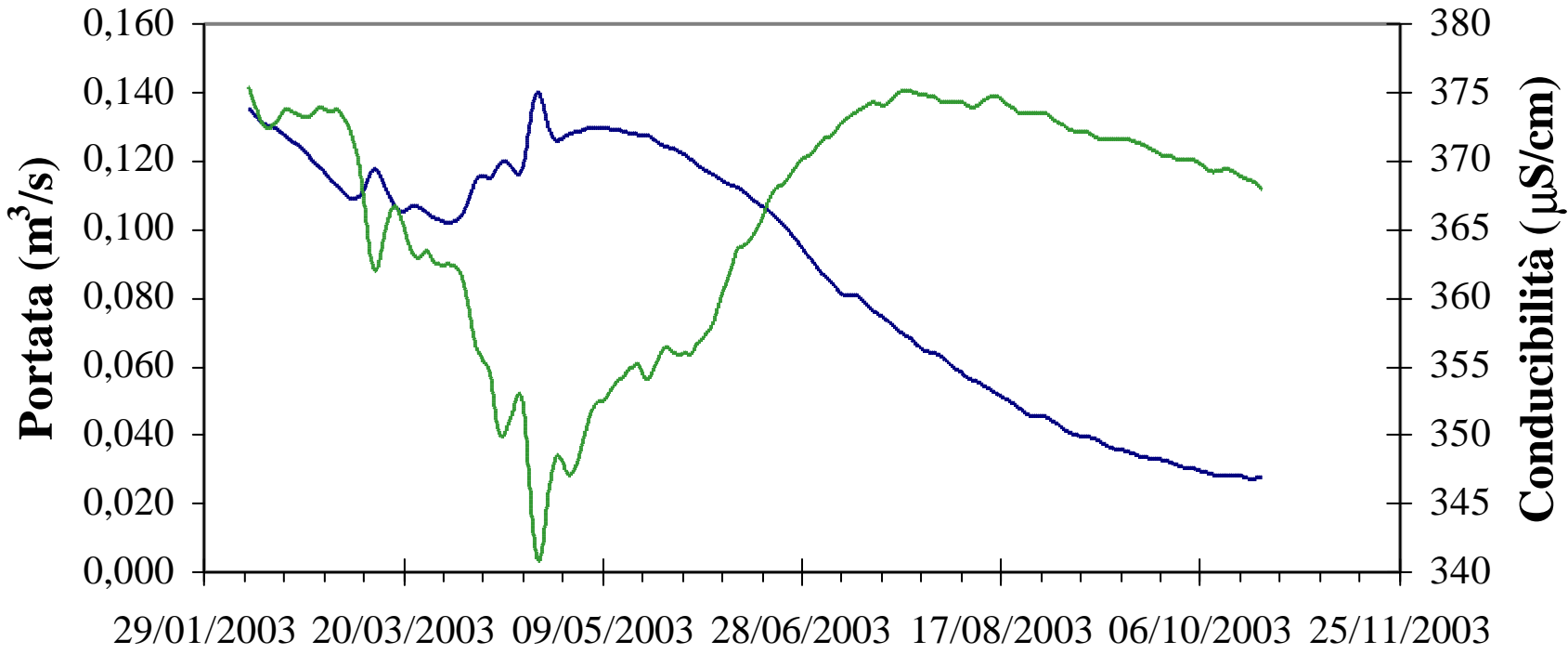


# SORGENTE RENETTA: CONFRONTO PORTATA - TEMPERATURA ACQUA

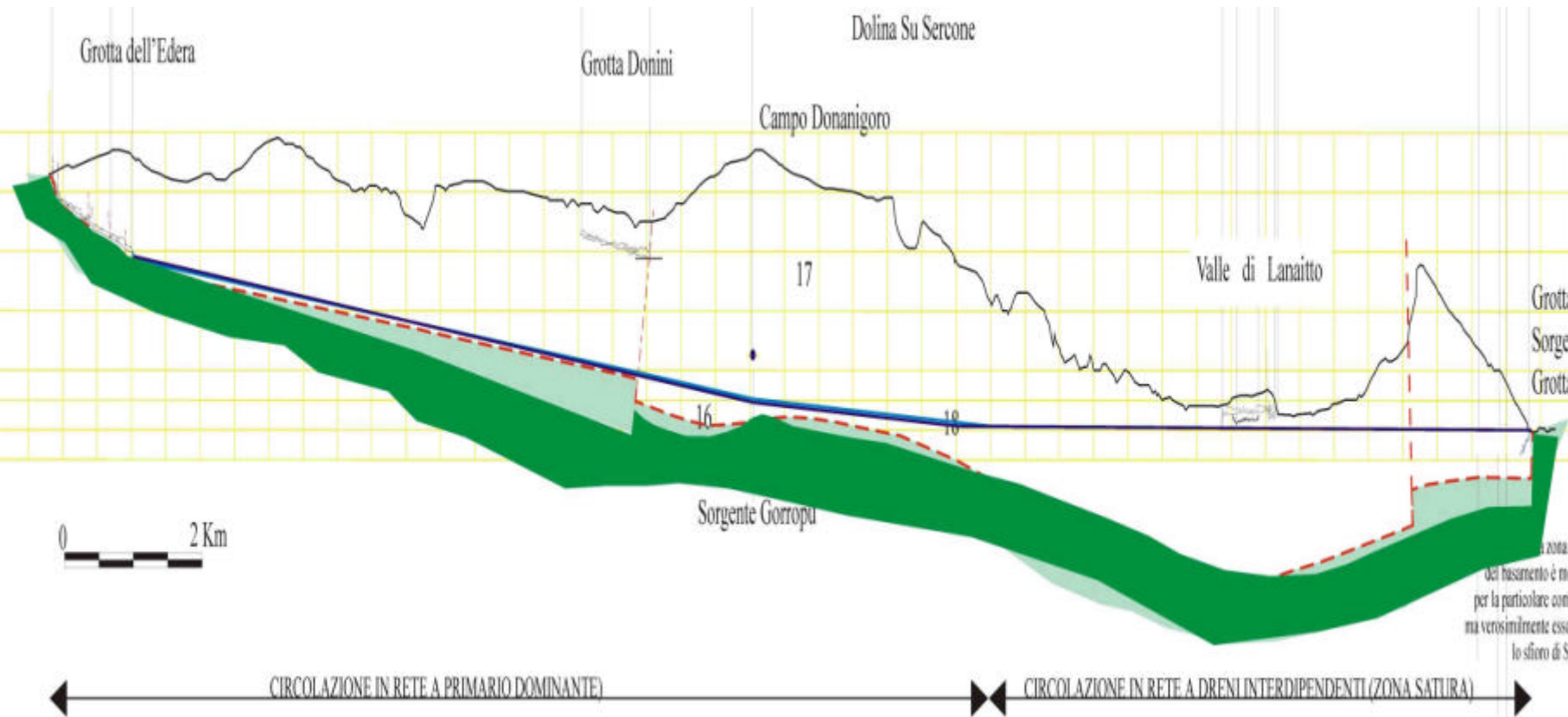


# SORGENTE RENETTA: CONFRONTO PORTATA - CONDUCIBILITÀ ACQUA

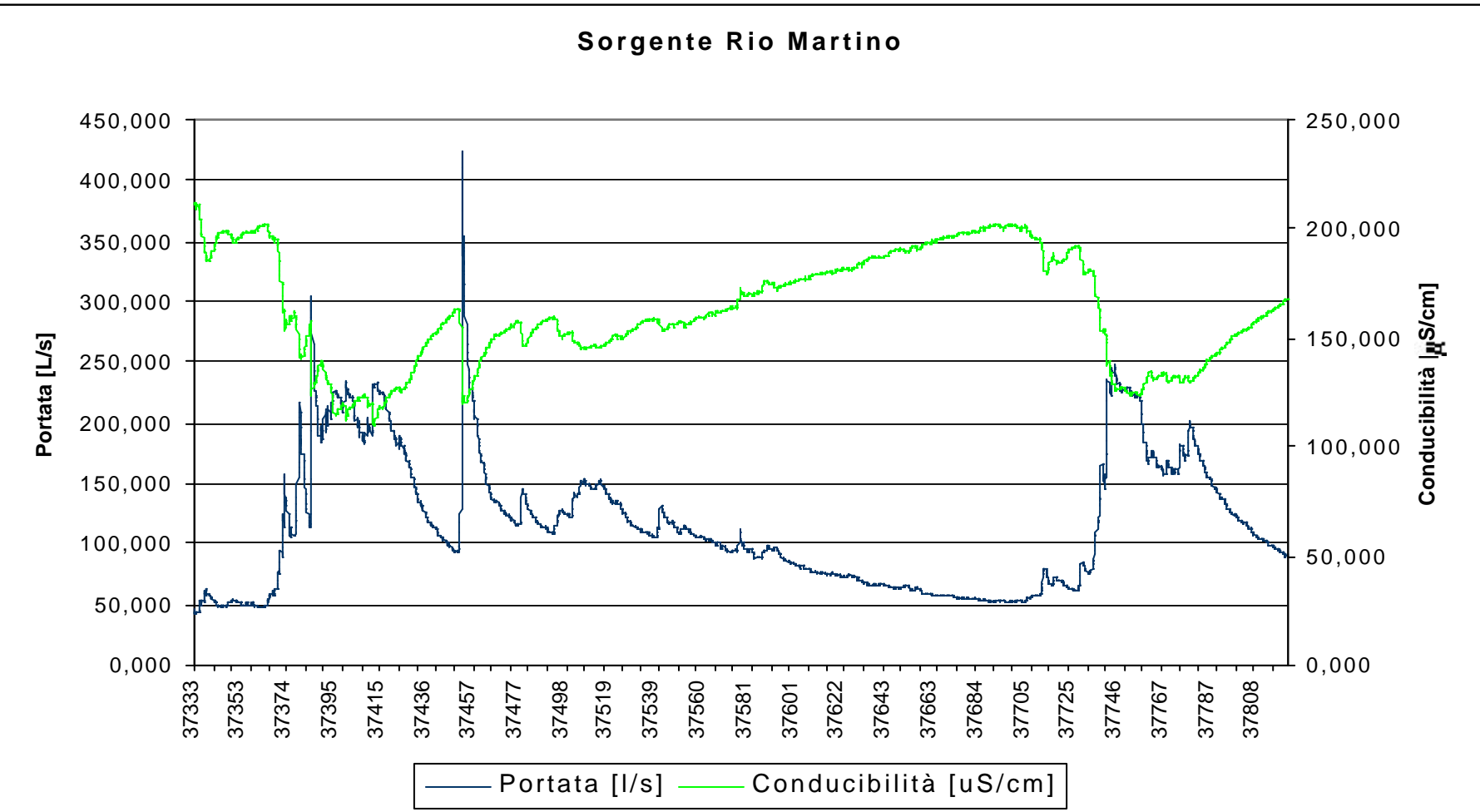
— Portata — Conducibilità elettrica



# SITUAZIONI INTERMEDIE



# SORGENTE RIO MARTINO : ANDAMENTO PORTATA - CONDUCIBILITÀ







## INDICE

I sistemi carsici

La litologia

Le discontinuità

La struttura tettonica

L' alimentazione

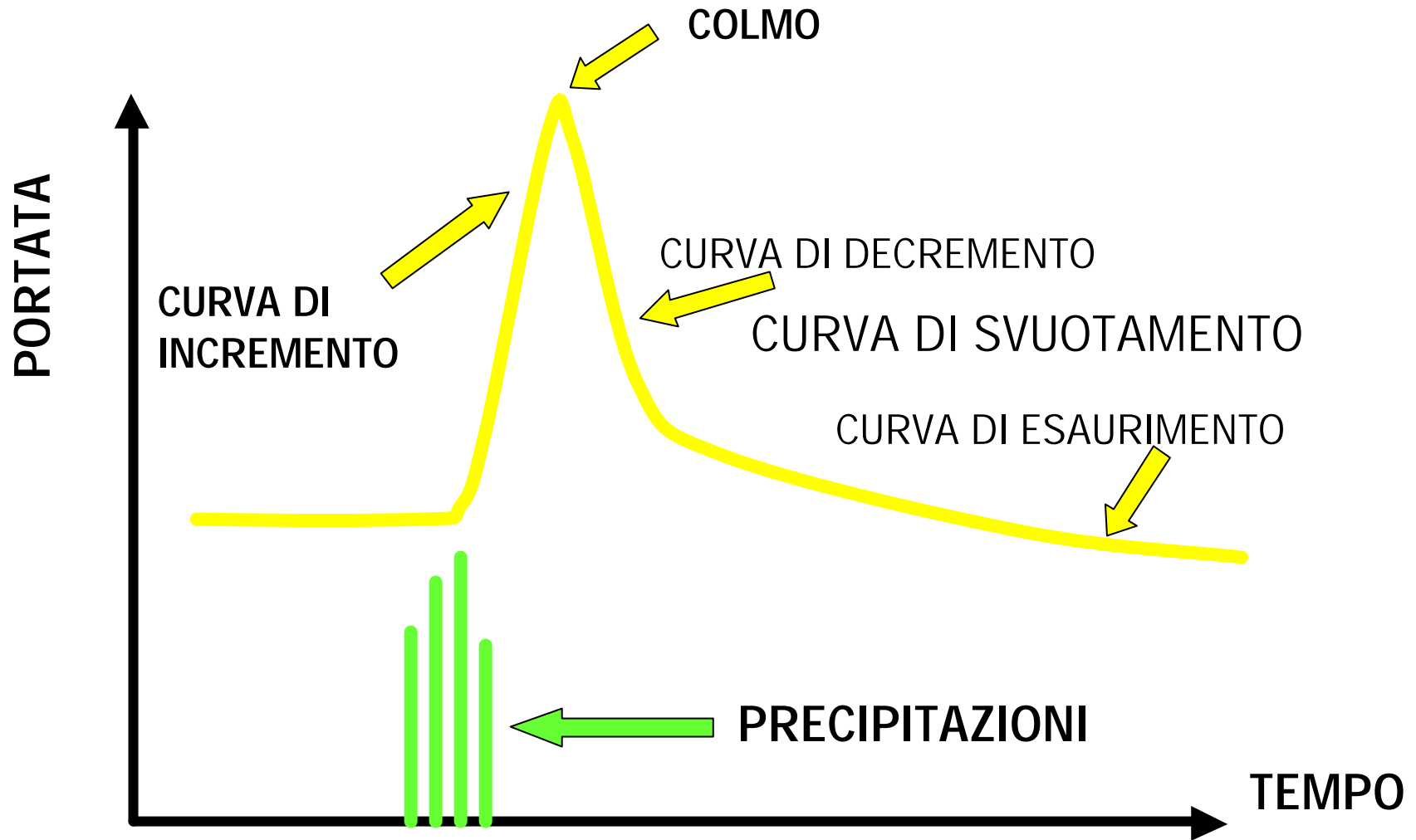
Le reti di drenaggio

Relazioni tra onda di piena e variazioni di conducibilità

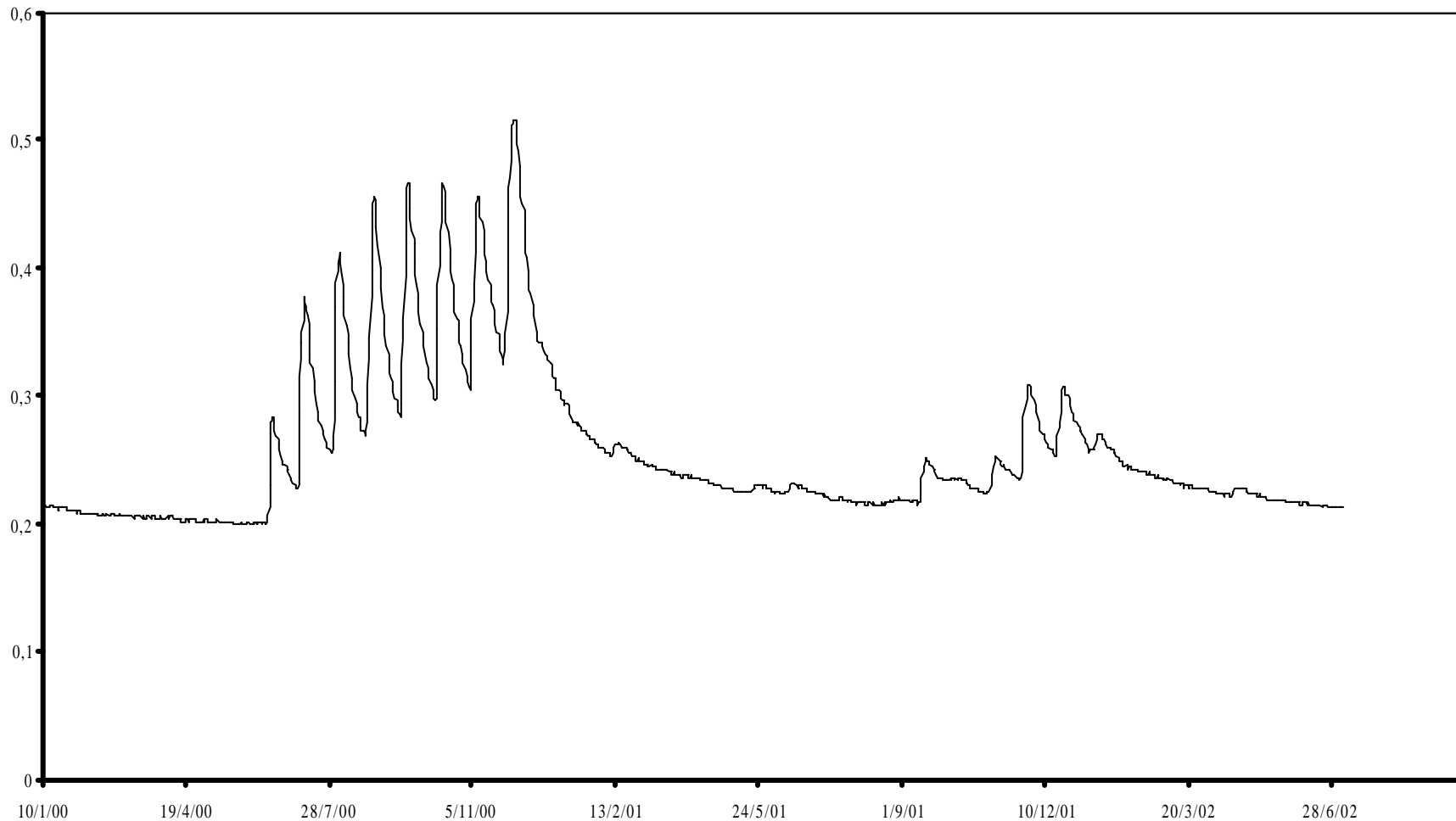
Il posizionamento delle stazioni di monitoraggio



# PARTI DI UN'ONDA DI PIENA



# SORGENTE FUSE: STRETTISSIME RELAZIONI TRALA FUSIONE NIVALE E LE PORTATE E NOTEVOLIVARIAZIONI DEI LIVELLI IDRICI



ALLE SORGENTI ARRIVO DELLE ACQUE DI NEOINFILTRAZIONE  
MOLTO RAPIDO

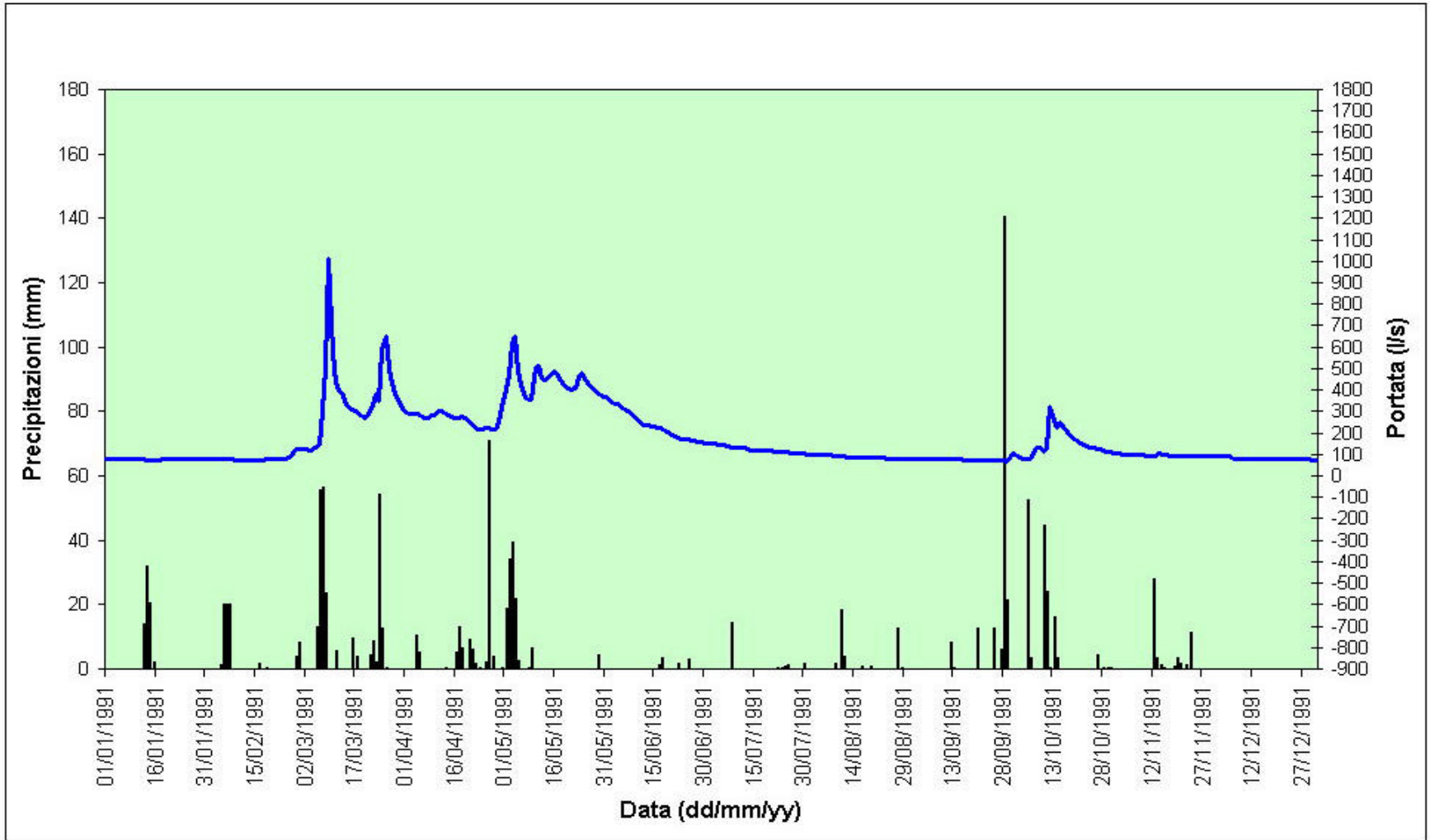
SISTEMA SOTTERRANEO CON  
NOTEVOLE CARSIFICAZIONE  
MA ASSENZA DI RISERVE IDRICHE



GEOMETRIA DEL SUBSTRATO IMPERMEABILE:

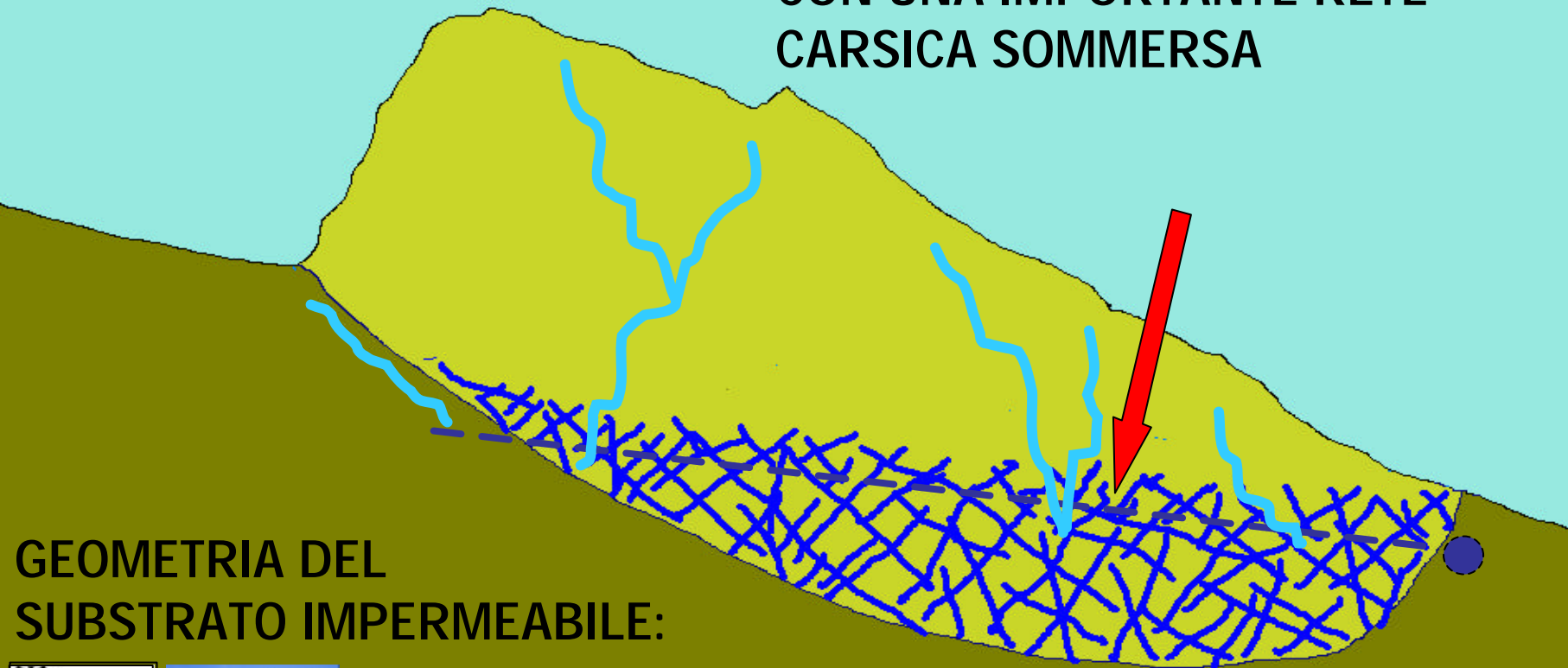


# BOSSEA: AUMENTI DI PORTATA DEL COLLETTORE PRINCIPALE E VALORE DELLE PRECIPITAZIONI



# ARRIVO DELLE ACQUE DI NEOINFILTRAZIONE PIUTTOSTO RITARDATO

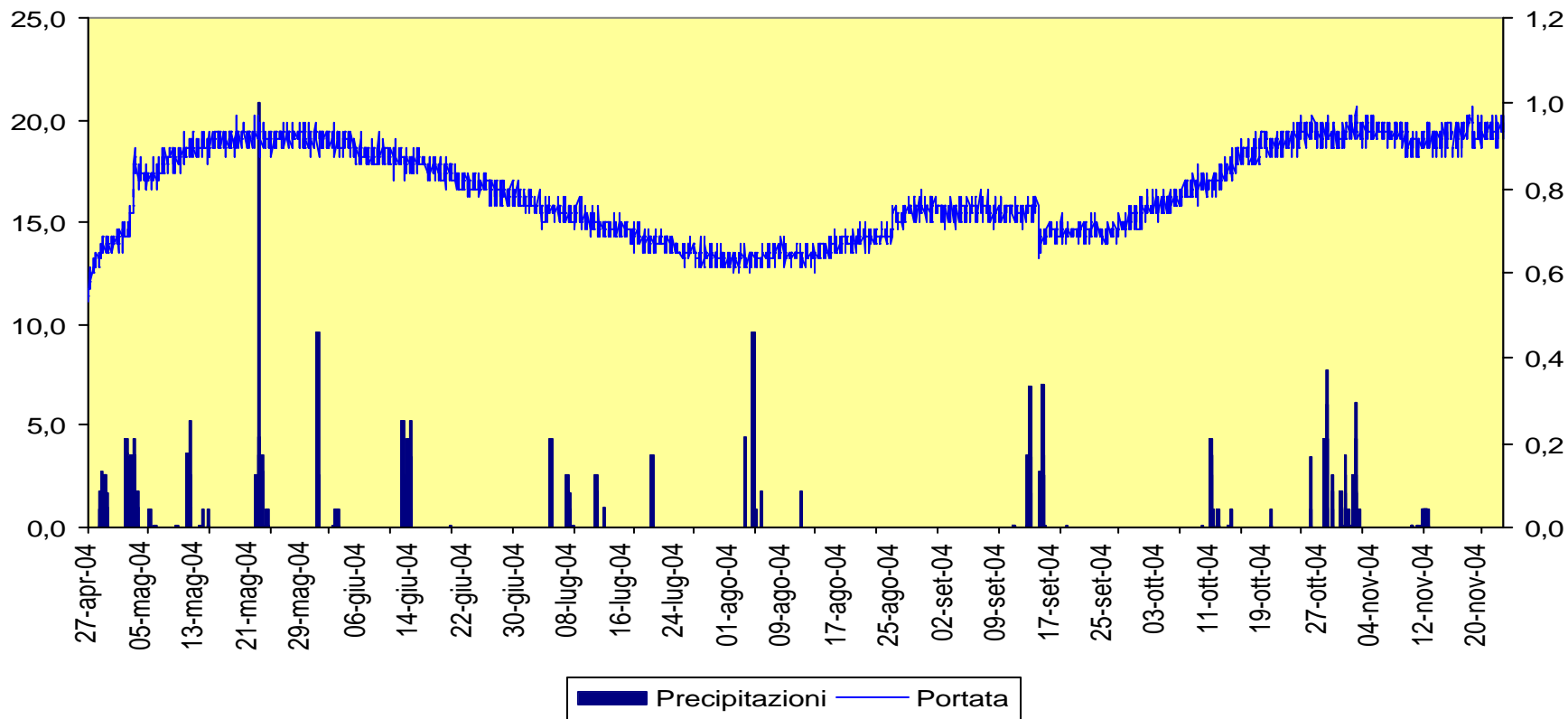
**SISTEMA SOTTERRANEO  
CON UNA IMPORTANTE RETE  
CARSICA SOMMERSA**



**GEOMETRIA DEL  
SUBSTRATO IMPERMEABILE:**

# SORGENTE RAY: VARIAZIONI MOLTO CONTENUTE DELLA PORTATA ED ASSENZA DI RELAZIONI CON GLI APPORTI INFILTRATIVI

Relazione tra le portate della Sorgente Ray e le precipitazioni delle stazione di Borello



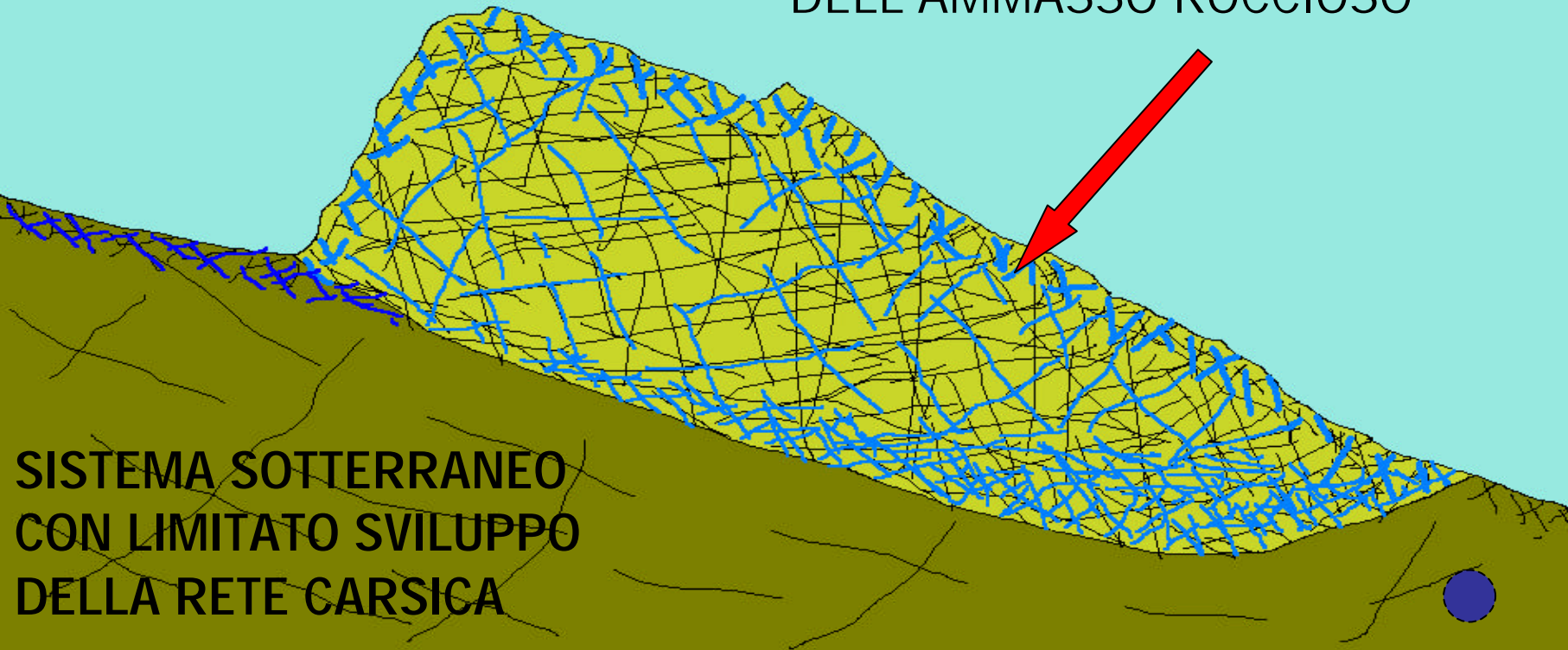
■ Precipitazioni — Portata



Autore:  
Prof. Bartolomeo Vigna

# ALLE SORGENTI NESSUNA RELAZIONE CON LE ACQUE DI NEOINFILTRAZIONE

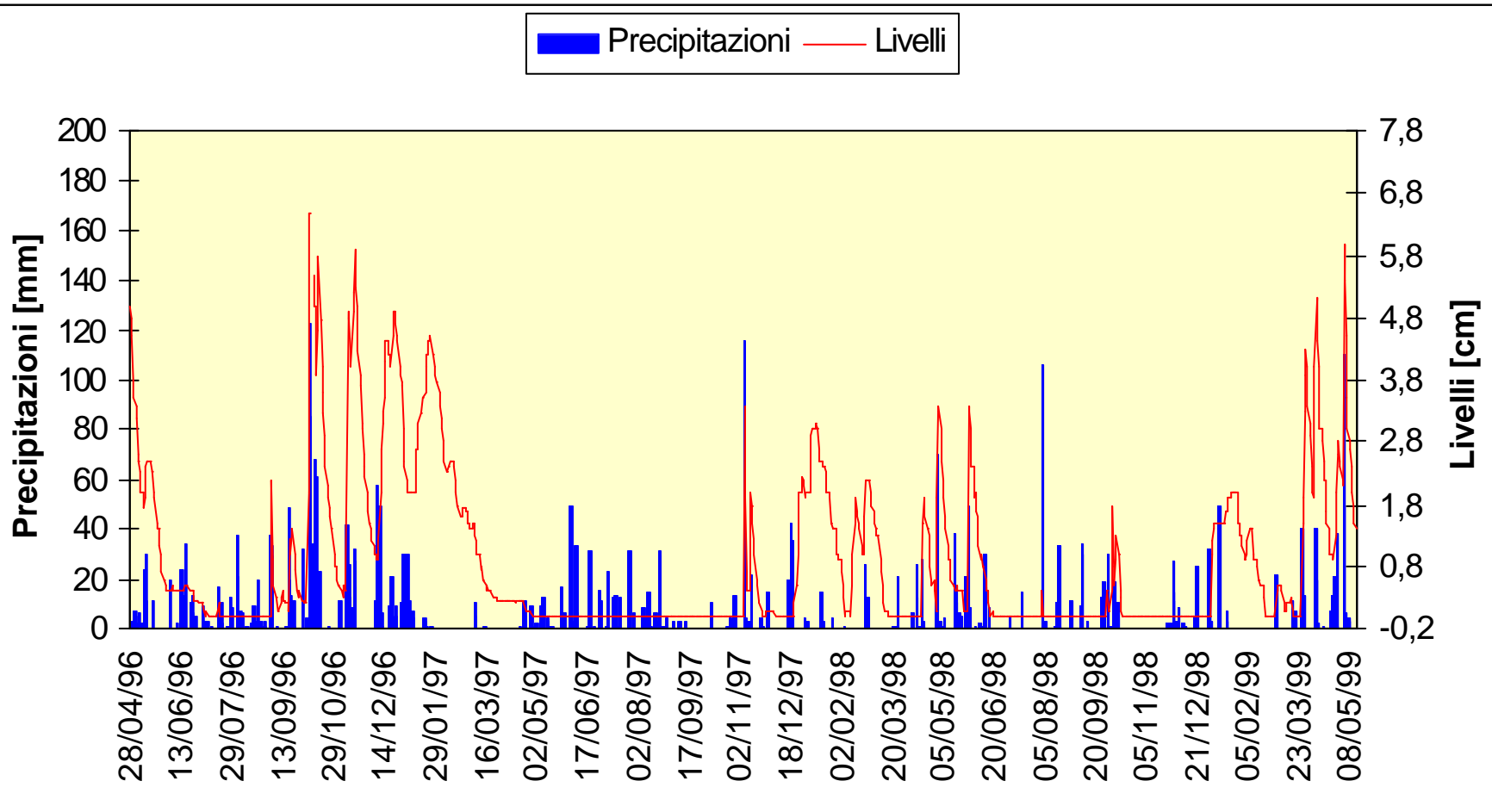
NOTEVOLE FRATTURAZIONE  
DELL'AMMASSO ROCCIOSO



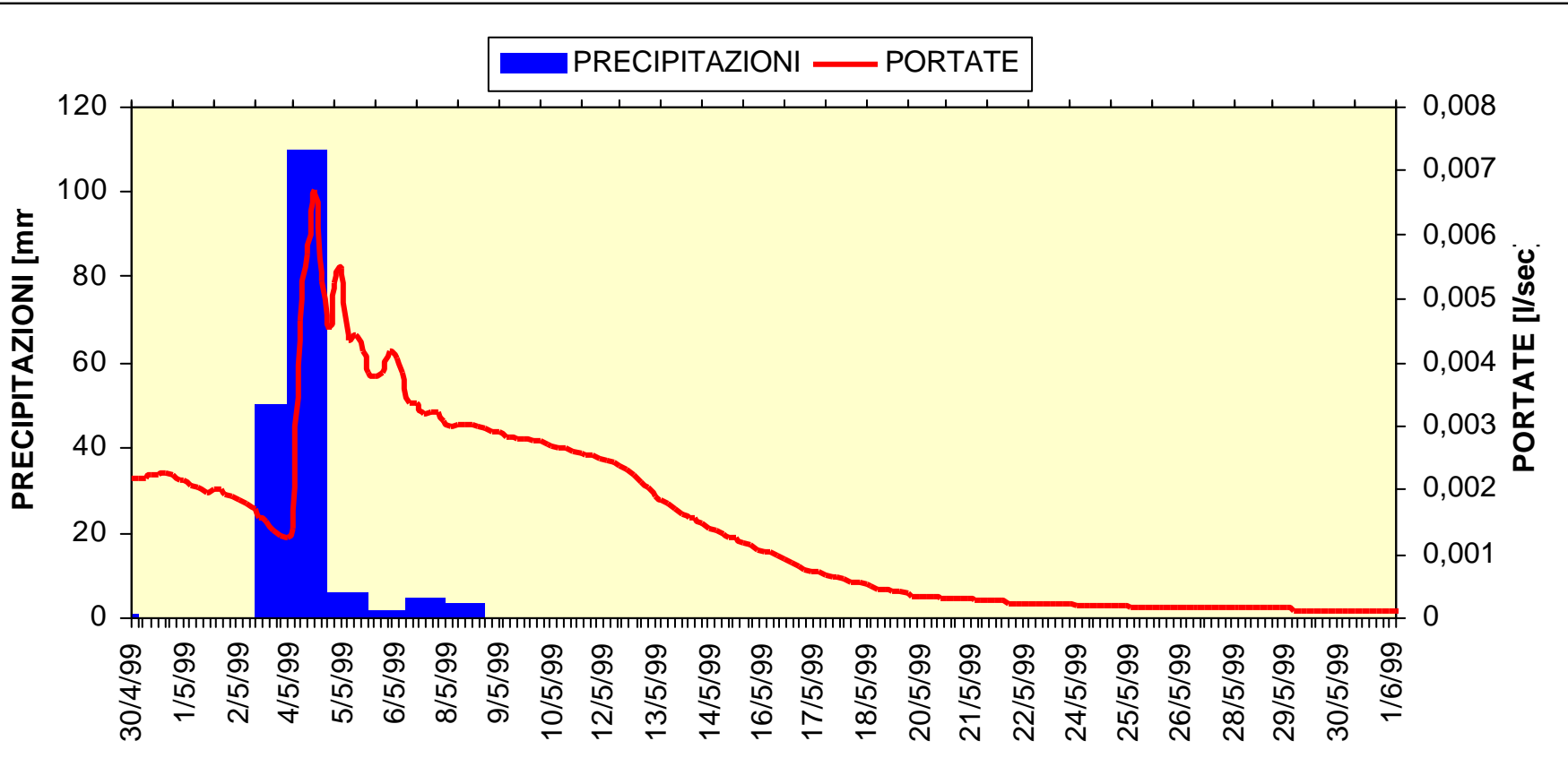
SISTEMA SOTTERRANEO  
CON LIMITATO SVILUPPO  
DELLA RETE CARSICA



# CORRELAZIONE LIVELLI - PRECIPITAZIONI DELLO STILLICIDIO CONCREZIONI

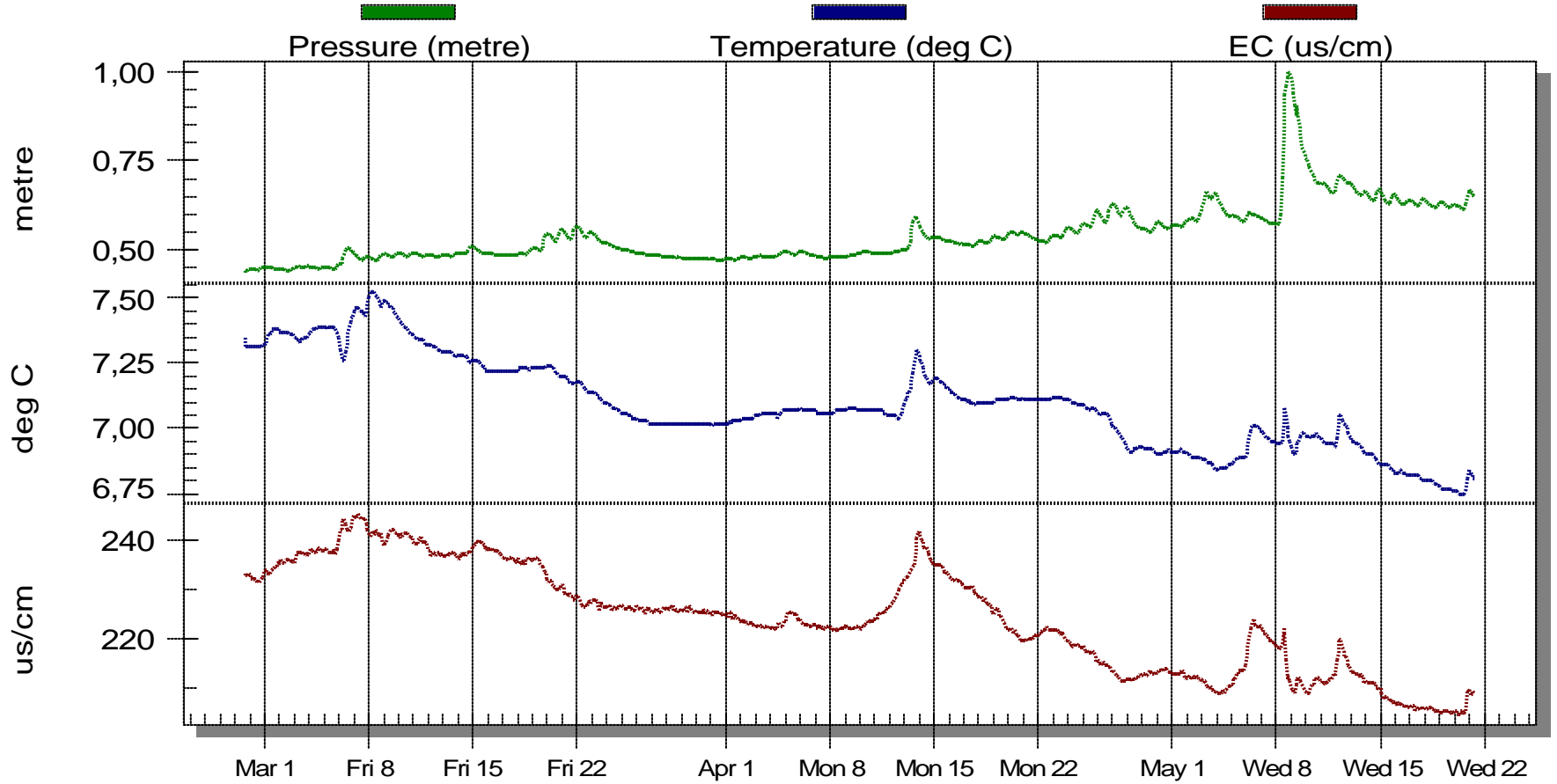


# CORRELAZIONE PORTATE - PRECIPITAZIONI DELLO STILLICIDIO GIULIETTA



# RAPPORTI PORTATA-CONDUCIBILITA'-TEMPERATURA DELLE ACQUE

## SORGENTE DRAGONERA

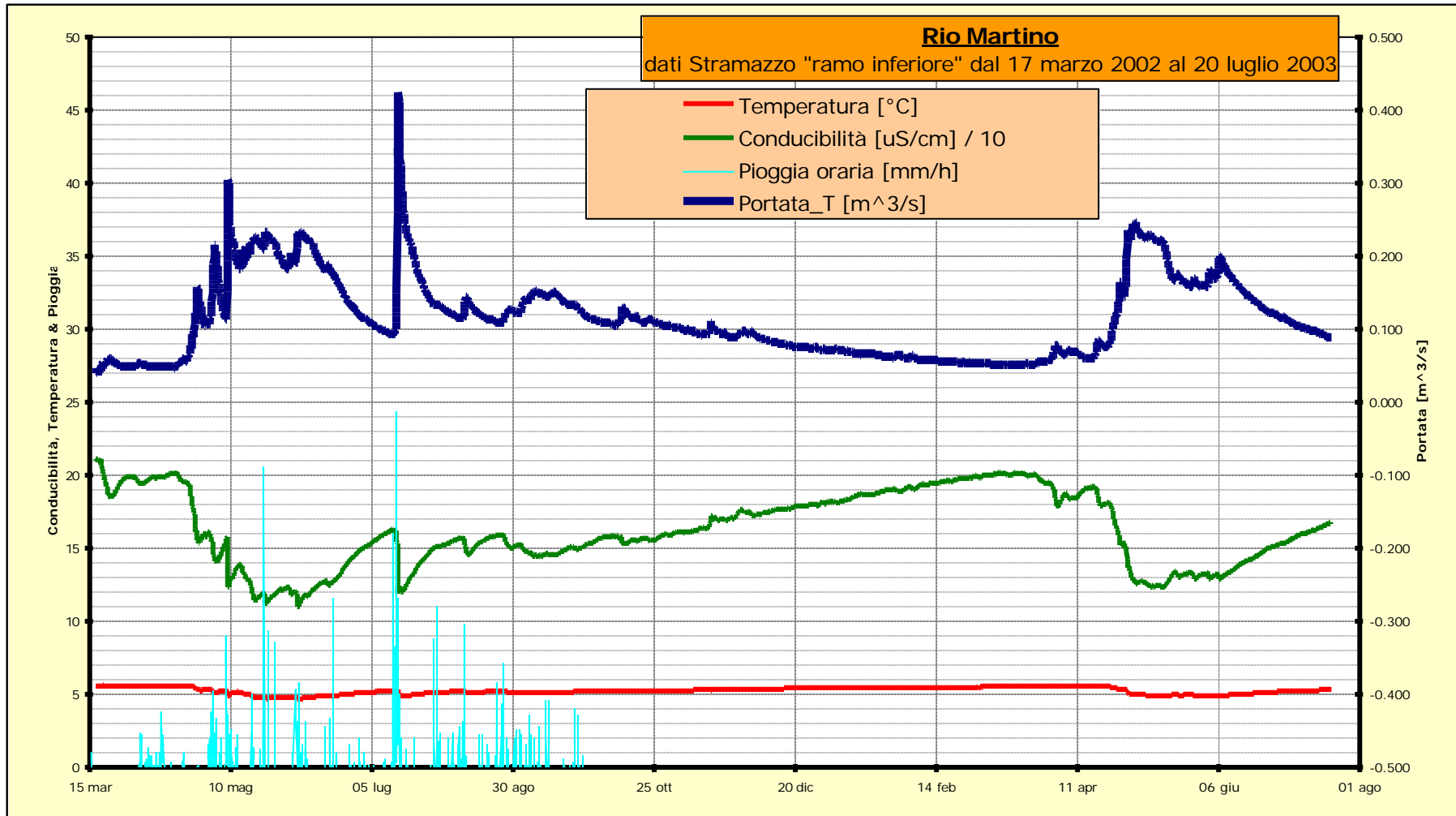


Mar 2002



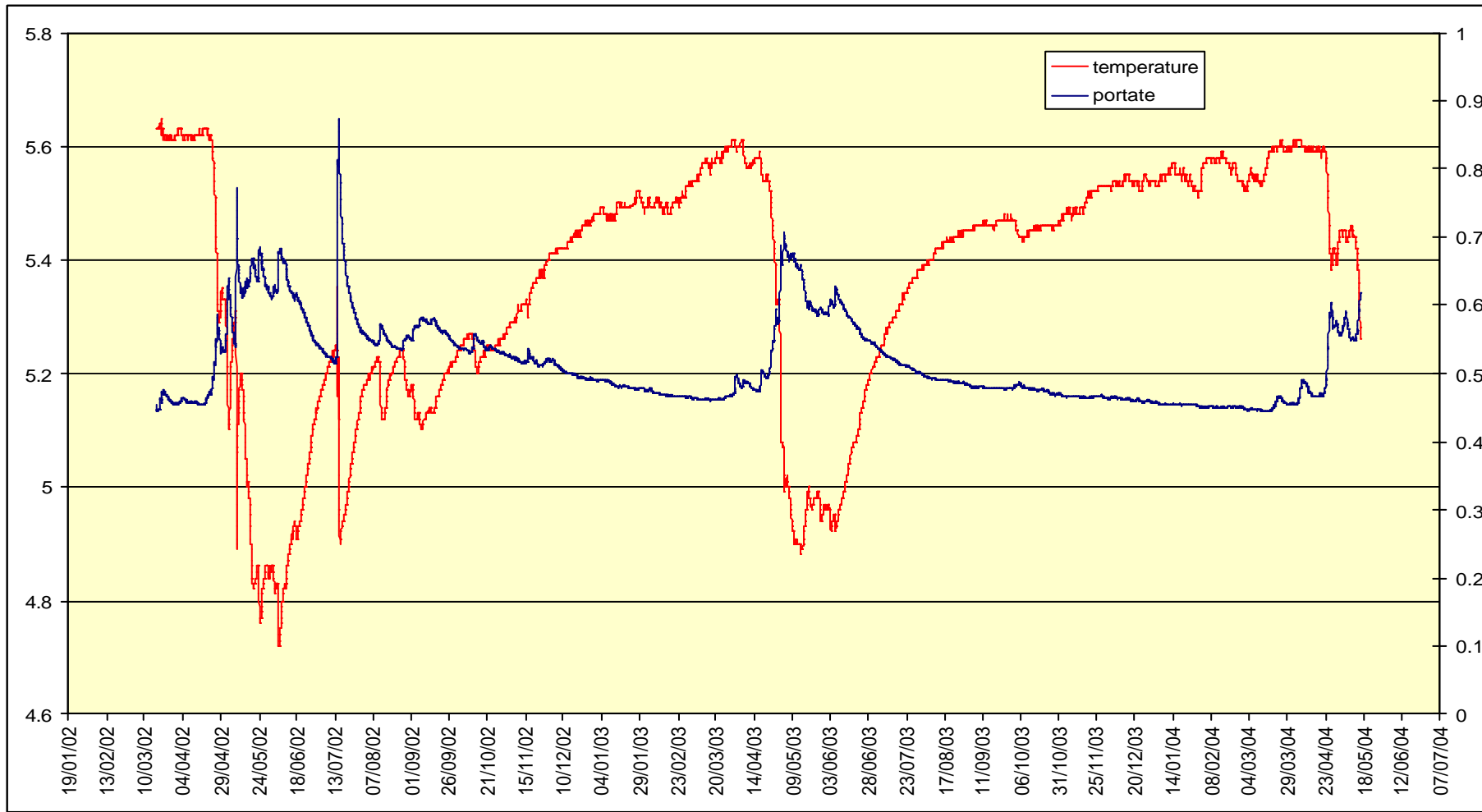
Autore:  
Prof. Bartolomeo Vigna

# SORGENTE DI RIO MARTINO: CORRELAZIONI PIOGGE-PORTATA- CONDUCIBILITÀ-TEMPERATURA ACQUA



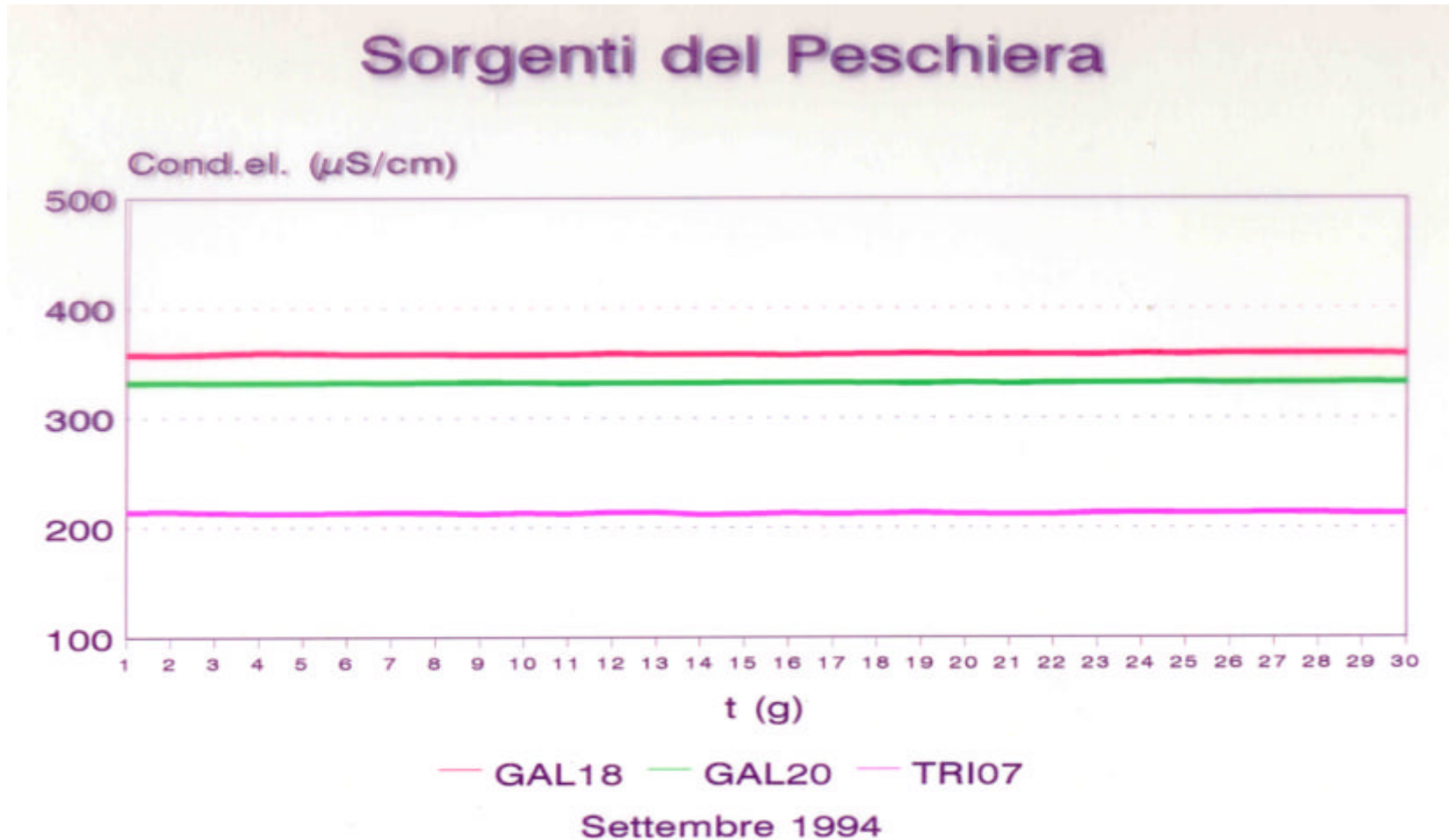


# SORGENTE DI RIO MARTINO: CORRELAZIONE PORTATA - TEMPERATURA ACQUA

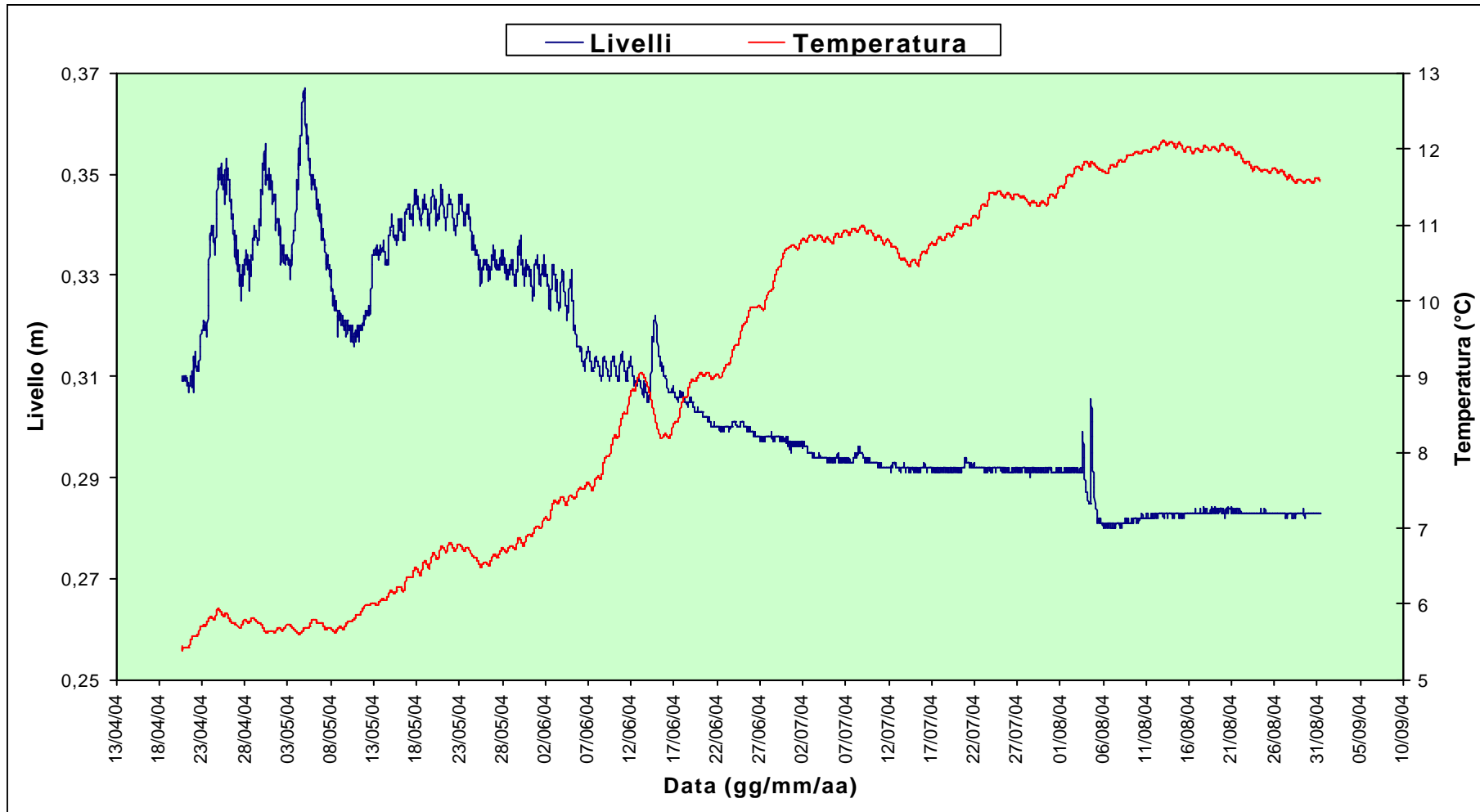


Autore:  
Prof. Bartolomeo Vigna

# RISPOSTA DEL SISTEMA: POCHE VARIAZIONI DEI PRINCIPALI PARAMETRI

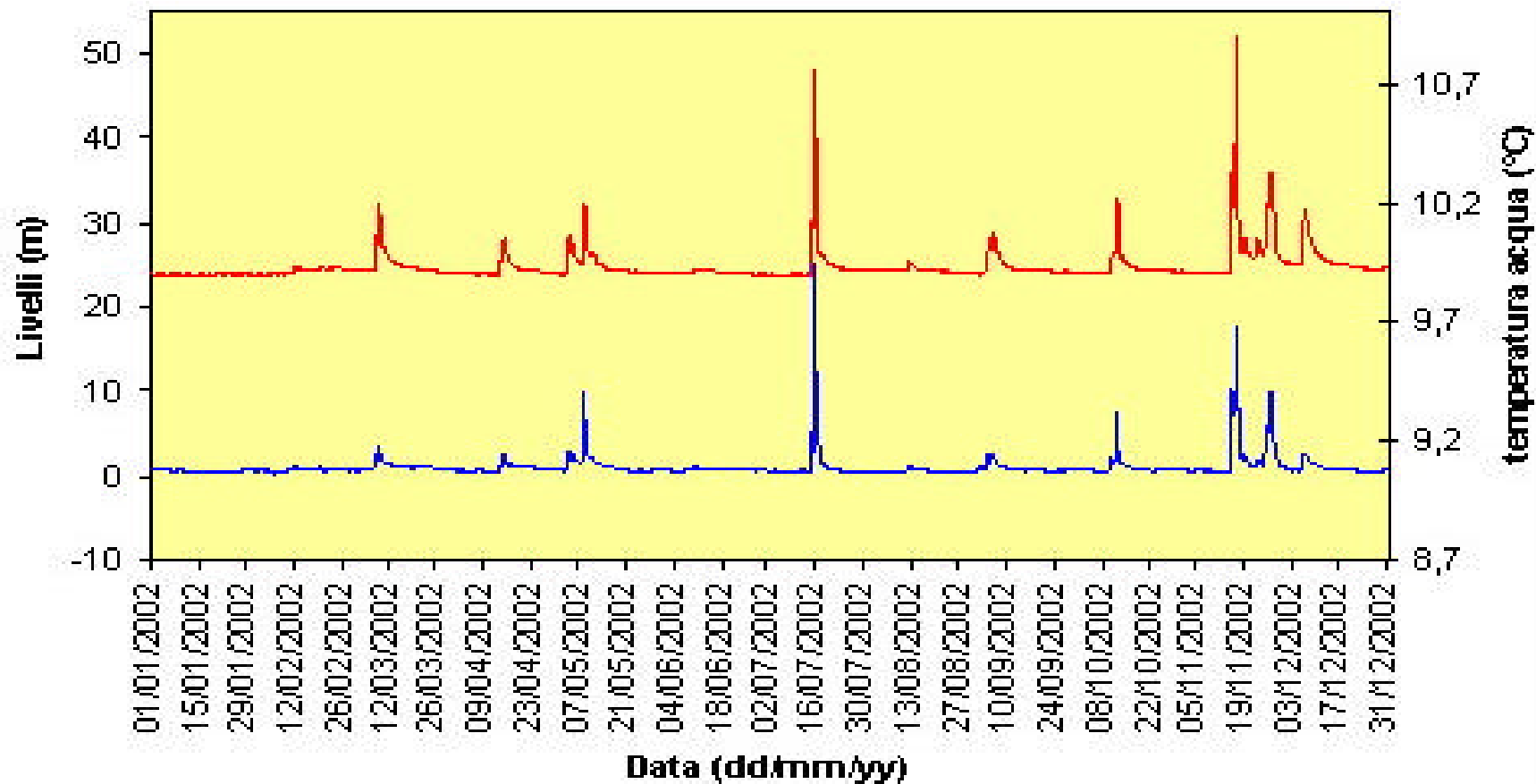


# RISPOSTA DEL SISTEMA: NOTEVOLI VARIAZIONI DEI PRINCIPALI PARAMETRI

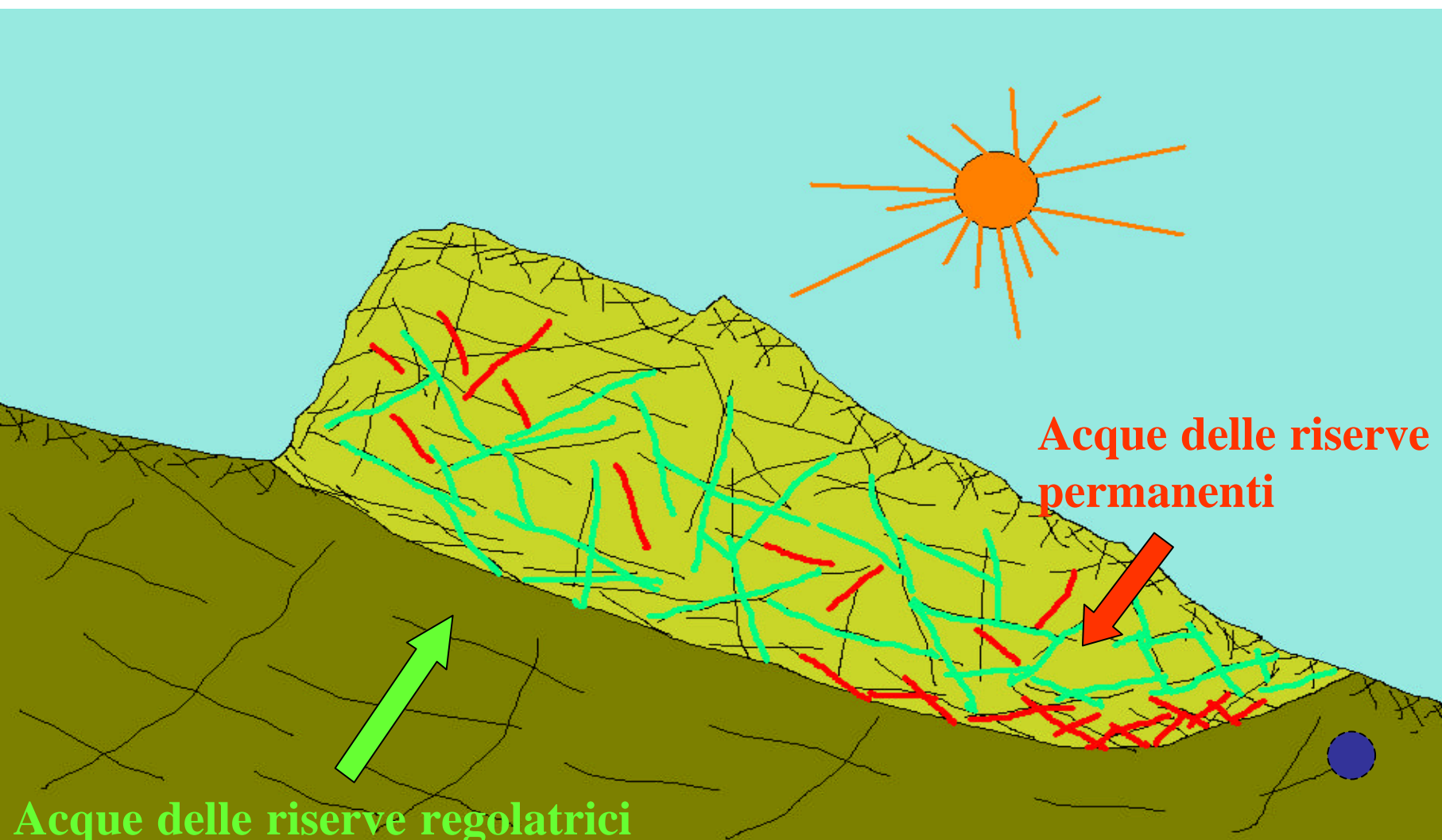


# RISPOSTA DEL SISTEMA: ANOMALE VARIAZIONI

## DEI PRINCIPALI PARAMETRI

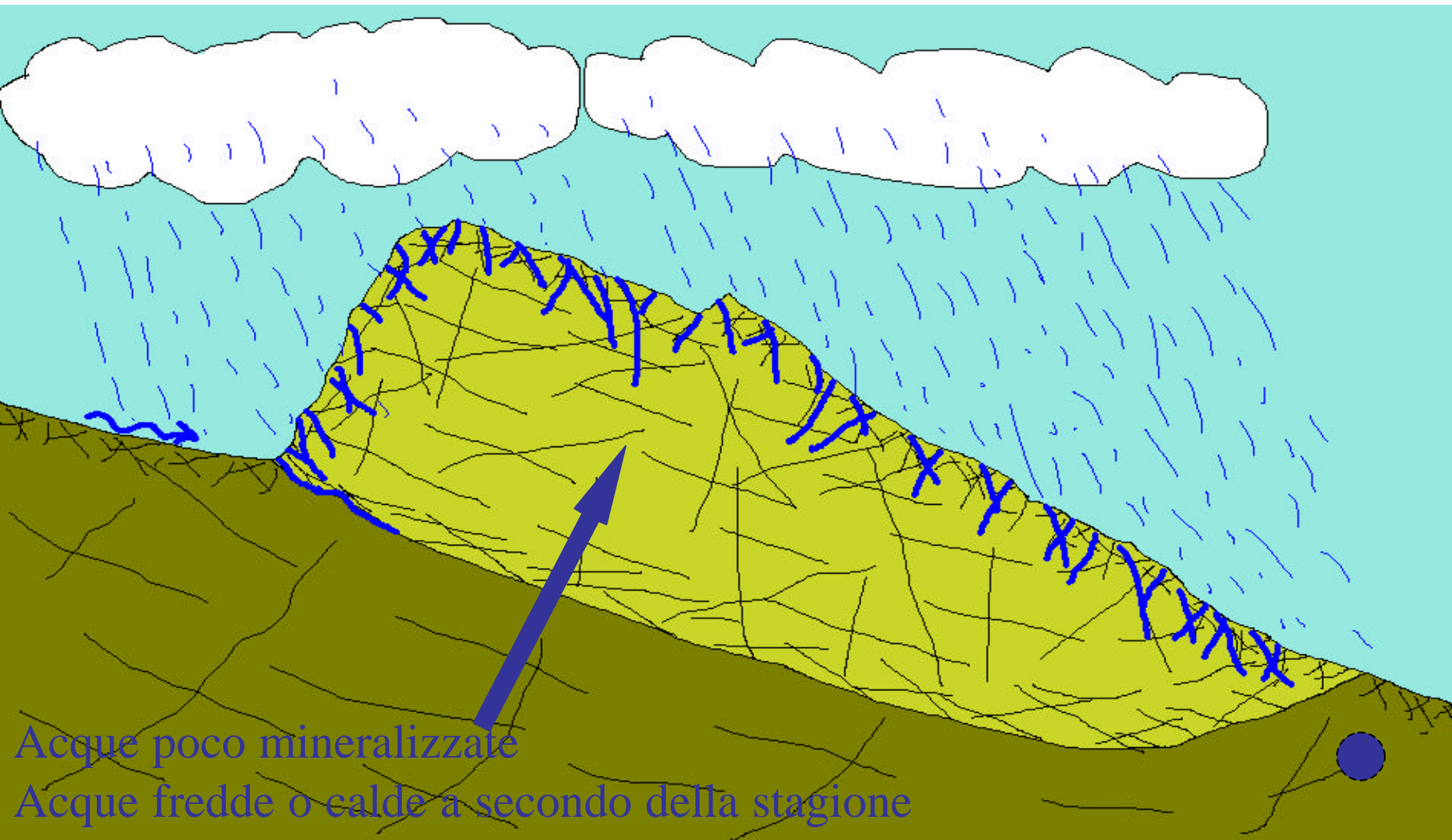


# CIRCOLAZIONE DELLE ACQUE IN ASSENZA DI APPORTI INFILTRATIVI

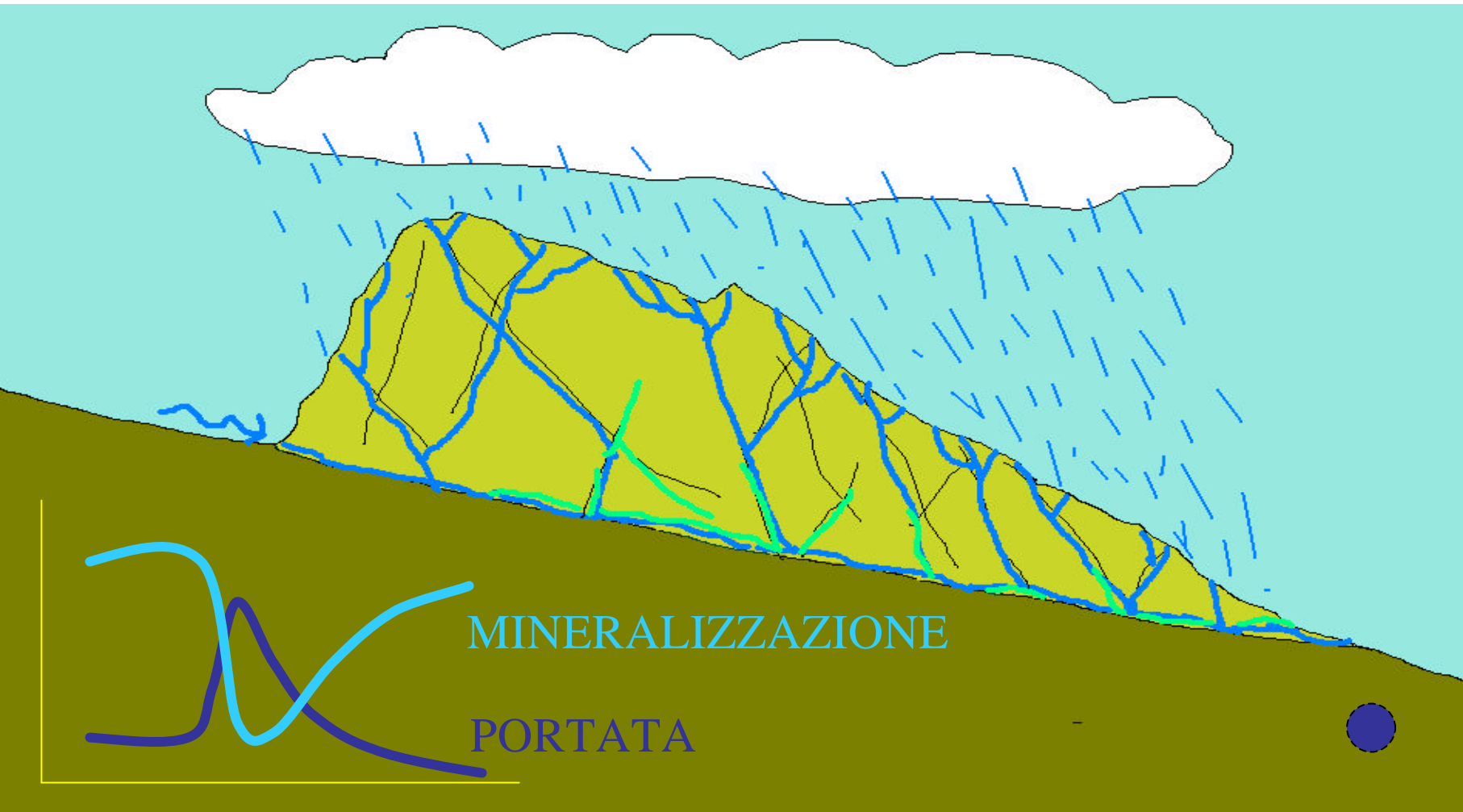




# IN SEGUITO AD APPORTI INFILTRATIVI ENTRANO NEL SISTEMA LE ACQUE DI NEOINFILTRAZIONE

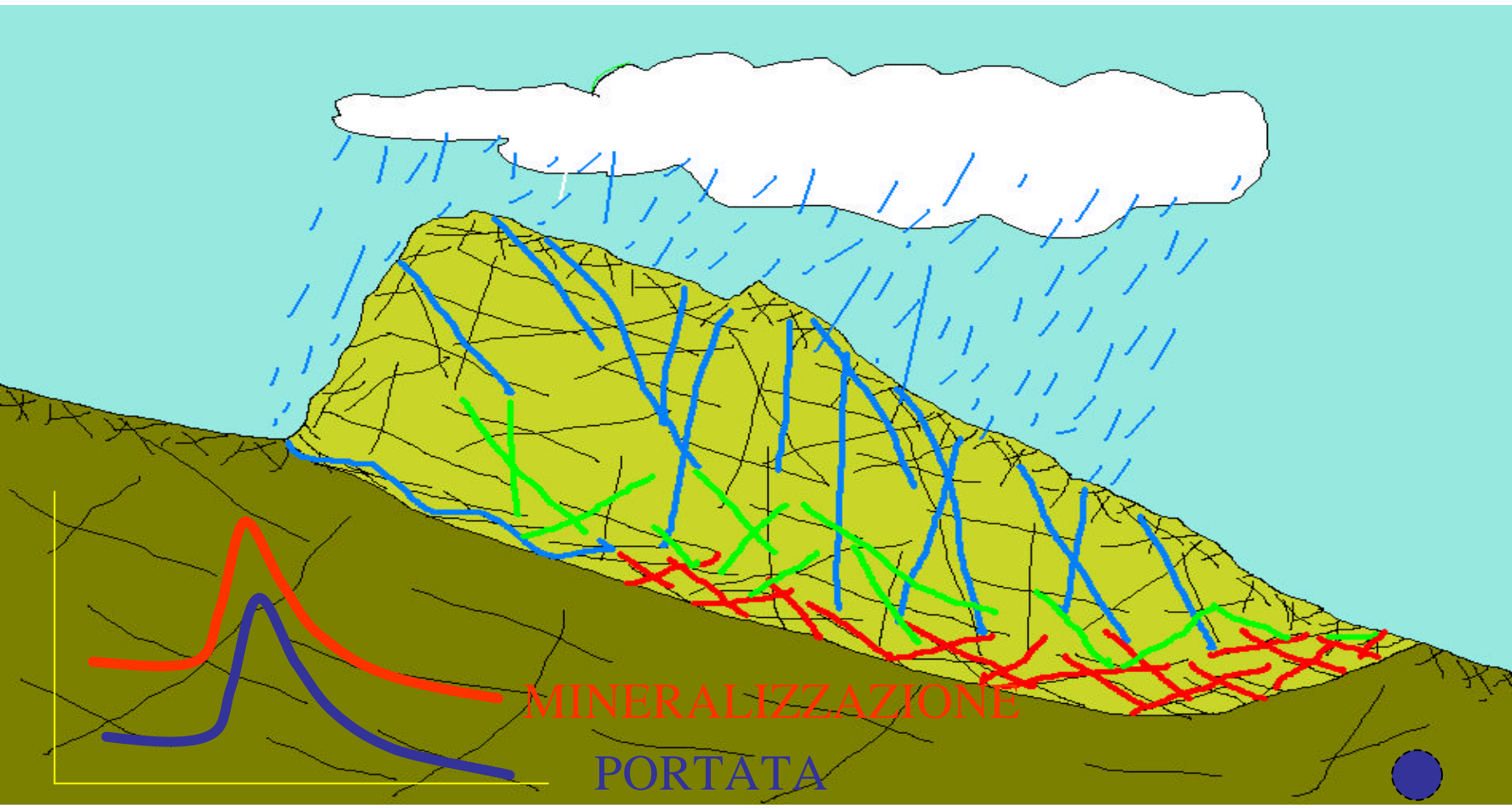


# ARRIVO ALLA SORGENTE DELLE ACQUE DI NEOINFILTRAZIONE TIPO DI RISPOSTA: SOSTITUZIONE



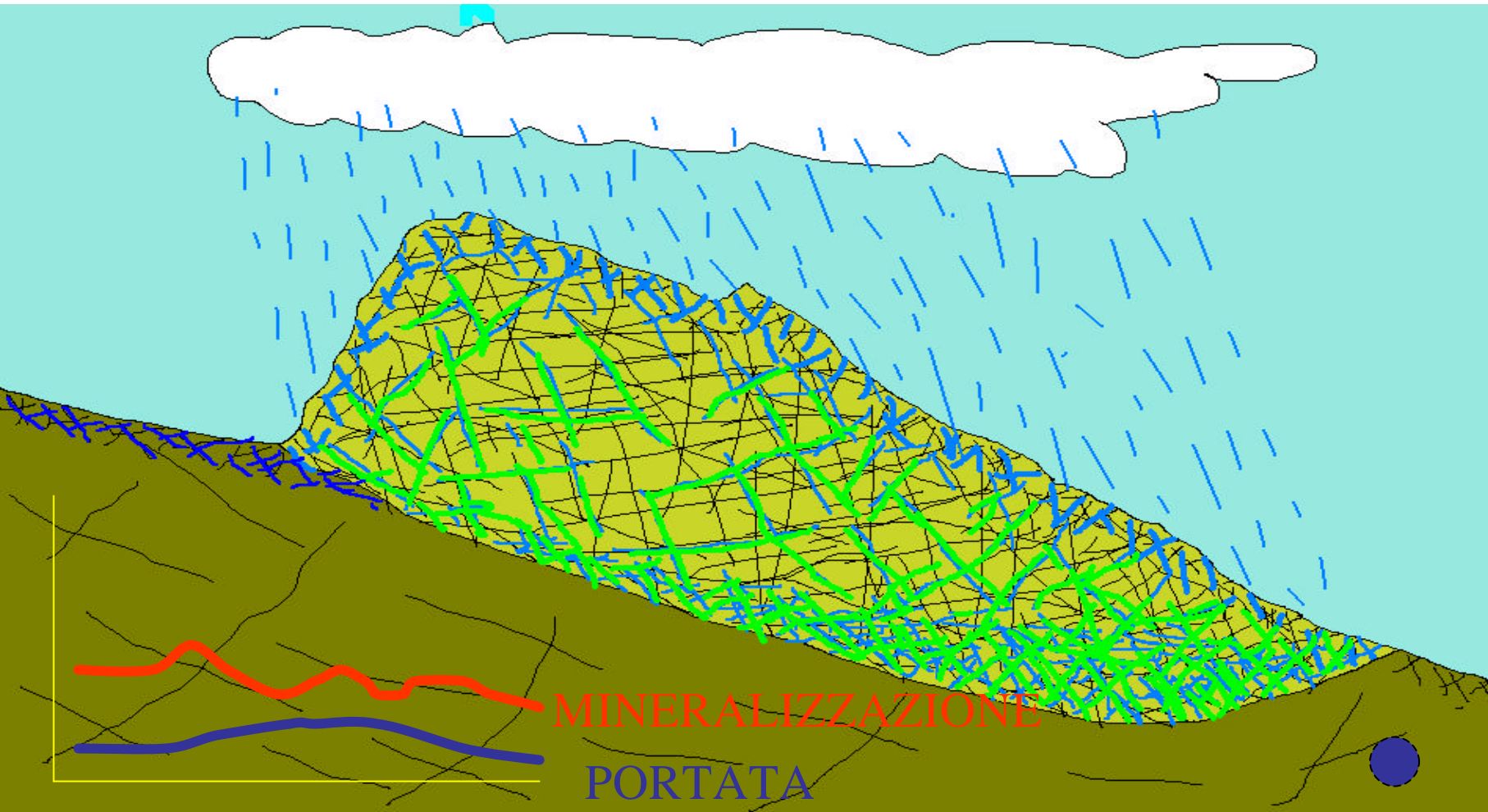
# ARRIVO ALLA SORGENTE DI ACQUE PIU' MINERALIZZATE E CALDE

## TIPO DI RISPOSTA: PISTONAGGIO





# ALLA SORGENTE NON CAMBIA LA MINERALIZZAZIONE NE LA TEMPERATURA TIPO DI RISPOSTA: OMOGENEIZZAZIONE





## INDICE

I sistemi carsici

La litologia

Le discontinuità

La struttura tettonica

L' alimentazione

Le reti di drenaggio

Relazioni tra onda di piena e variazioni di conducibilità

Il posizionamento delle stazioni di monitoraggio





# POSIZIONAMENTO DELLE STAZIONI DI MONITORAGGIO

Le indagini geostrutturali, unitamente alle conoscenze dirette sul sistema carsico, permettono di determinare, in via predittiva, la struttura generale di un sistema carsico.

Questo consente il corretto posizionamento delle stazioni di monitoraggio.

Stazioni esterne: meteorologiche

idrometriche

Stazioni interne: meteorologiche

idrometriche

# POSIZIONAMENTO DELLE STAZIONI ESTERNE

Stazioni meteorologiche:

- devono essere rappresentative delle principali zone di infiltrazione,
- devono permettere la stima dei gradienti termometrico e pluviometrico.



Stazioni idrometriche:  
devono poter misurare le portate in uscita del sistema, in caso di più emergenze può essere necessario installare più misuratori di livello, per differenziare i regimi delle varie bocche.

Autore:  
Ricercatore Leonardo Piccini

# POSIZIONAMENTO DELLE STAZIONI ESTERNE

Esempi:

Sistemi complessi:

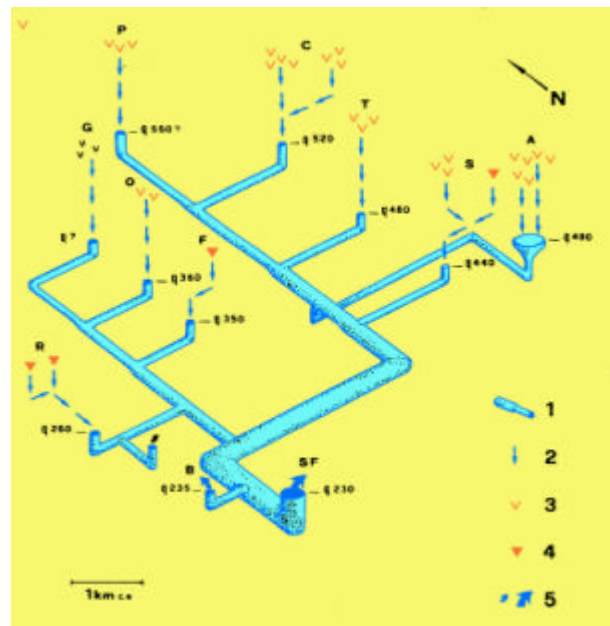
Occorre una appropriata rete di stazione meteo esterne.

Le stazioni idrometriche devono misurare la portata complessiva del sistema.

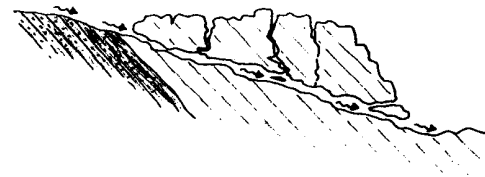
Sistemi di attraversamento:

Occorre avere stazioni meteo anche nel bacino di alimentazione allogenica, che può essere molto più ampio dell'area carsica.

Le stazioni idrometriche devono essere almeno due, una per le portate in entrata e una per le portate in uscita.



**A**



# POSIZIONAMENTO DELLE STAZIONI INTERNE

Stazioni meteorologiche:

devono essere posizionate tenendo bene in considerazione lo schema di circolazione dell'aria.

Stazioni idrometriche:

Monitoraggio dell'infiltrazione – si possono usare pluviometri posizionati in corrispondenza di stillicidi.

Monitoraggio dei flussi incanalati - devono poter misurare le portate in transito nel sistema, nel collettore principale ed eventualmente in quelli secondari.



# CONCLUSIONI



Il posizionamento dei punti di misura deve necessariamente essere programmato sulla base di un modello idro-strutturale del sistema carsico.

Tale modello può essere costruito sulla base di dati geologico-strutturali nonché sulle conoscenze dirette fornite dalle cavità carsiche presenti.

I dati ottenuti dal monitoraggio permettono di verificare e raffinare il modello, consentendo previsioni più accurate.