



# PRINCIPI DI IDRAULICA E FOGNATURE

ING. RICCARDO CALZA

# ORGANIZZAZIONE LEZIONI

## ► IDRAULICA

- PROPRIETA' DEI LIQUIDI: cos'è un *liquido*, unità di misura
- TEOREMA DI BERNOULLI: *forza* e *energia* dell'*acqua*, *correnti*
- EQUAZIONE DI CONTINUITA': *bilancio idrico*, *bacino idrico* e *laminazione*
- ALTRI PRINCIPI: minimo energetico, Archimede, perdite di carico

## ► FOGNATURE E VASCHE DI ACCUMULO

- CENNI DELLE TIPOLOGIE ESISTENTI
- FUNZIONAMENTO A GRAVITA' E RICETTORI
- SCOLMATORI
- LA LAMINAZIONE
- VASCHE DI PRIMA PIOGGIA E VOLANO



# PRINCIPI DI IDRAULICA

## PROPRIETA' DEI LIQUIDI

# COS'E' L'ACQUA?

- Un **fluido** è un corpo materiale che può subire grandi variazioni di forma sotto l'azione di forze e si distinguono in *liquidi* e gas.
- Un **liquido** è un particolare fluido che oppone grande resistenza alle variazioni di volume.
- Un **fluido non viscoso** è un particolare fluido che non genera resistenze di attrito tra le sue particelle

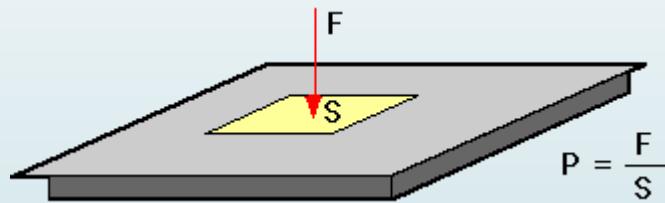
**→ L'acqua può essere considerato un liquido non viscoso**

## COME SI MISURA

### ► PRESSIONE:

E' la forza esercitata per unità di superficie. E' indice della forza di spinta dell'acqua.

**1 bar = 10 metri di colonna d'acqua**



- La pressione dell'acqua in uscita dal rubinetto di casa è di circa 2-3 bar
- La pressione di esercizio di una manichetta anti-incendio è 20 bar

# COME SI MISURA

## ► PORTATA:

E' la il volume transitante per unità di tempo

1 metro cubo al secondo = **1000 litri al secondo**



- Una motopompa ha una portata variabile tra 10 e 20 litri al secondo
- Il Ticino ha una portata di circa 350 metri cubi al secondo ossia 350'000 litri al secondo

# TEOREMA DI BERNOULLI

TEOREMA DI  
BERNOULLI

Definisce le varie forme di energia che ha l'acqua e come possono variare

$$E_{TOT} = E_Q + E_P + E_V$$

# TEOREMA DI BERNOULLI

## TEOREMA DI BERNOULLI

Definisce le varie forme di energia che ha l'acqua e come possono variare

$$E_{TOT} = E_Q + E_P + E_V$$

Definisce il **livello energetico totale** di una particella d'acqua. E' importante perché naturalmente l'acqua tenderà a muoversi verso zone a minor energia quindi definisce la forza e la direzione dell'acqua.

In genere si parla di **prevalenza** ed è espressa in metri

# TEOREMA DI BERNOULLI

## TEOREMA DI BERNOULLI

Definisce le varie forme di energia che ha l'acqua e come possono variare

$$E_{TOT} = E_Q + E_P + E_V$$

Definisce l'**Energia di quota**, ossia definito un riferimento comune definisce l'altitudine rispetto quella quota. Più l'acqua si trova in alto più il suo livello energetico sarà maggiore

# TEOREMA DI BERNOULLI

## TEOREMA DI BERNOULLI

Definisce le varie forme di energia che ha l'acqua e come possono variare

$$E_{TOT} = E_Q + E_P + E_V$$

Definisce l'**Energia di pressione**. Ossia definisce la 'capacità di schiacciamento' che ha l'acqua rispetto una superficie. Maggiore è la pressione dell'acqua maggiore sarà anche la spinta che questa esercita su muri e argini dei fiumi

# TEOREMA DI BERNOULLI

## TEOREMA DI BERNOULLI

Definisce le varie forme di energia che ha l'acqua e come possono variare

$$E_{TOT} = E_Q + E_P + E_V$$

Definisce l'**Energia di velocità**. Maggiore è la velocità dell'acqua maggiore sarà questa componente. Questa componente è responsabile ad esempio del trasporto di detriti e effetti di trascinamento.

# ESEMPIO: ACQUA FERMA

TEOREMA DI  
BERNOULLI

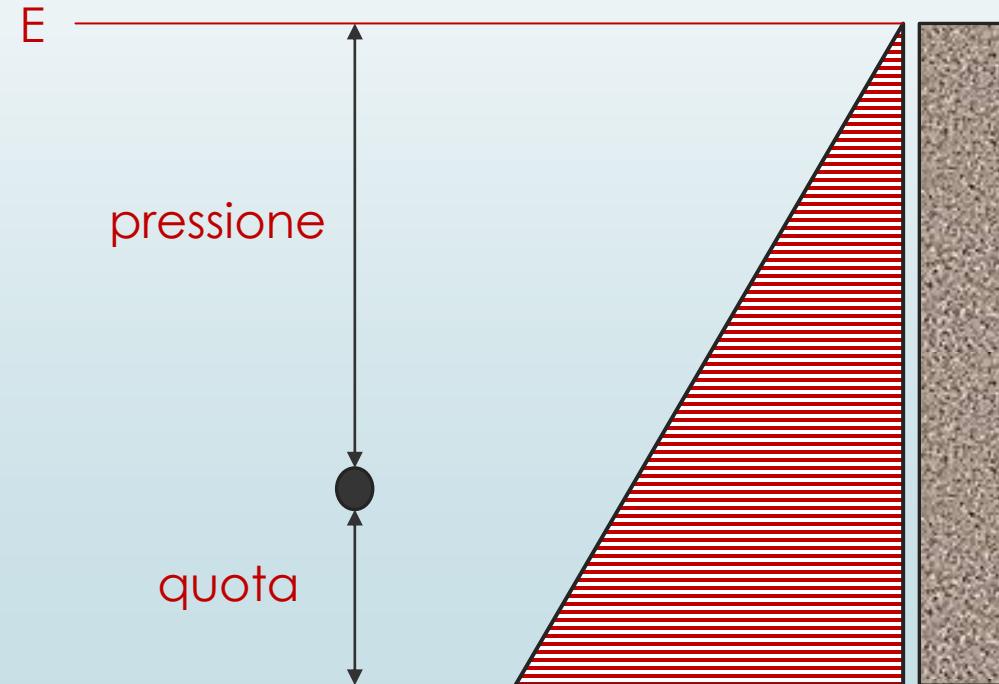
$$E_{TOT} = E_Q + E_P + \text{X}$$



# ESEMPIO: ACQUA FERMA

TEOREMA DI  
BERNOULLI

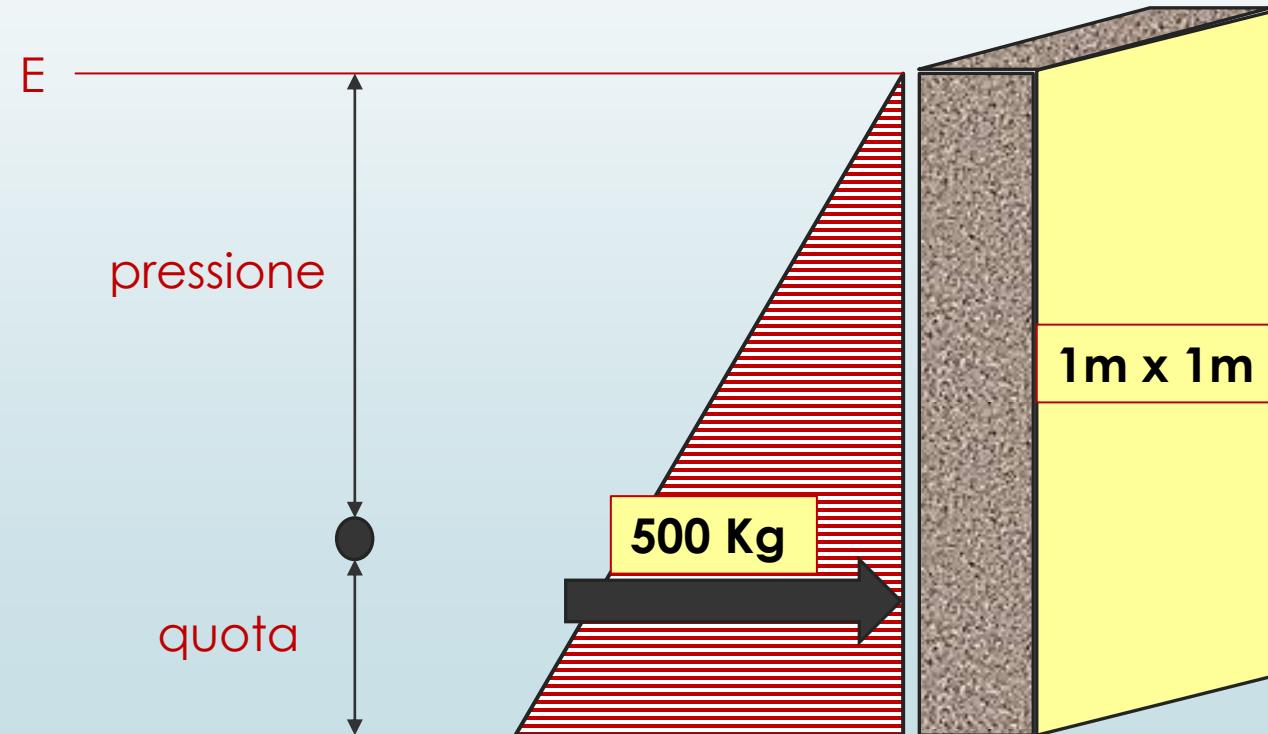
$$E_{TOT} = E_Q + E_P + \cancel{X}$$



# ESEMPIO: ACQUA FERMA

TEOREMA DI  
BERNOULLI

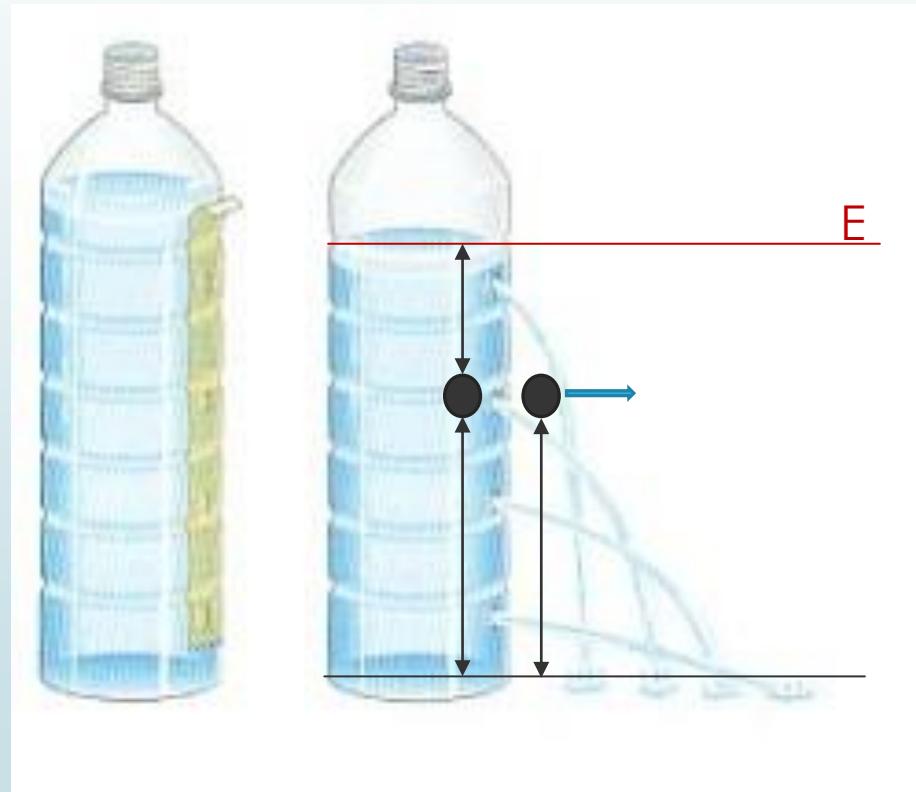
$$E_{TOT} = E_Q + E_P + \cancel{X}$$

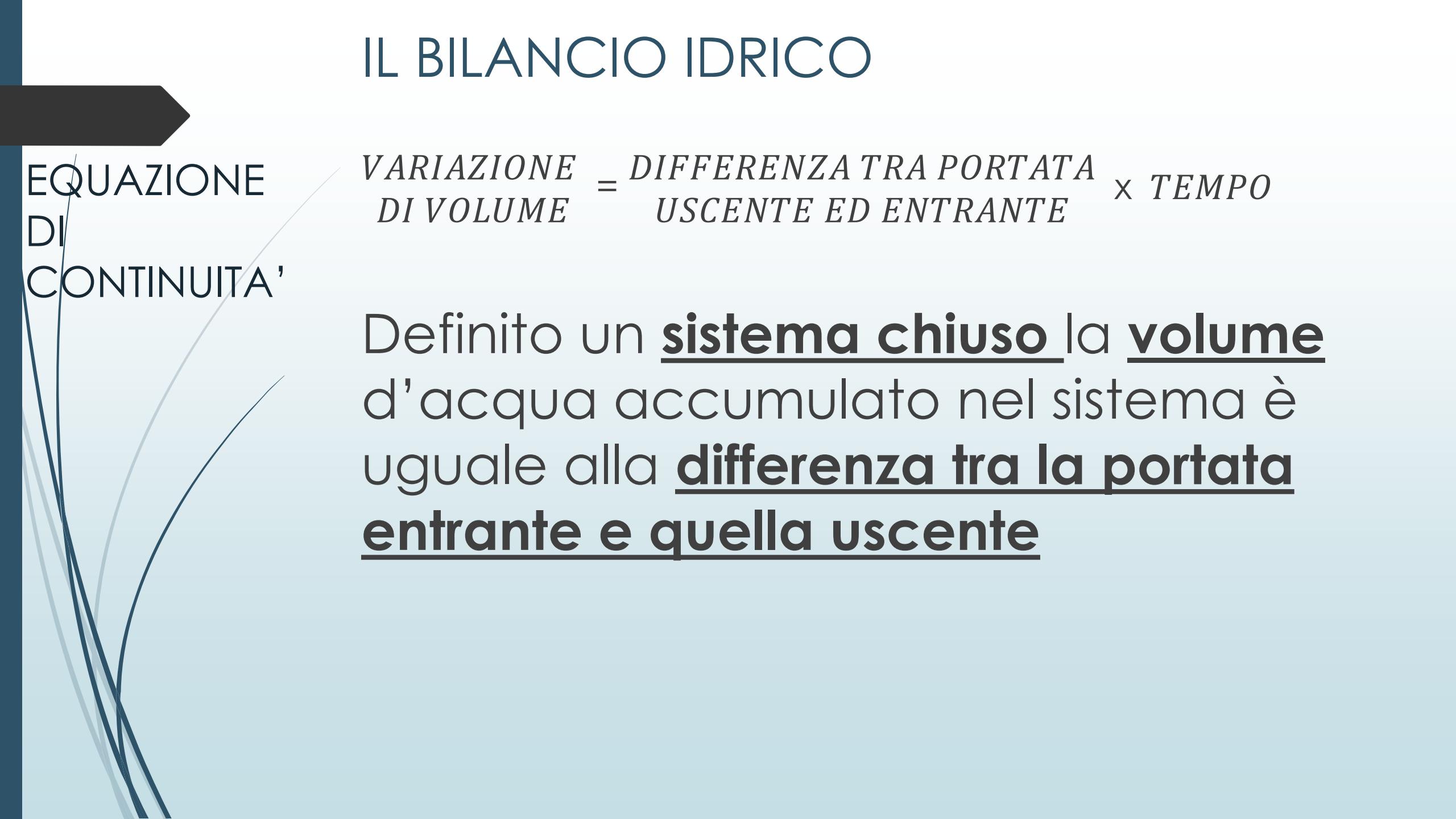


# ESEMPIO: ACQUA FERMA

TEOREMA DI  
BERNOULLI

$$E_{TOT} = E_Q + E_P + E_V$$





## EQUAZIONE DI CONTINUITÀ'

# IL BILANCIO IDRICO

$$\frac{\text{VARIAZIONE}}{\text{DI VOLUME}} = \frac{\text{DIFFERENZA TRA PORTATA}}{\text{USCENTE ED ENTRANTE}} \times \text{TEMPO}$$

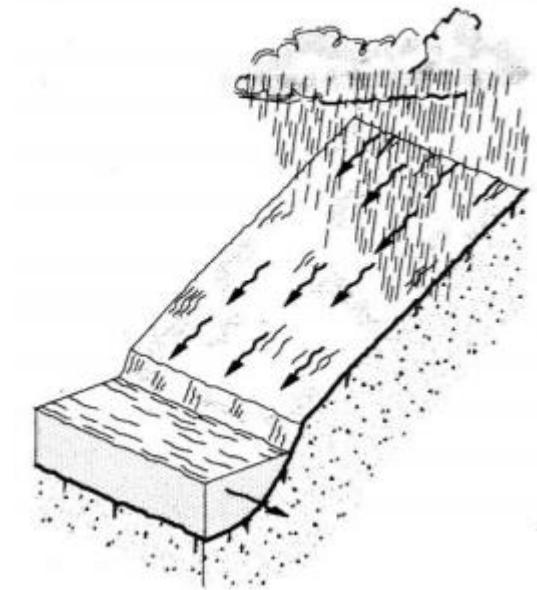
Definito un sistema chiuso la volume d'acqua accumulato nel sistema è uguale alla differenza tra la portata entrante e quella uscente

## EQUAZIONE DI CONTINUITÀ'

# IL BILANCIO IDRICO

$$\frac{\text{VARIAZIONE}}{\text{DI VOLUME}} = \frac{\text{DIFFERENZA TRA PORTATA USCENTE ED ENTRANTE}}{\text{TEMPO}} \times \text{TEMPO}$$

In un **Bacino Idrico** la differenza tra l'acqua che piove e quella che defluisce via rappresenta quella che si accumula che si accumula nel corso idrico.

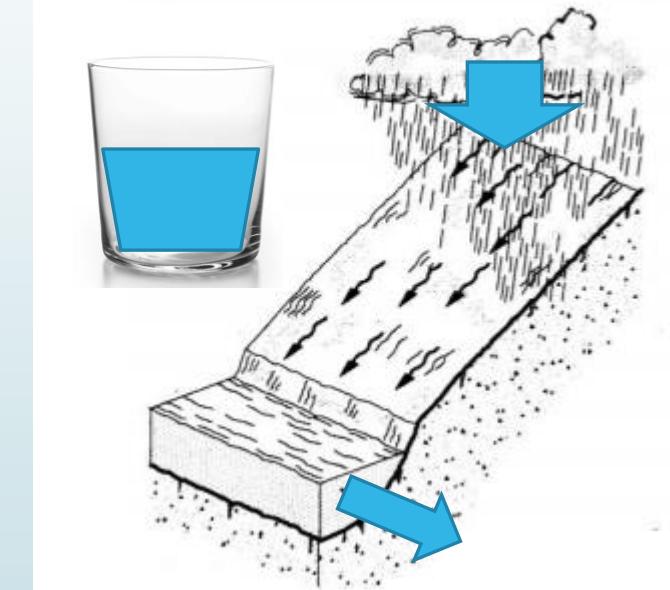


## EQUAZIONE DI CONTINUITÀ'

# IL BILANCIO IDRICO

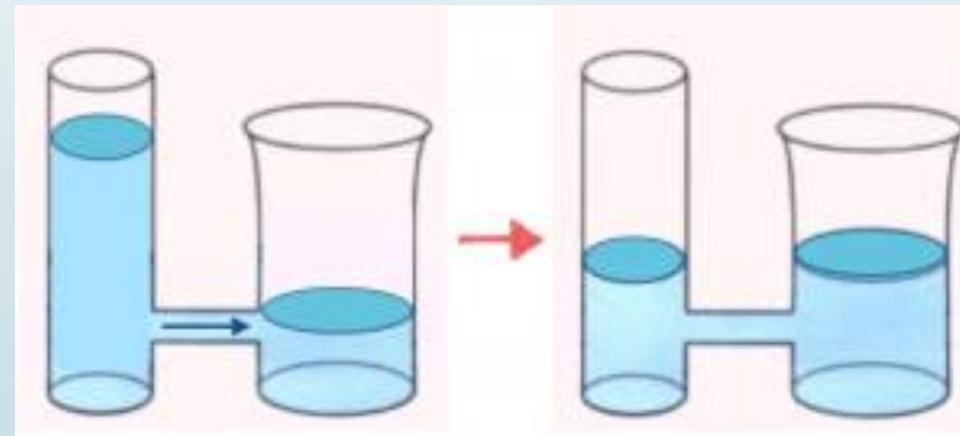
$$\frac{\text{VARIAZIONE}}{\text{DI VOLUME}} = \frac{\text{DIFFERENZA TRA PORTATA USCENTE ED ENTRANTE}}{\text{TEMPO}} \times \text{TEMPO}$$

In un **Bacino Idrico** la differenza tra l'acqua che piove e quella che defluisce via rappresenta quella che si accumula che si accumula nel corso idrico.



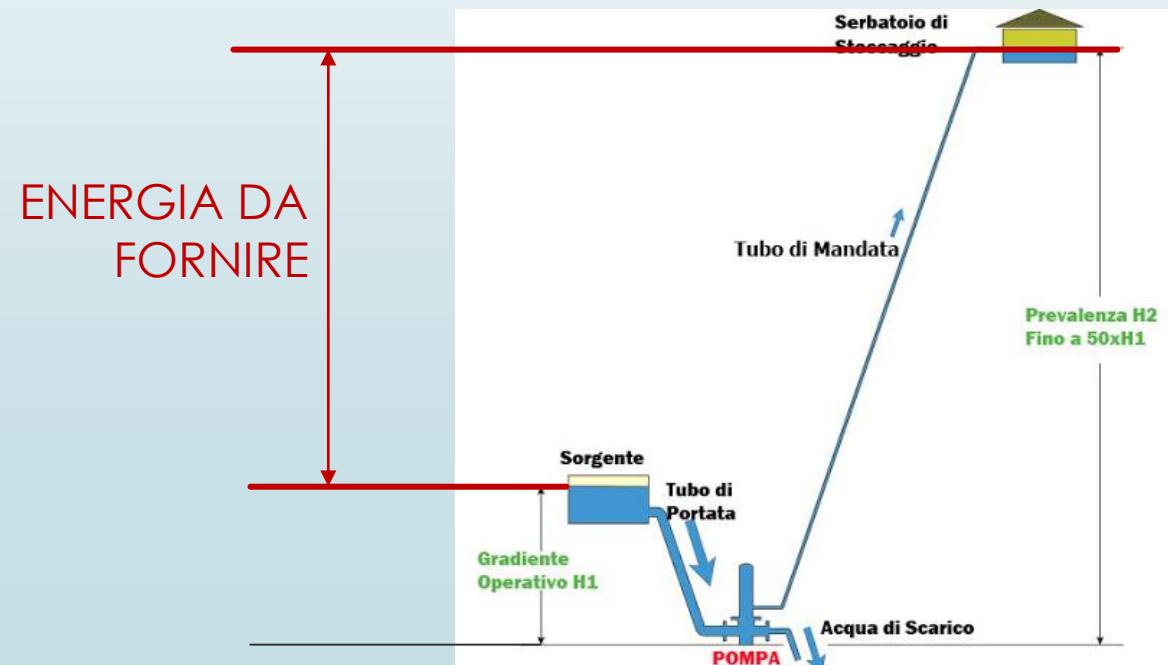
# MINIMO ENERGETICO

L'acqua tenderà per natura a muoversi da punti a energia maggiore ad altri ad energia minore



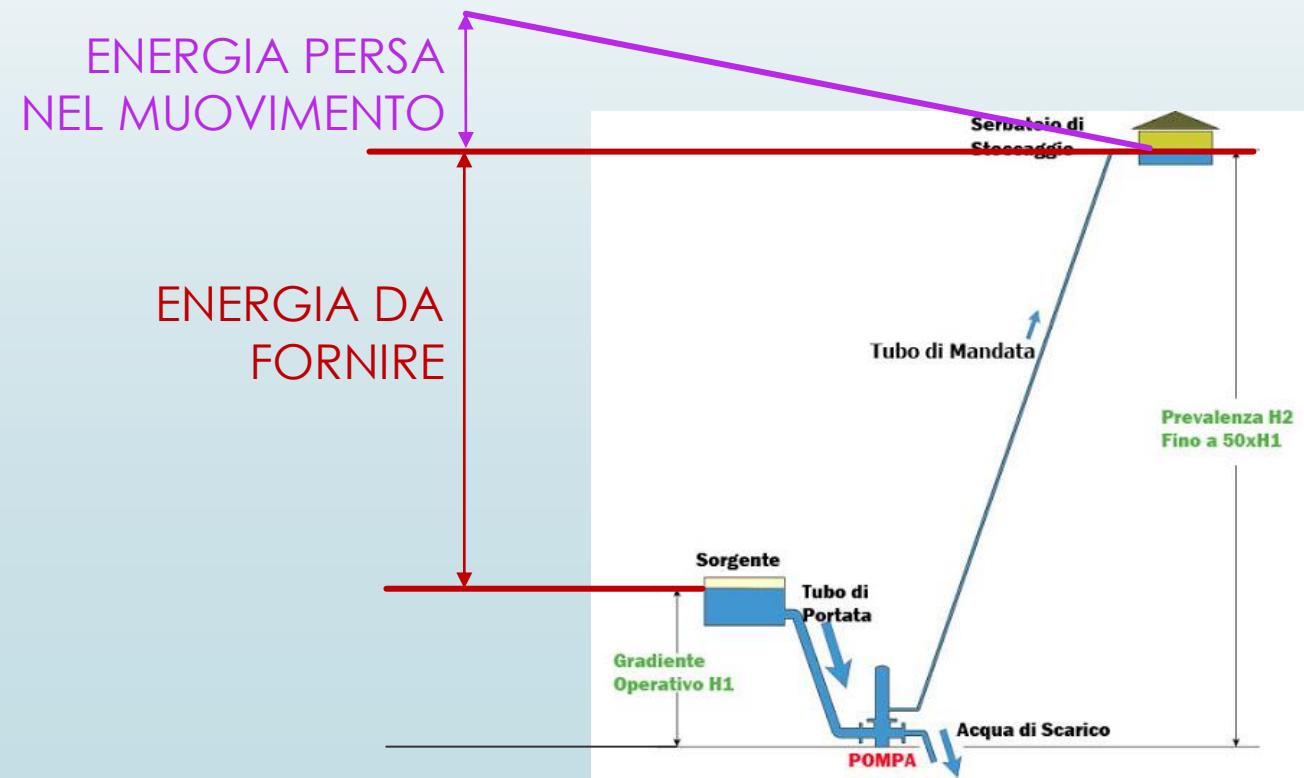
# MINIMO ENERGETICO

Per portare l'acqua da un punto ad energia minore ad uno maggiore bisogna **fornire energia** all'acqua.



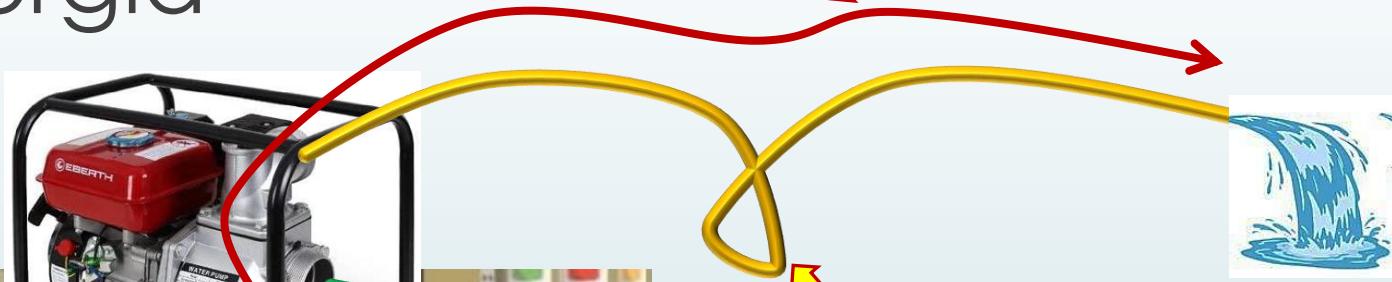
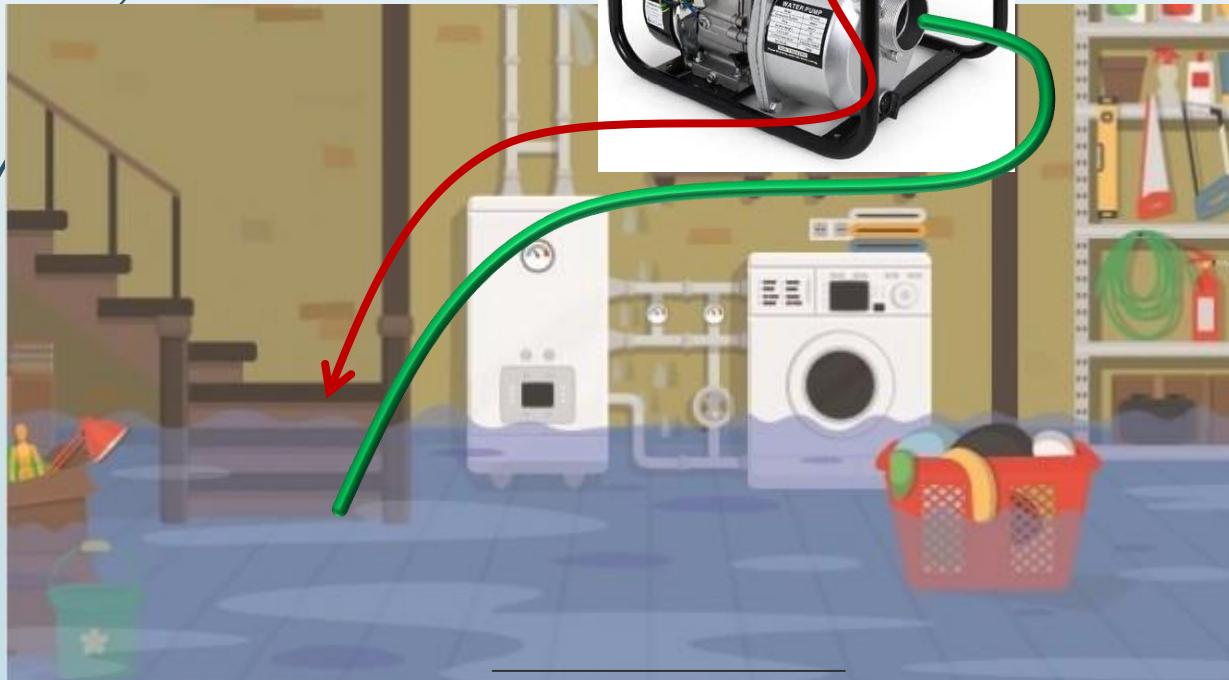
# MINIMO ENERGETICO

Per muoversi però l'acqua perde energia: bisogna dargli una spinta extra!



# PERDITE DI ENERGIA

Esistono 2 tipi di perdite  
di energia



# PERDITE DI ENERGIA

Aumentano con la velocità:



# PERDITE DI ENERGIA

Togliendo le perdite riuscirò a far scorrere più acqua a parità di energia



- Diminuire percorsi
- Aumentare diametri
- Eliminare eventuali strozzature

# ARCHIMEDE

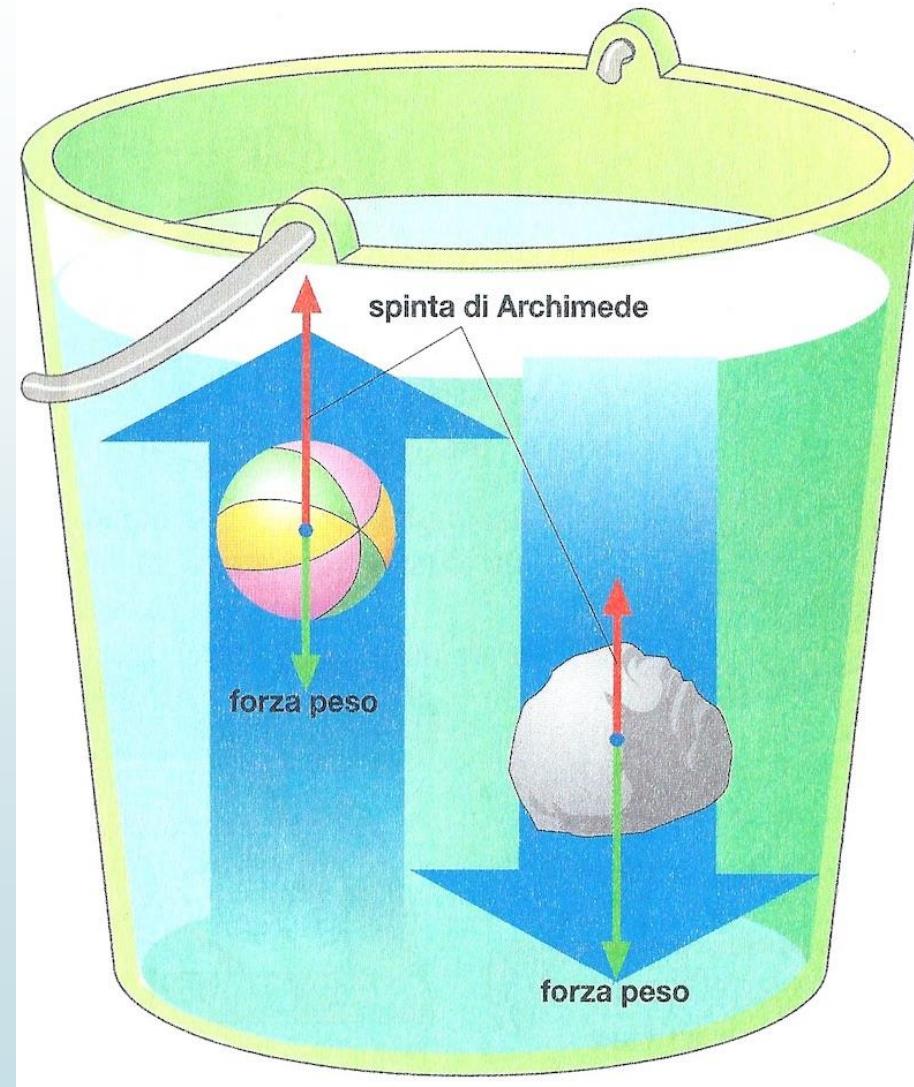


ogni corpo immerso parzialmente o completamente in un fluido riceve **una spinta verticale dal basso verso l'alto**, uguale per intensità al peso del fluido spostato.

E' alla base del galleggiamento di un oggetto immerso in un fluido, sia liquido o gas

# ARCHIMEDE

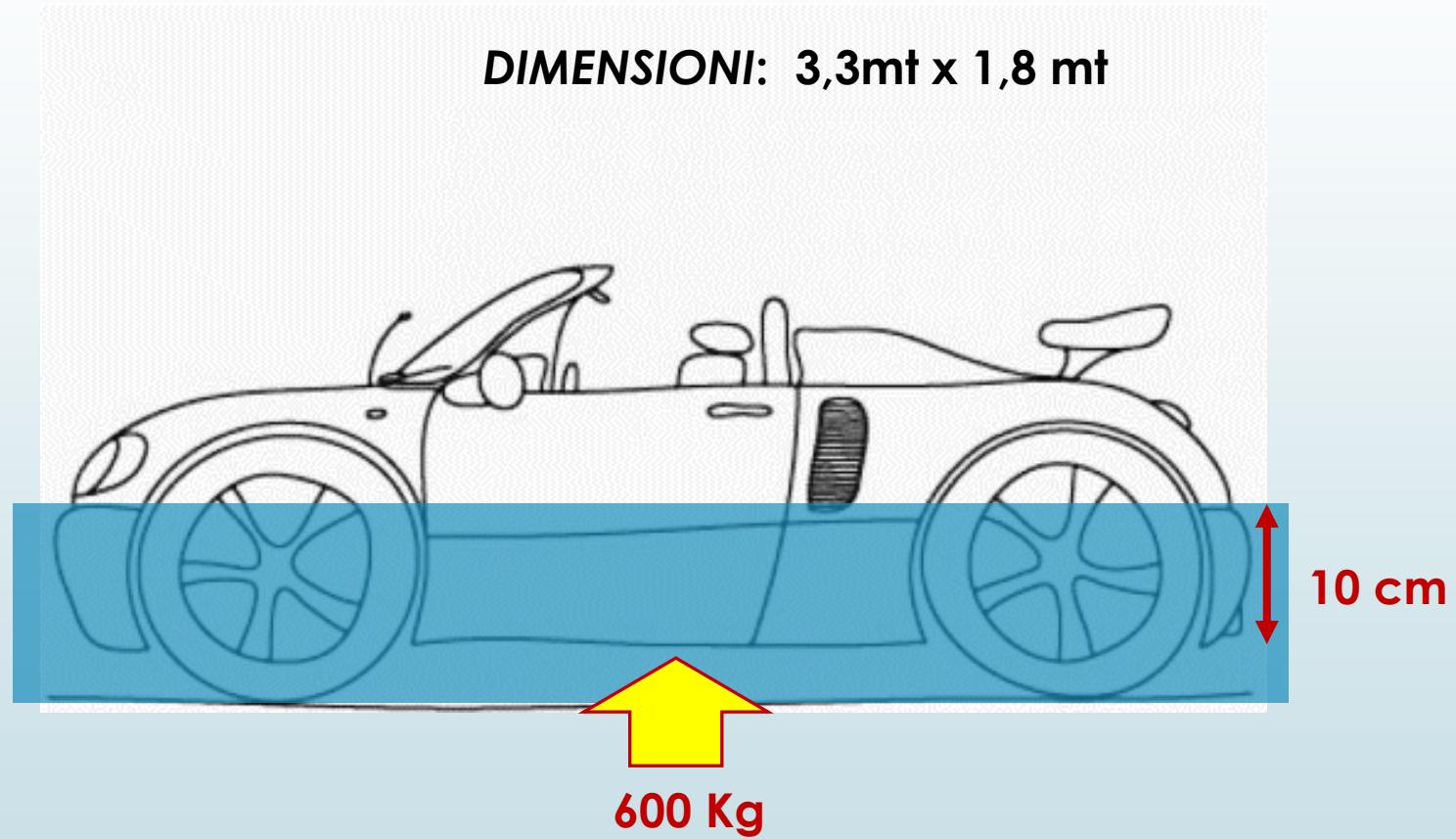
PRINCIPI



# ARCHIMEDE

PRINCIPI

**DIMENSIONI: 3,3mt x 1,8 mt**





# FOGNATURE E VASCHE DI ACCUMULO

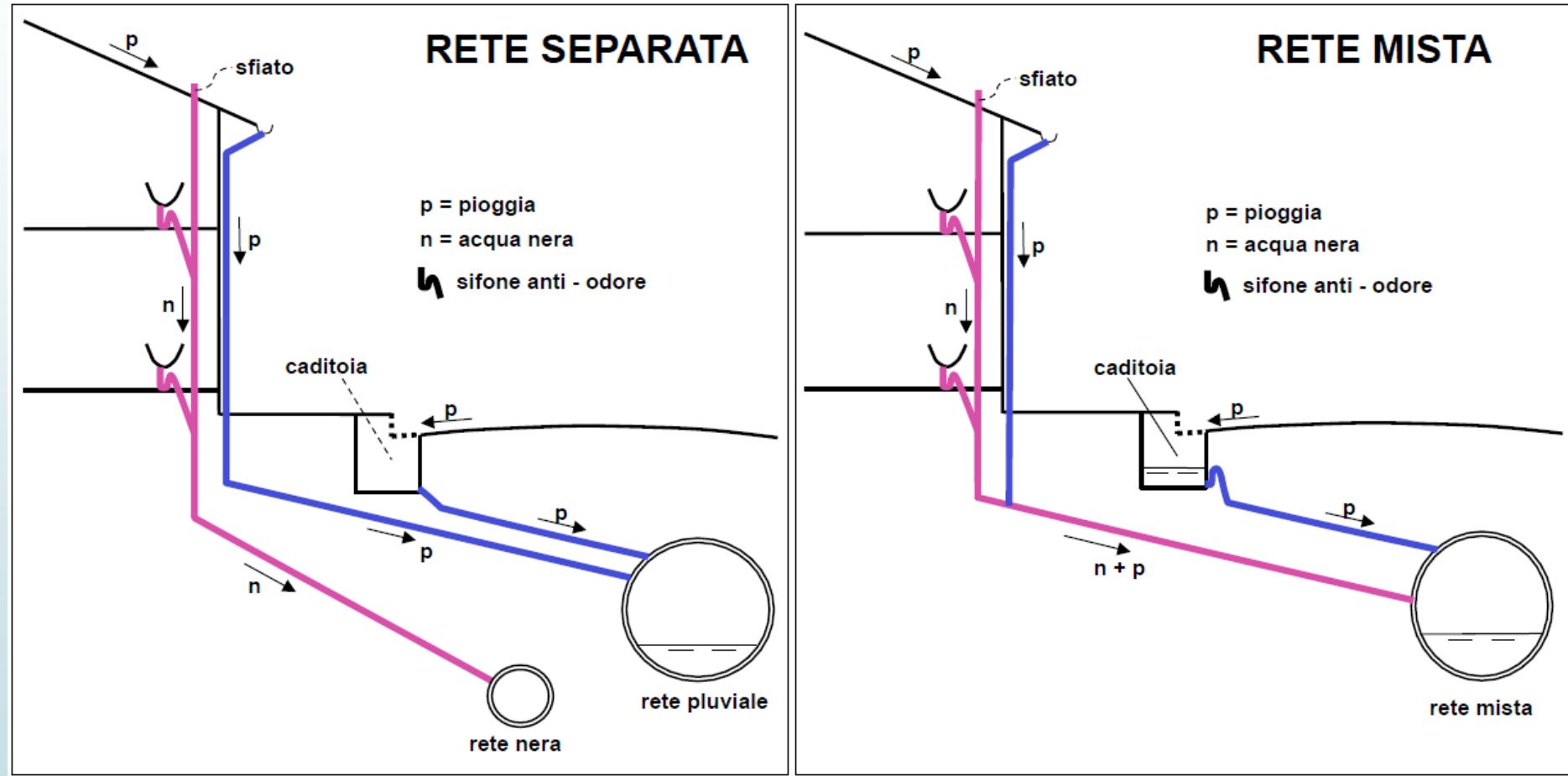
# A COSA SERVONO LE FOGNATURE?

Sono dei manufatti che hanno lo scopo di **raccogliere**, **convogliare** e **scaricare** in un idoneo ricettore due tipi di acque:

- **ACQUE REFLUE**: provenienti da usi residenziali, usi civili e attività produttive
- **ACQUE METEORICHE**: derivanti dal deflusso superficiale dovuto alle precipitazioni

## TIPI DI RETE

# FOGNATURE



## FOGNATURE

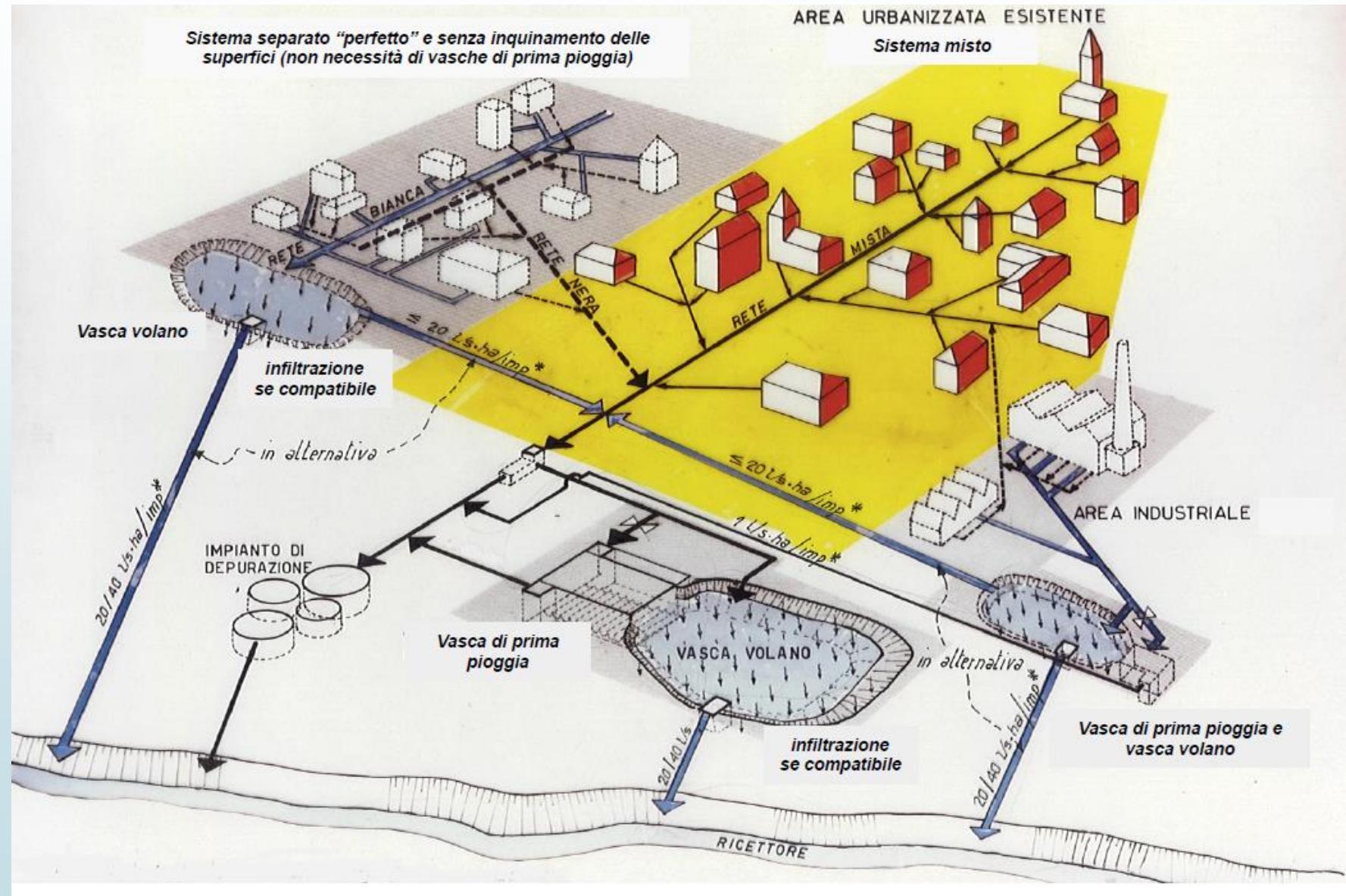
# FUNZIONAMENTO A GRAVITA'

La peculiarità delle reti fognarie rispetto a quelle acquedottistiche è il funzionamento a gravità, ossia senza l'ausilio di elettropompe. Questo metodo però rende particolarmente sensibile alle **pendenze** il sistema.

- In genere in pianura si hanno pendenze dell'**ordine delle 2-3‰**!

# FOGNATURE

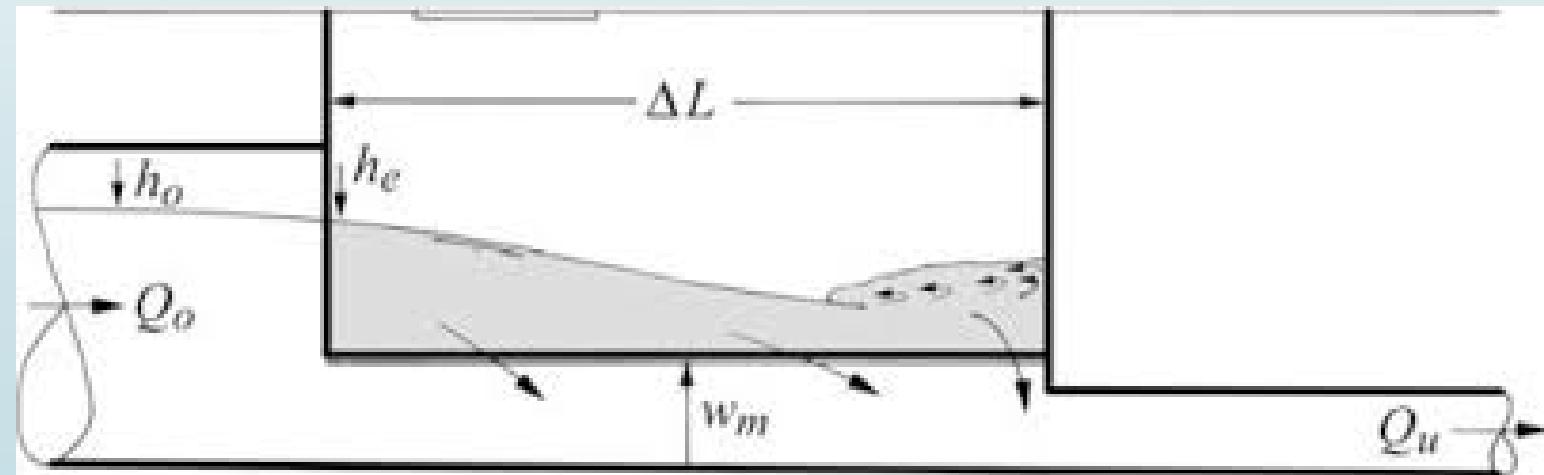
# IDONEI RICETTORI IDRICI



## FOGNATURE

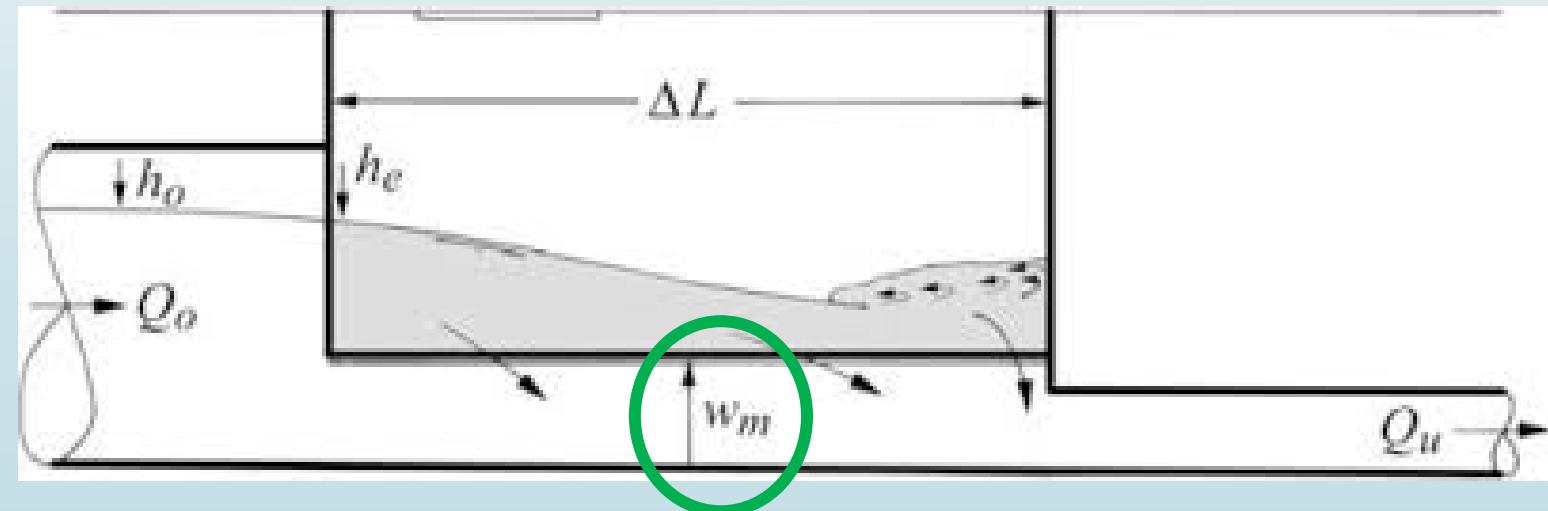
# SCARICATORI DI PIENA

Gli scaricatori di piena nelle reti fognarie sono manufatti che hanno lo scopo di **consentire lo scarico controllato** delle portate eccedenti la capacità idraulica o di trattamento del sistema fognario-depurativo a valle durante gli eventi meteorici più intensi.



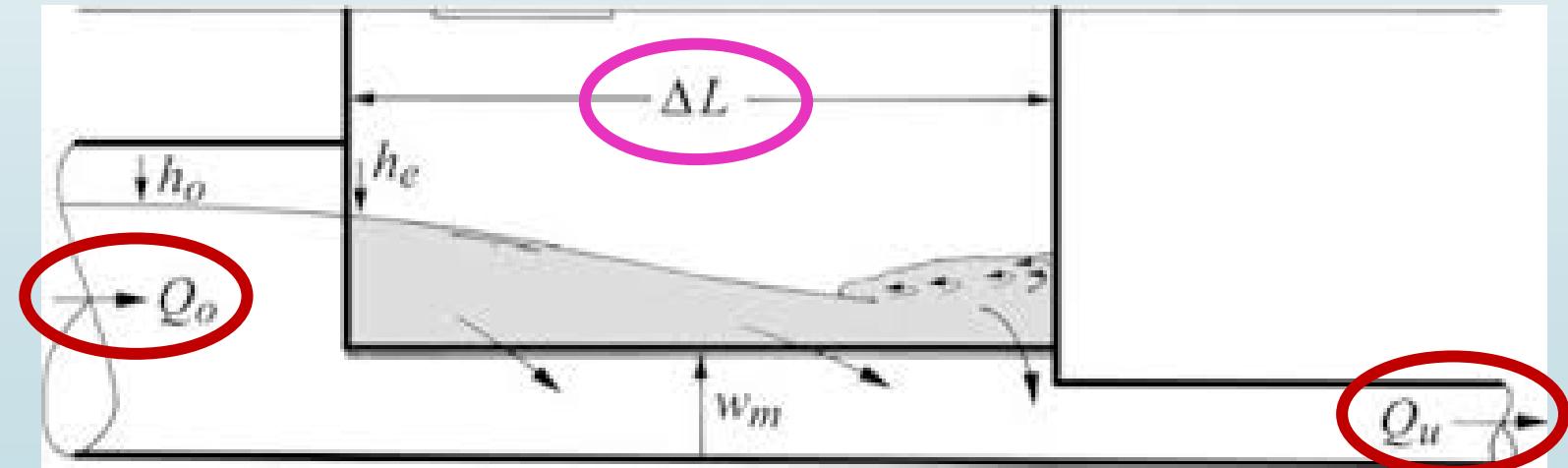
# SCARICATORI DI PIENA

► **Soglia**: è l'altezza che definisce l'attivazione dello scolmatore ed evita che vengano scaricate portate troppo inquinate.



# SCARICATORI DI PIENA

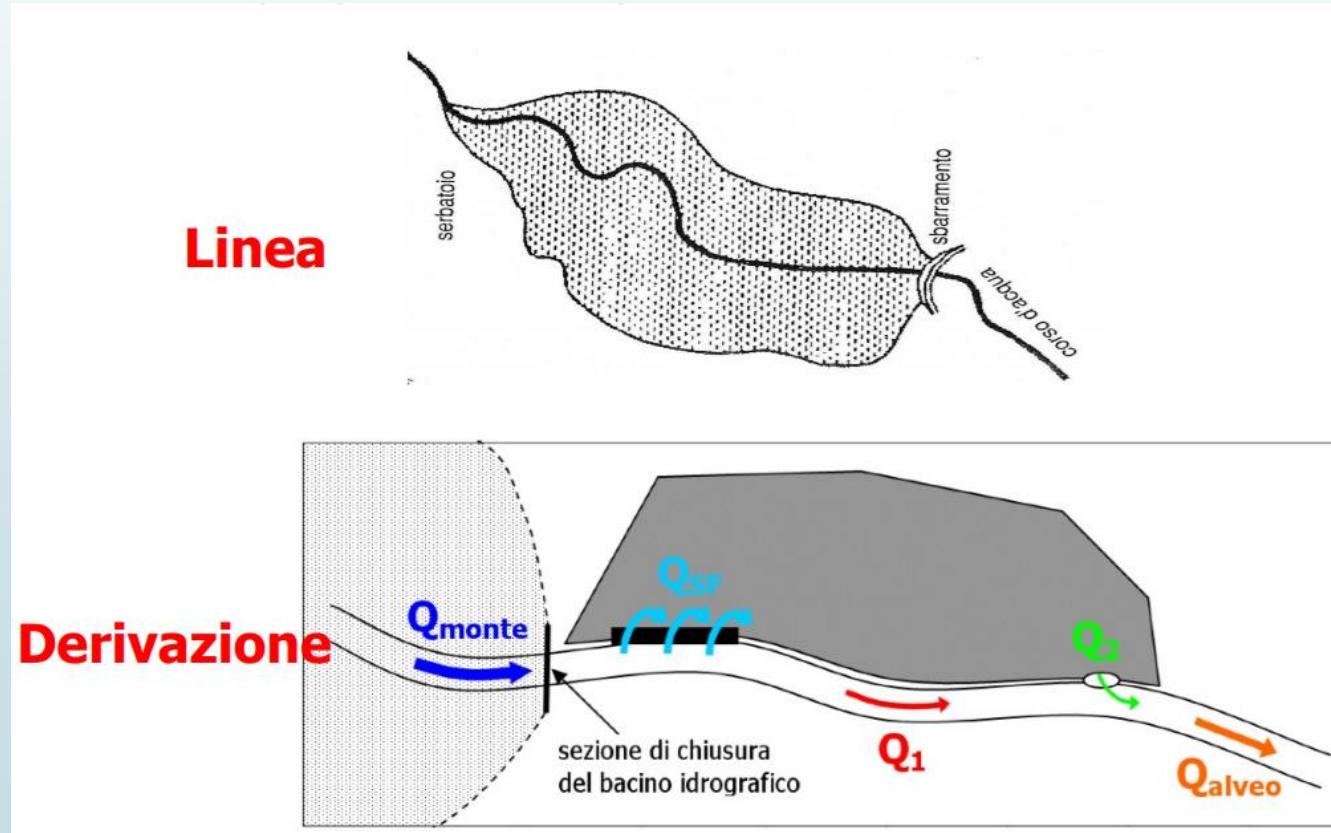
► **Portata scaricate:** lo scaricatore o sfioratore permette di ridurre le portate in fognature facendo scolmare la differenza tra la portata di piena e quella di progetto delle fognature.



# IL CONCETTO DELLA LAMINAZIONE

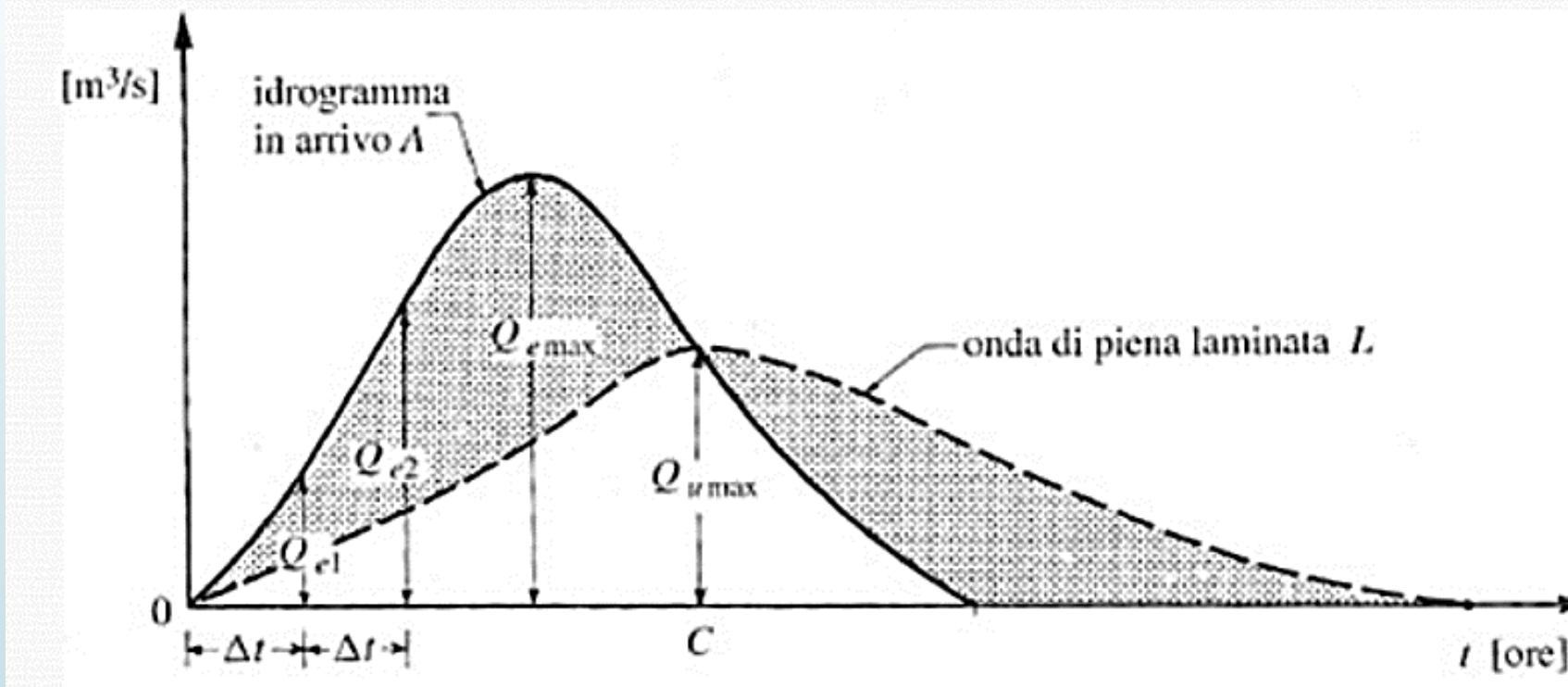
## LAMINAZIONE

Per limitare le portate di piena si ricorre all'effetto di un accumulo temporaneo per poter procedere ad un rilascio graduale delle portate.



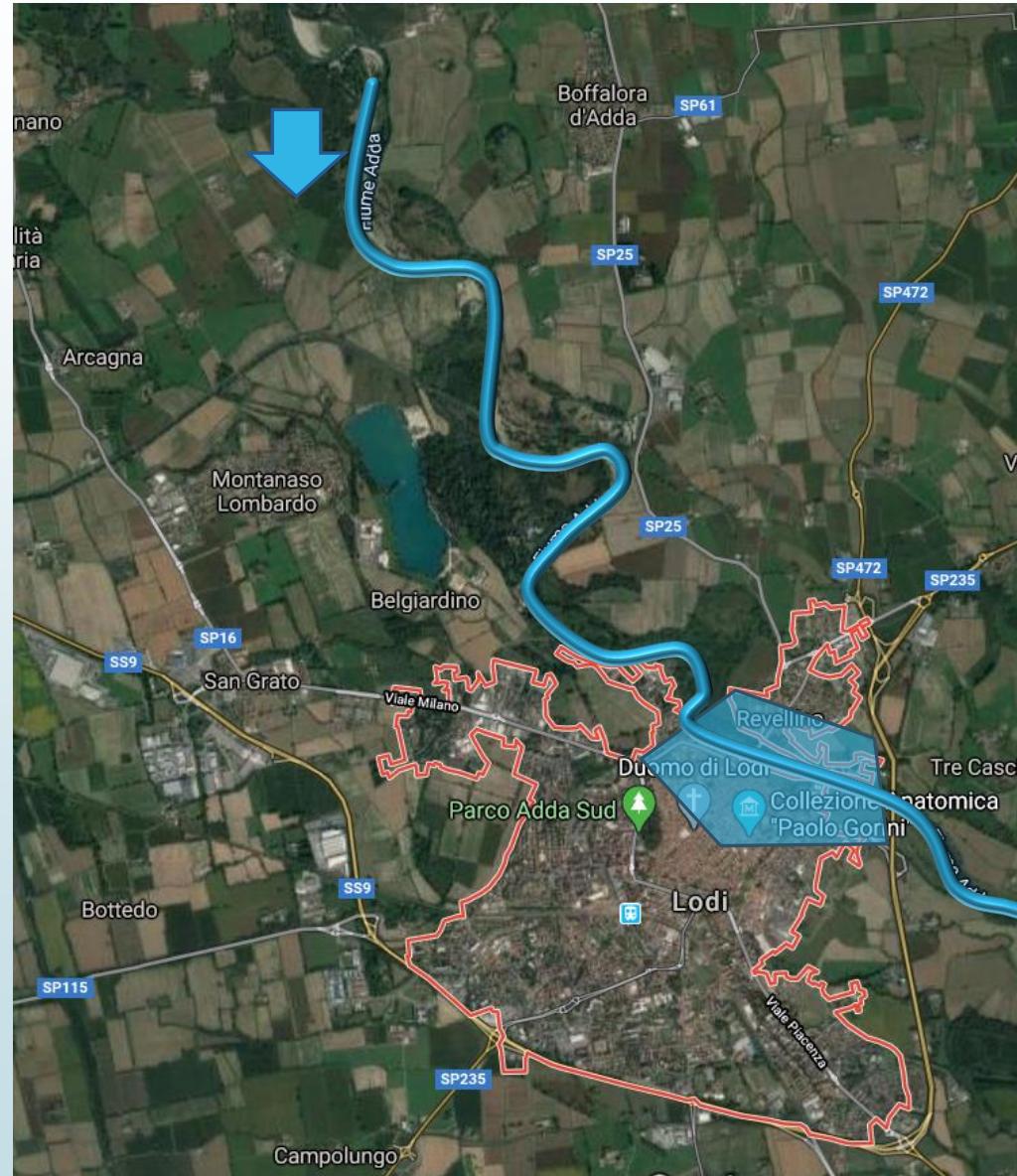
# IL CONCETTO DELLA LAMINAZIONE

## LAMINAZIONE



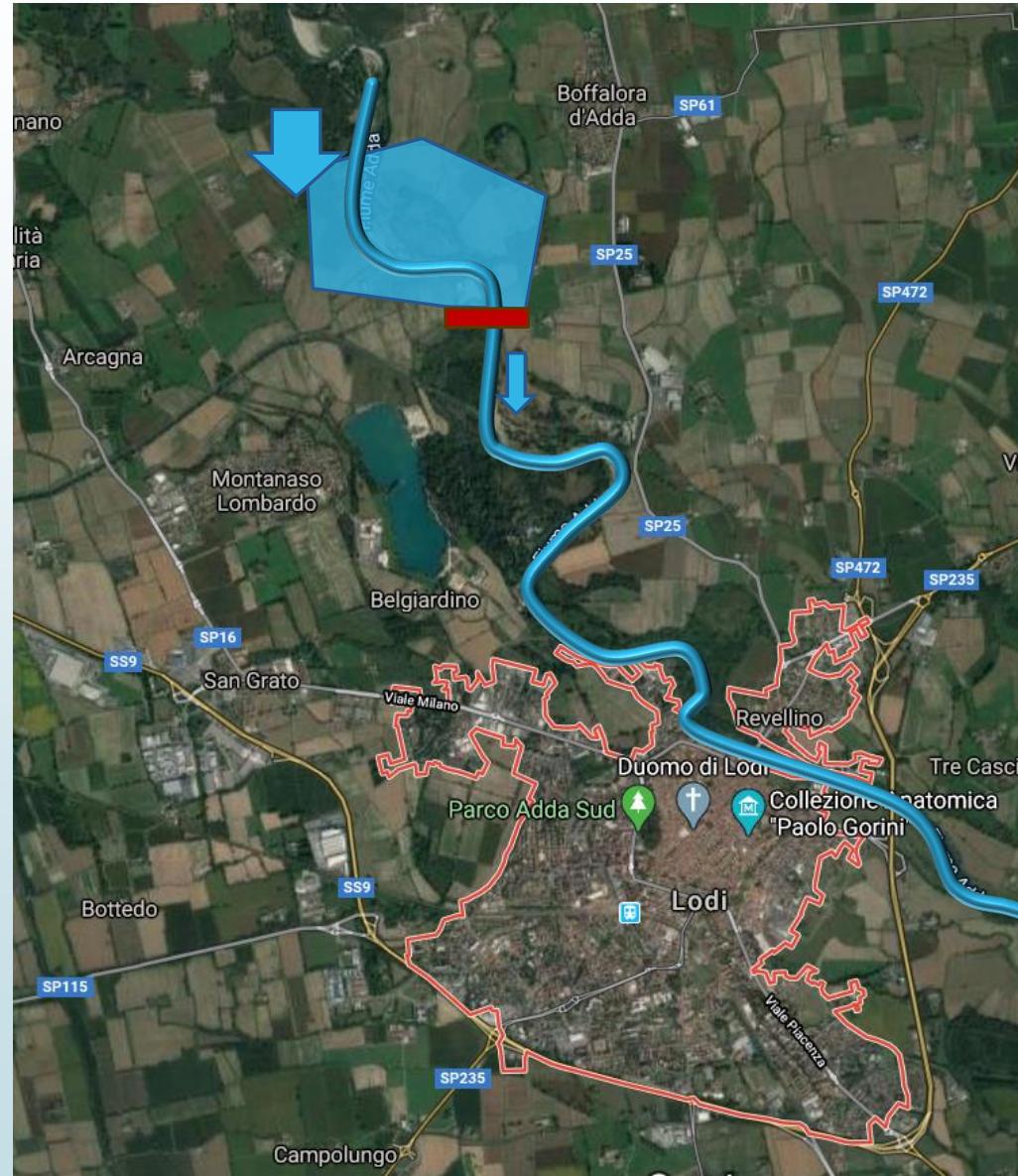
# IL CONCETTO DELLA LAMINAZIONE

LAMINAZIONE



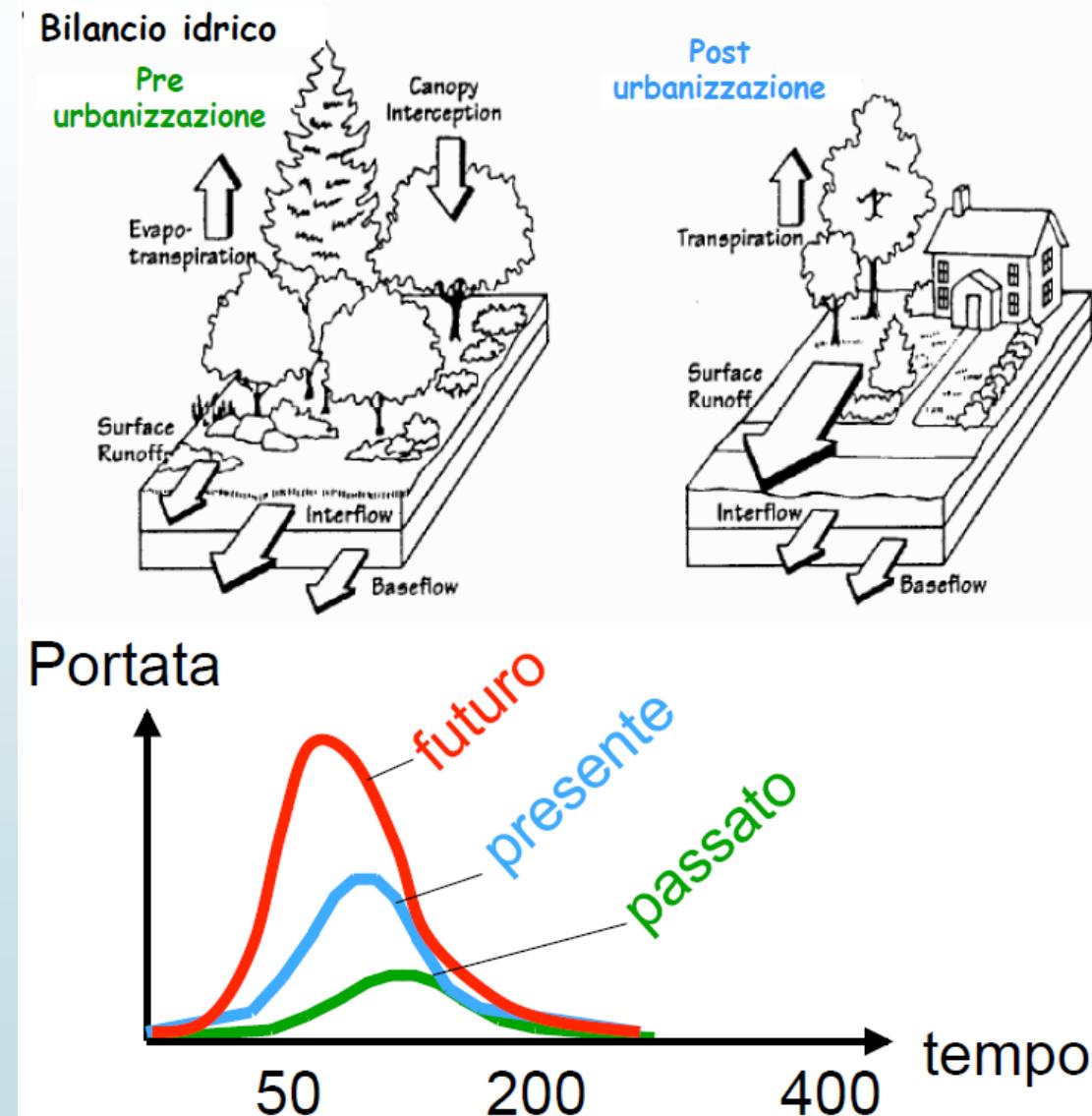
# IL CONCETTO DELLA LAMINAZIONE

LAMINAZIONE



# FOGNATURE

## EFFETTO DELL'URBANIZZAZIONE



- **Aumento della portata al colmo e del volume di deflusso**
- **Diminuzione del tempo di corivazione**
- **Riduzione della ricarica della falda**
- **Aumento della frequenza e della intensità delle piene fluviali**
- **Diminuzione delle portate di magra nei corpi idrici ricettori**

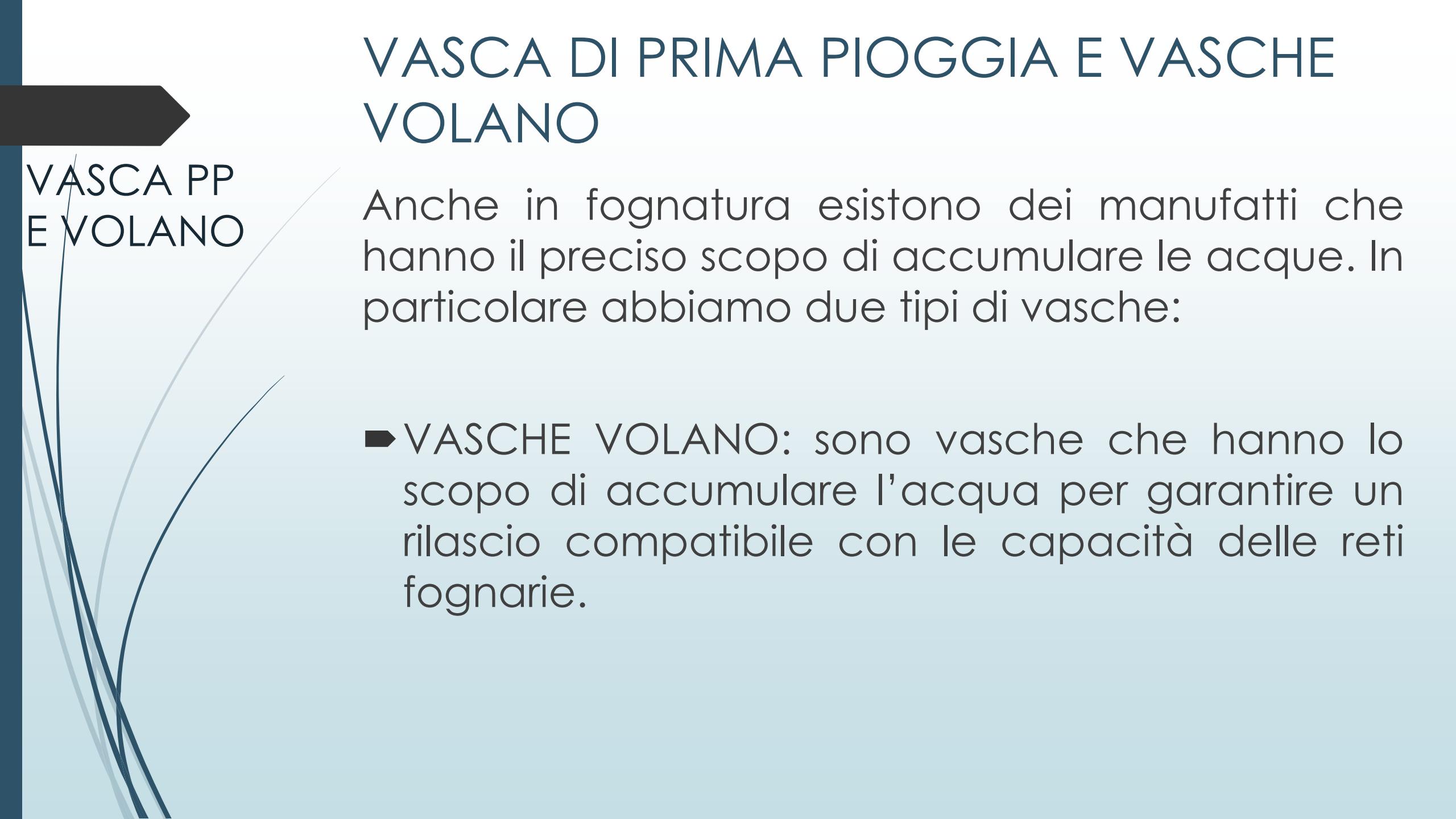


## VASCA PP E VOLANO

# VASCA DI PRIMA PIOGGIA E VASCHE VOLANO

Anche in fognatura esistono dei manufatti che hanno il preciso scopo di accumulare le acque. In particolare abbiamo due tipi di vasche:

- **VASCHE DI PRIMA PIOGGIA:** hanno la funzione di trattenere i primi minuti di pioggia, in quanto risultano i più inquinati per via del dilavamento delle strade



## VASCA PP E VOLANO

# VASCA DI PRIMA PIOGGIA E VASCHE VOLANO

Anche in fognatura esistono dei manufatti che hanno il preciso scopo di accumulare le acque. In particolare abbiamo due tipi di vasche:

- **VASCHE VOLANO:** sono vasche che hanno lo scopo di accumulare l'acqua per garantire un rilascio compatibile con le capacità delle reti fognarie.

# VASCA DI PRIMA PIOGGIA E VASCHE VOLANO

VASCA PP  
E VOLANO





# GRAZIE PER L'ATTENZIONE

