



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

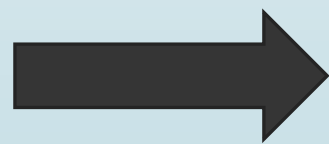


PRINCIPI DI IDRAULICA

COS'E' L'ACQUA?

PROPRIETA' DEI LIQUIDI

- 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

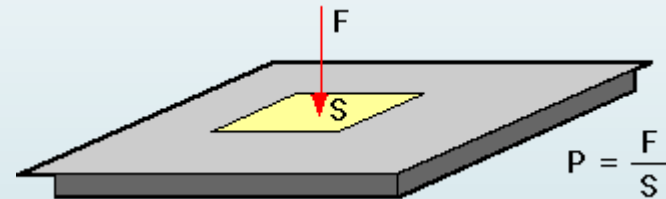
COME SI MISURA

PROPRIETA' DEI LIQUIDI

► 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

PROPRIETA' DEI LIQUIDI

► 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

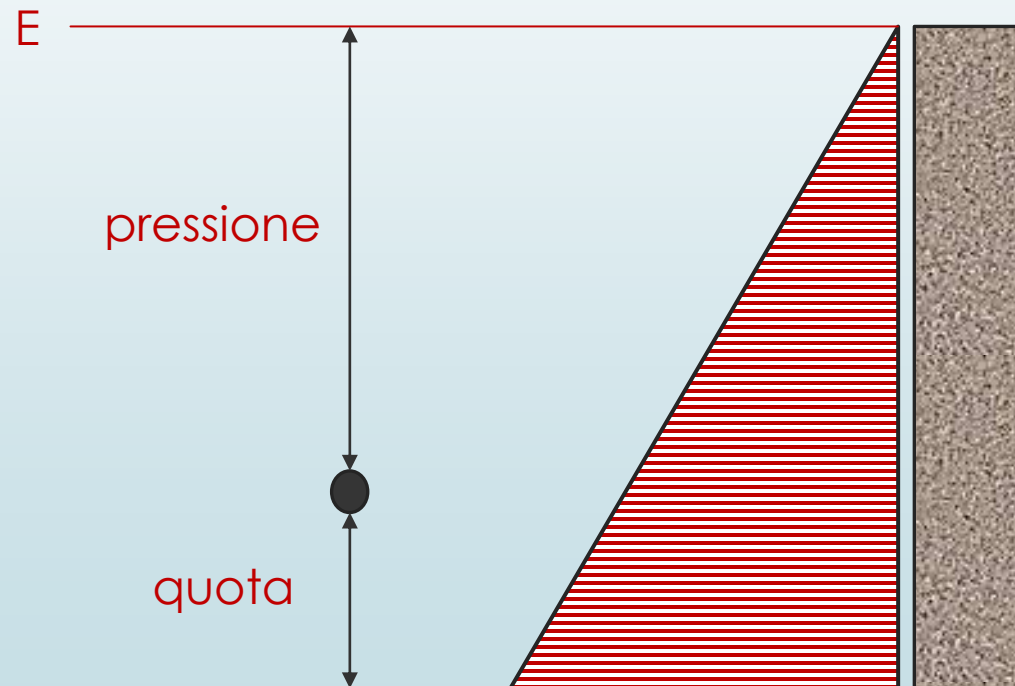
$$E_{TOT} = E_Q + E_P + \text{✗}$$



ESEMPIO: ACQUA FERMA

TEOREMA DI
BERNOULLI

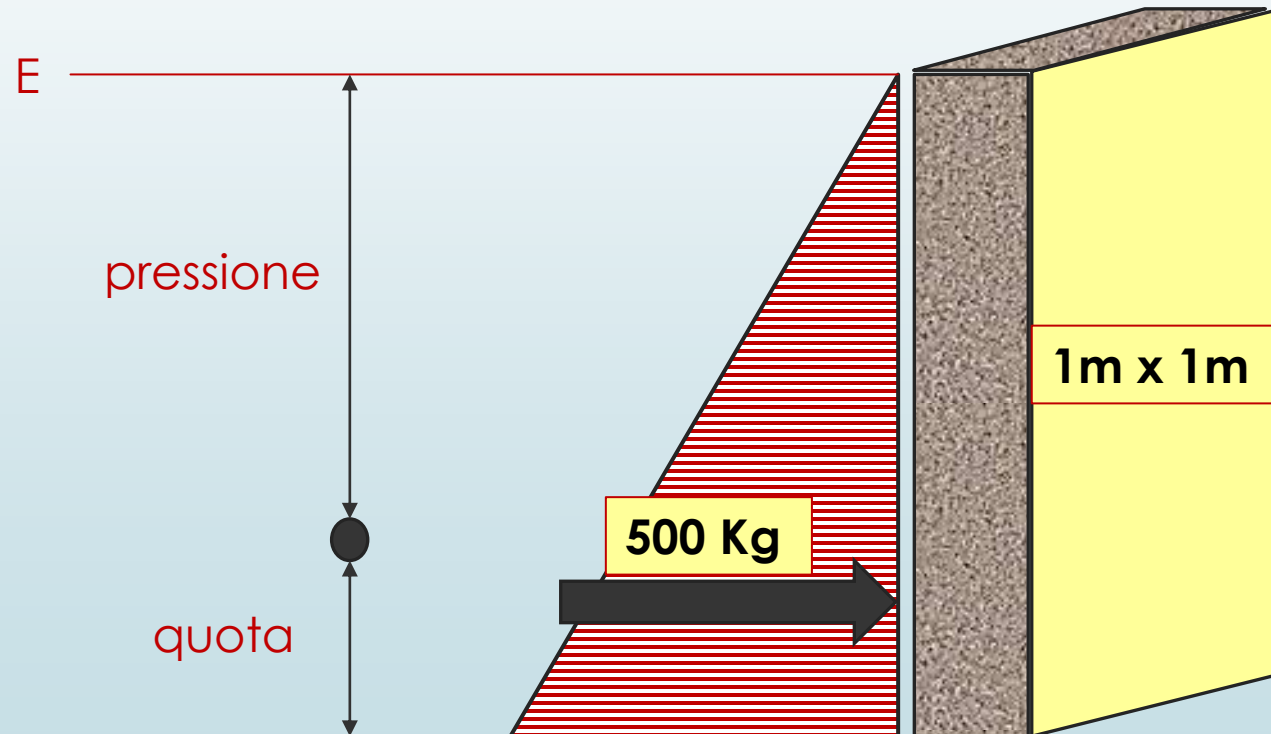
$$E_{TOT} = E_Q + E_P + \text{✗}$$



ESEMPIO: ACQUA FERMA

TEOREMA DI
BERNOULLI

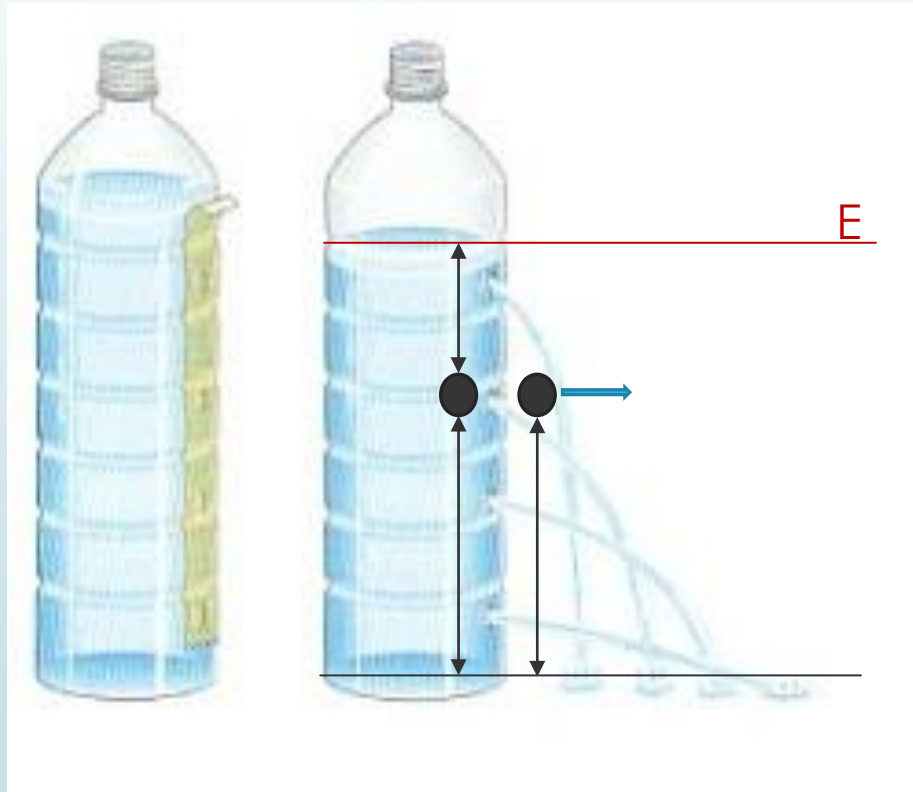
$$E_{TOT} = E_Q + E_P + \text{✗}$$



ESEMPIO: ACQUA FERMA

TEOREMA DI
BERNOULLI

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



IL BILANCIO IDRICO

EQUAZIONE
DI
CONTINUITA'

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

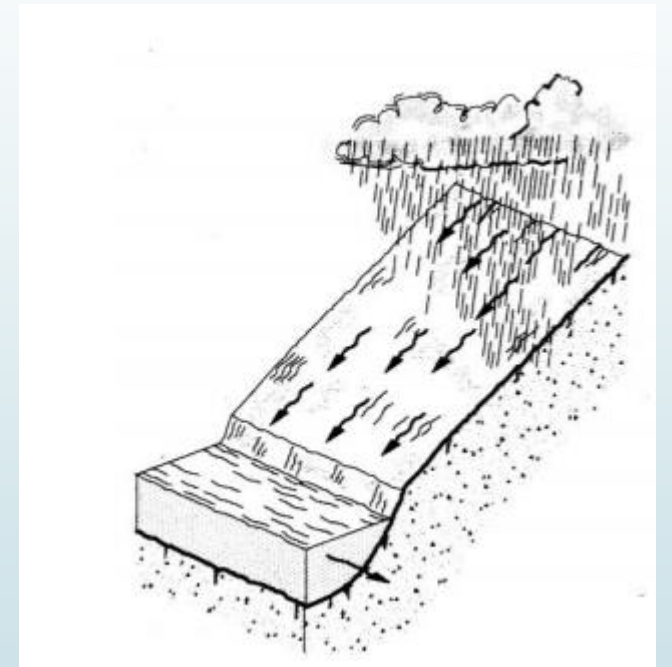
Definito un sistema chiuso la volume d'acqua accumulato nel sistema è uguale alla differenza tra la portata entrante e quella uscente

IL BILANCIO IDRICO

EQUAZIONE DI CONTINUITA'

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

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.

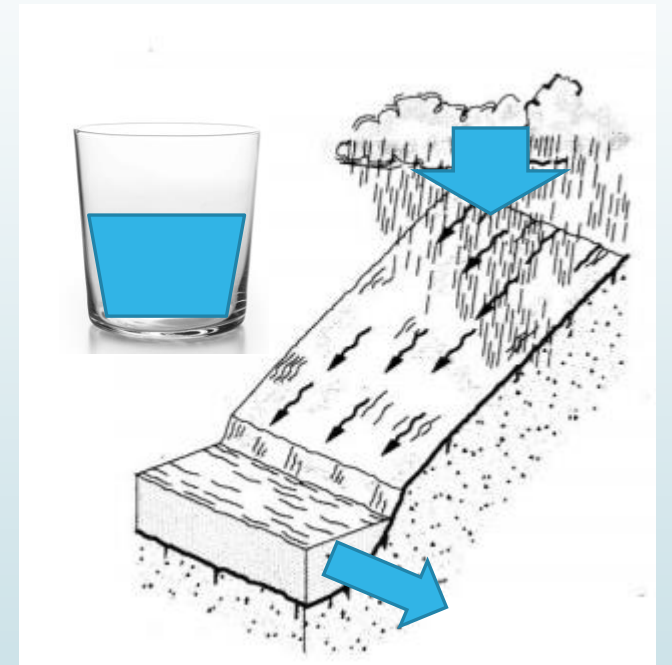


IL BILANCIO IDRICO

EQUAZIONE DI CONTINUITA'

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

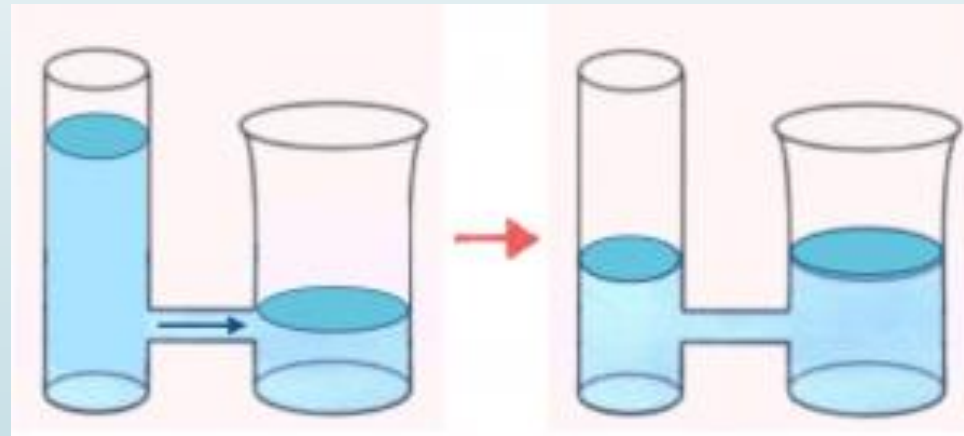
In un **Bacino Idrico** la differenza tra l'acqua che piove e quella che defluisce via rappresenta quella che si accumula che si accumula nel corso idrico.



MINIMO ENERGETICO

PRINCIPI

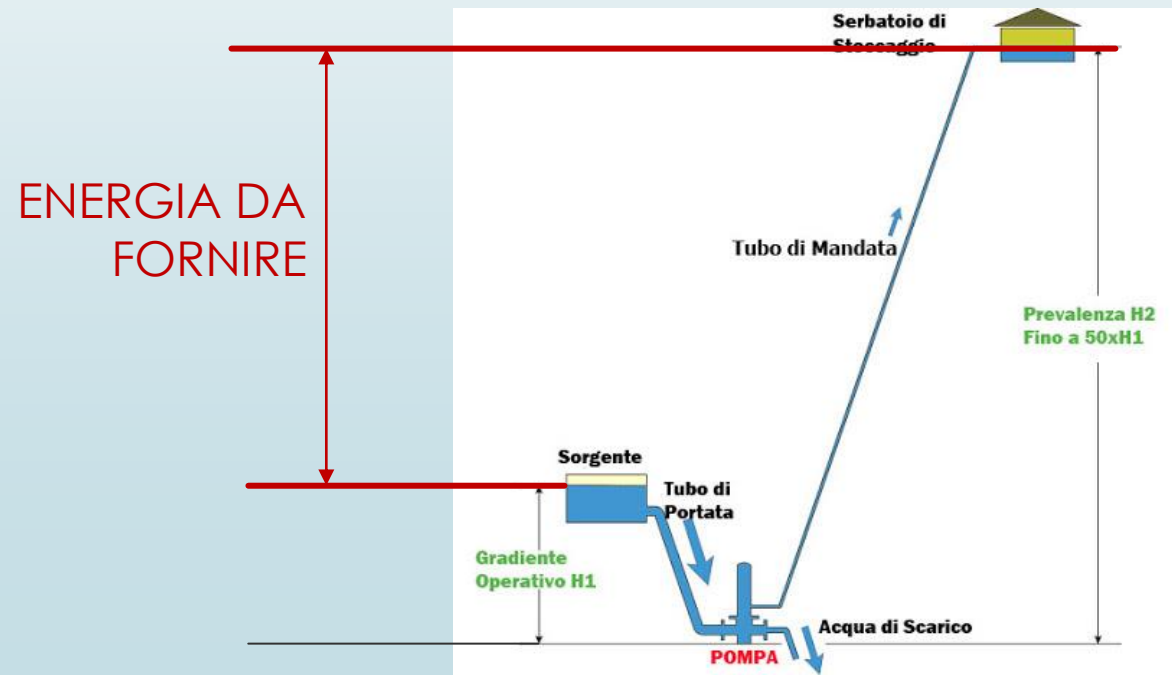
L'acqua tenderà per natura a muoversi da punti a energia maggiore ad altri ad energia minore



MINIMO ENERGETICO

PRINCIPI

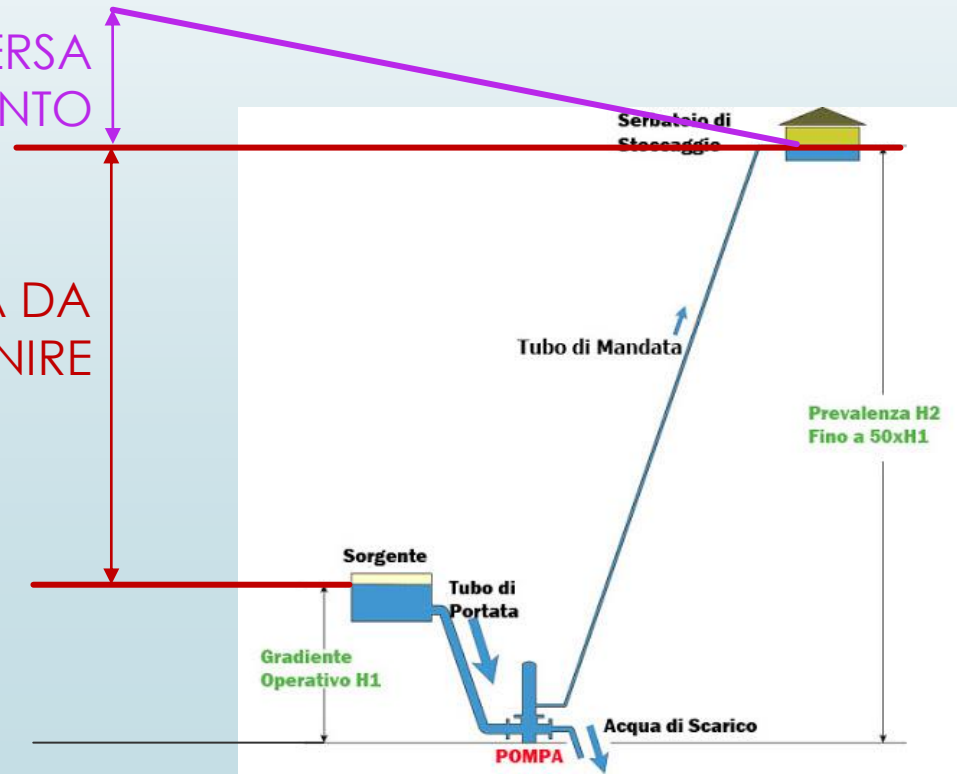
Per portare l'acqua da un punto ad energia minore ad uno maggiore bisogna **fornire energia** all'acqua.



PRINCIPI

ENERGIA PERSA NEL MUOVIMENTO

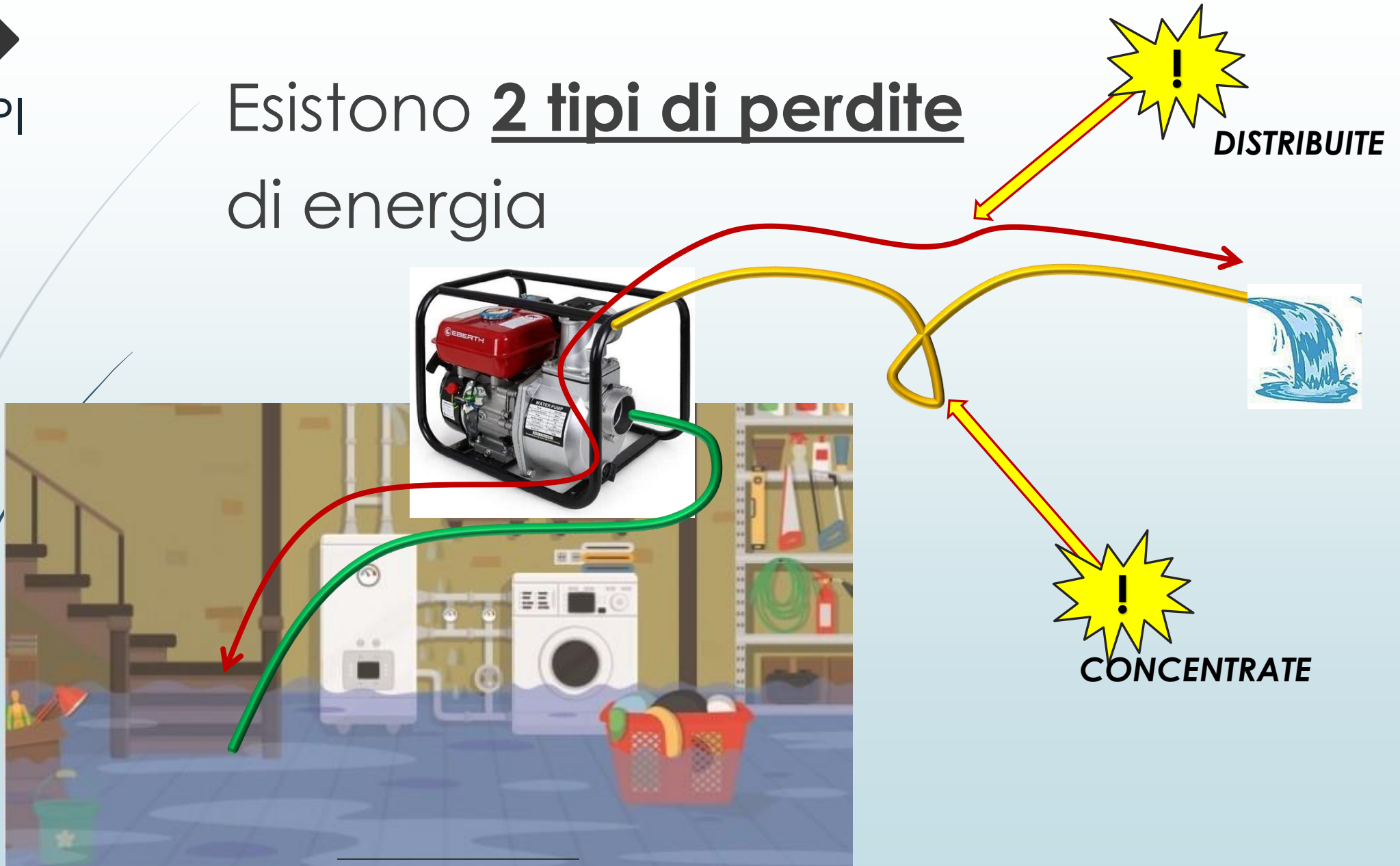
ENERGIA DA FORNIRE



PERDITE DI ENERGIA

PRINCIPI

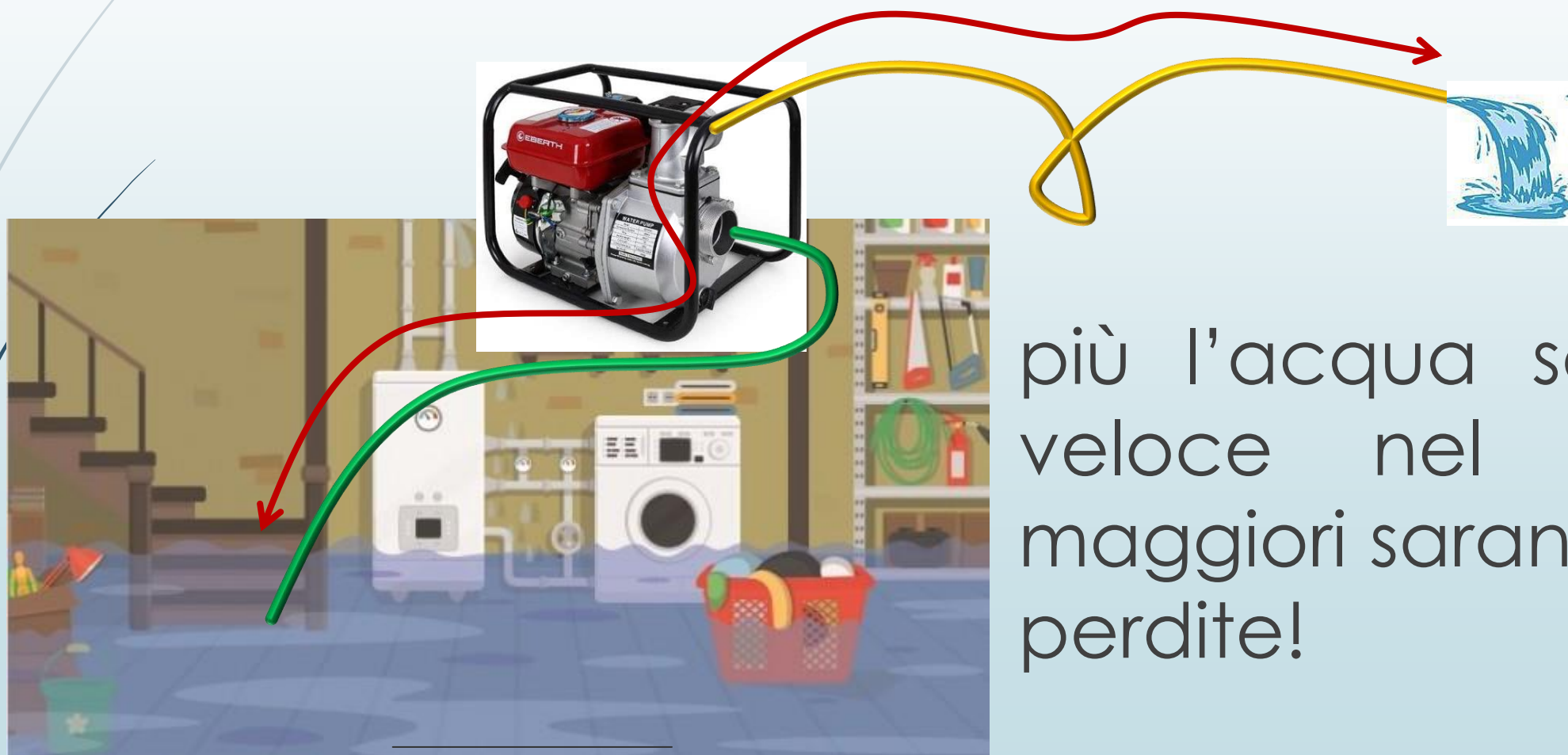
Esistono 2 tipi di perdite
di energia



PERDITE DI ENERGIA

PRINCIPI

Aumentano con la **velocità**:

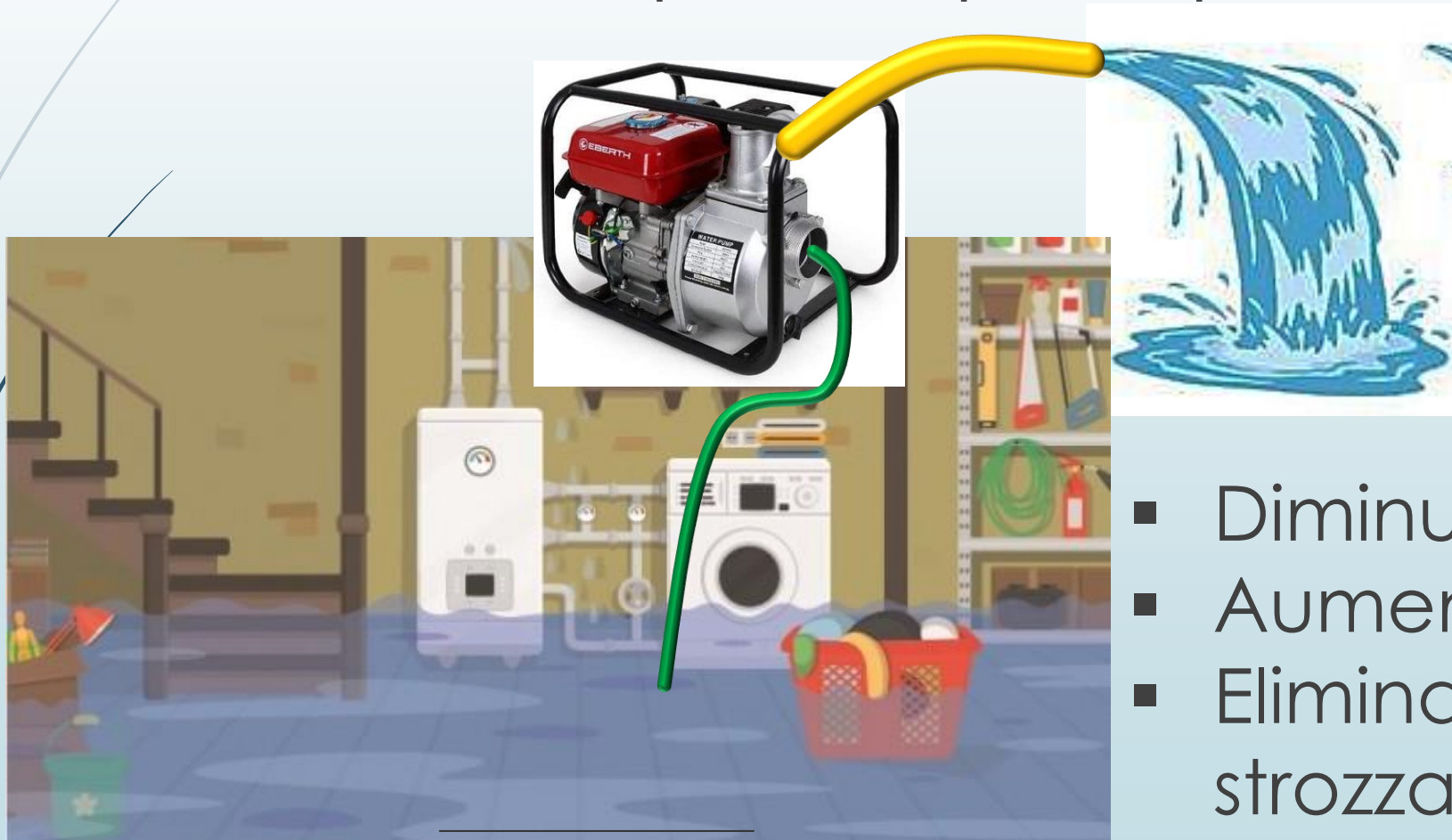


più l'acqua scorre veloce nel tubo maggiori saranno le perdite!

PERDITE DI ENERGIA

PRINCIPI

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



- Diminuire percorsi
- Aumentare diametri
- Eliminare eventuali strozzature

ARCHIMEDE

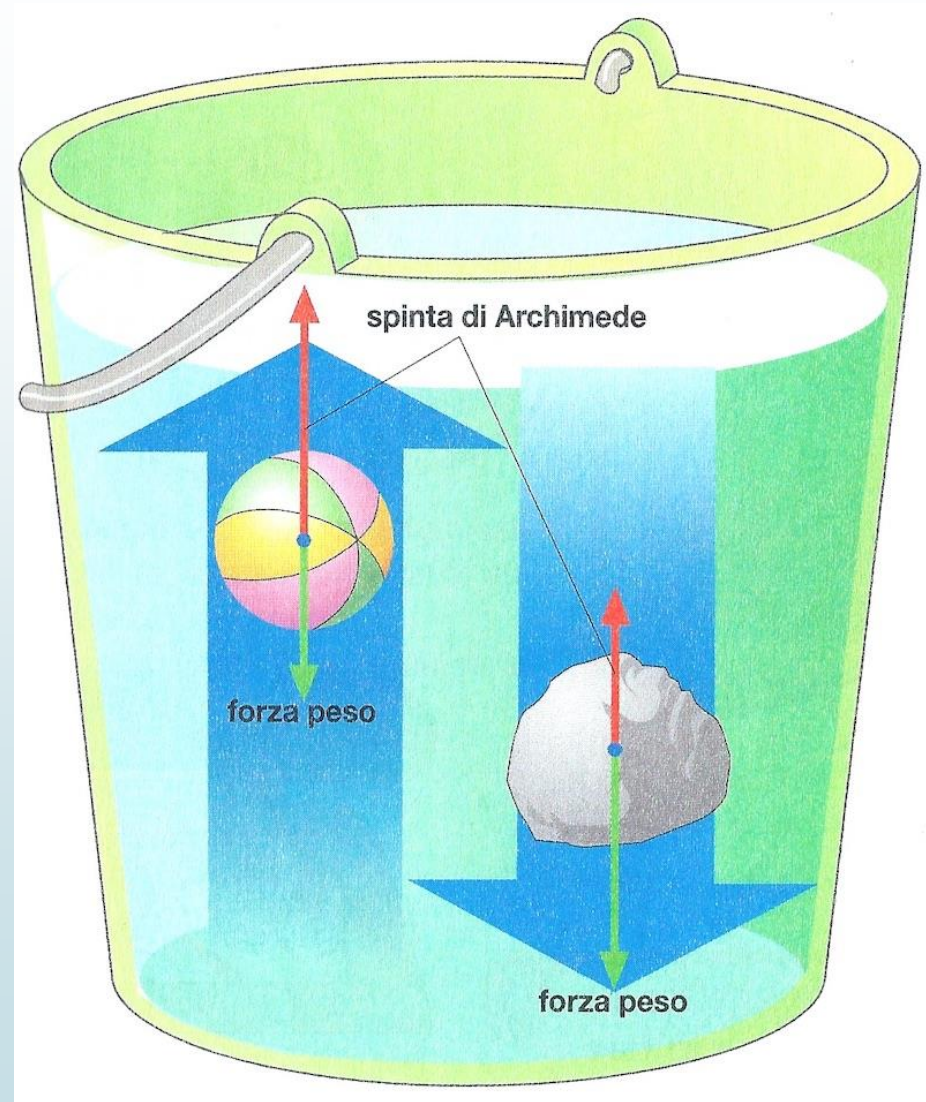
PRINCIPI

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

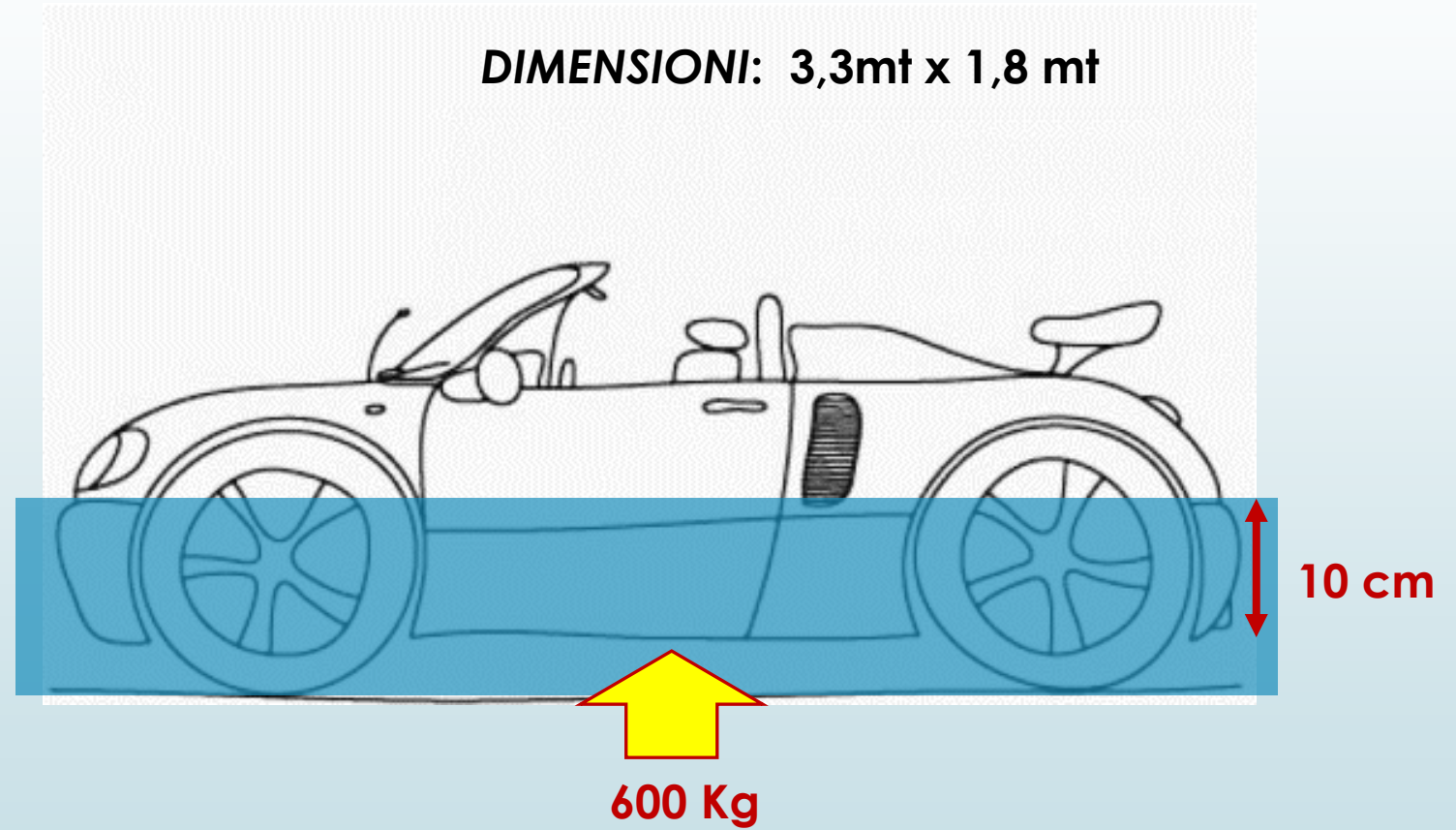
ARCHIMEDE

PRINCIPI



ARCHIMEDE

PRINCIPI





FOGNATURE E VASCHE DI ACCUMULO

A COSA SERVONO LE FOGNATURE?

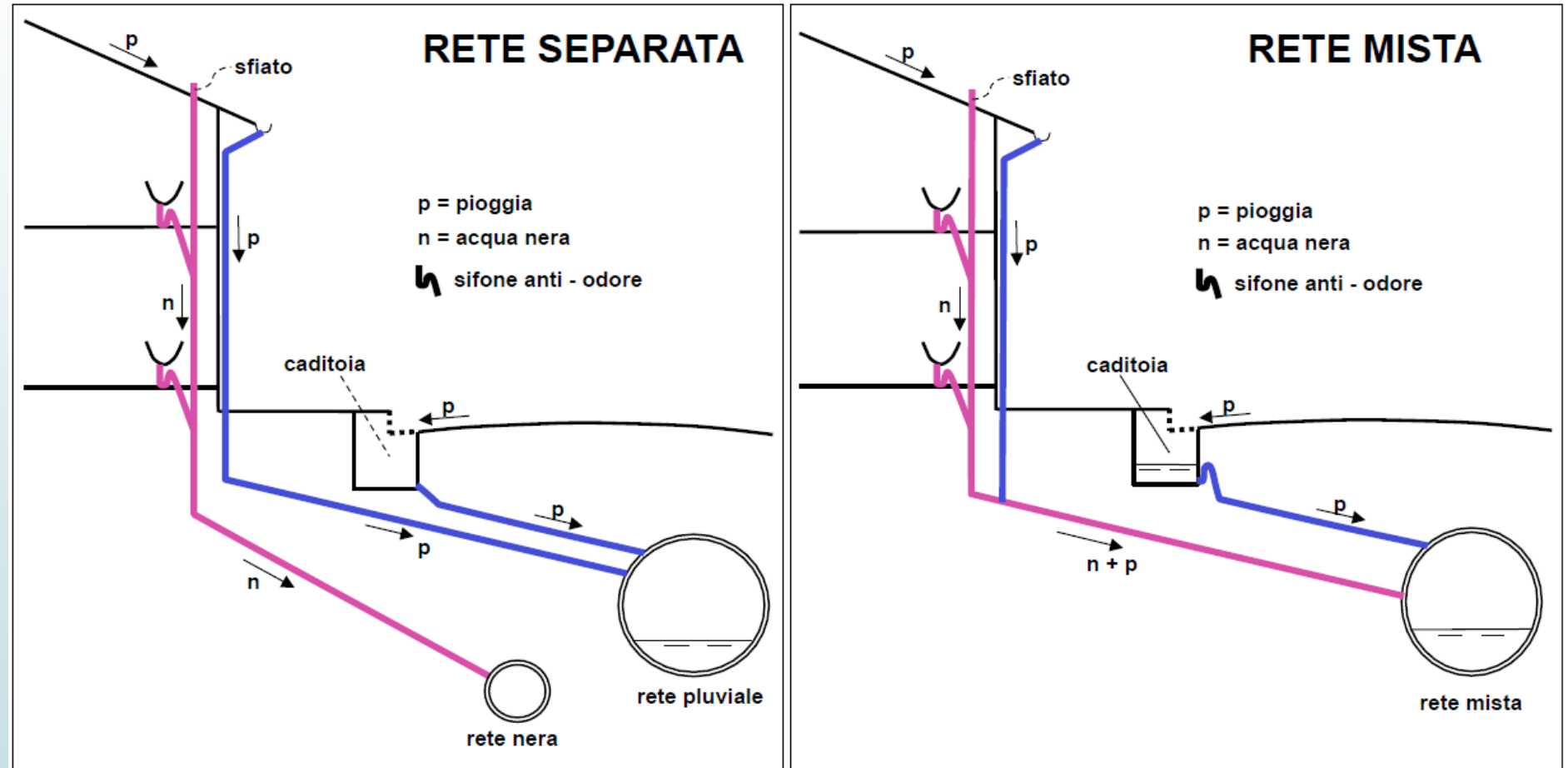
FOGNATURE

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



FUNZIONAMENTO A GRAVITA'

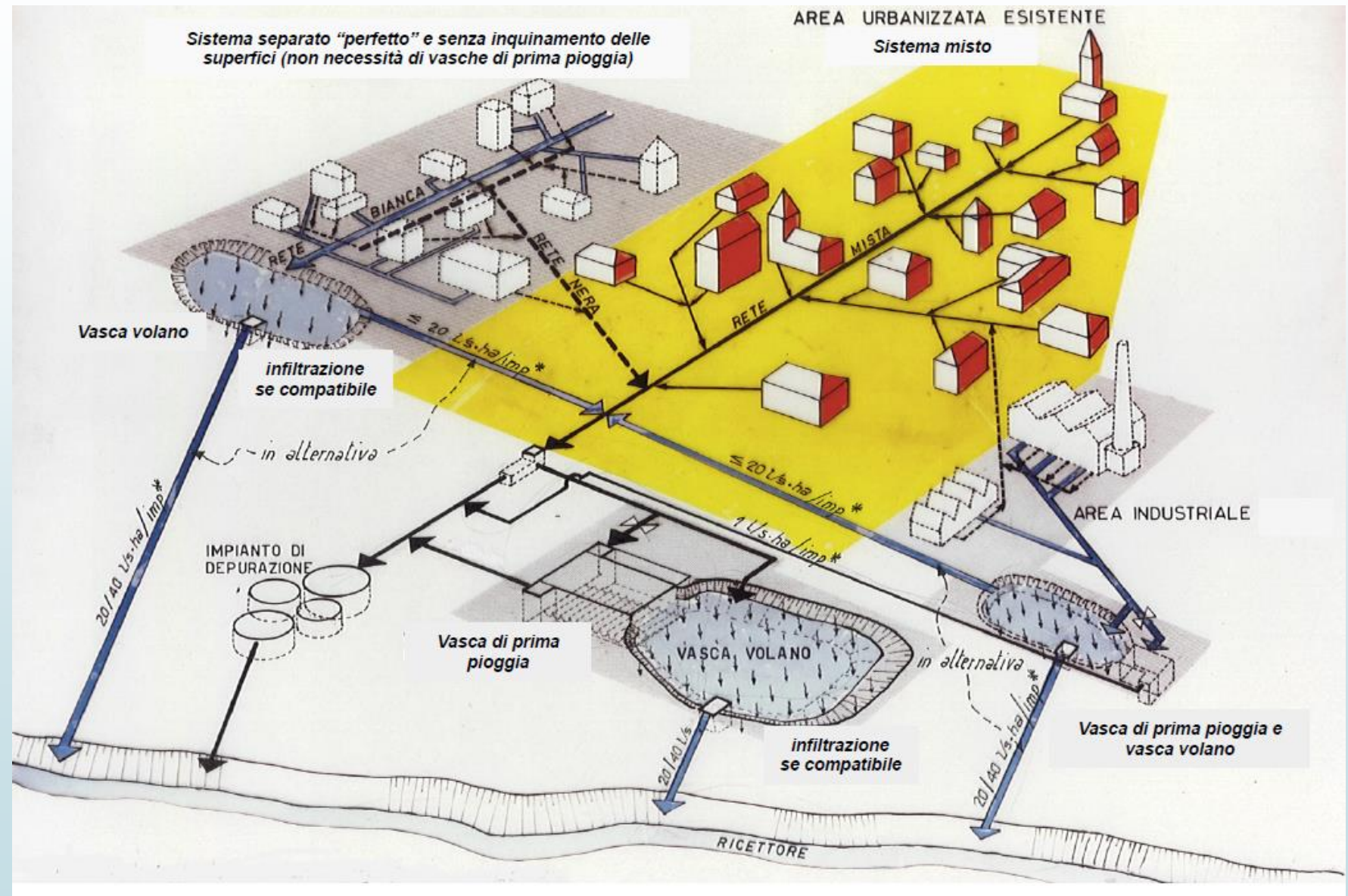
FOGNATURE

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‰!**

IDONEI RICETTORI IDRICI

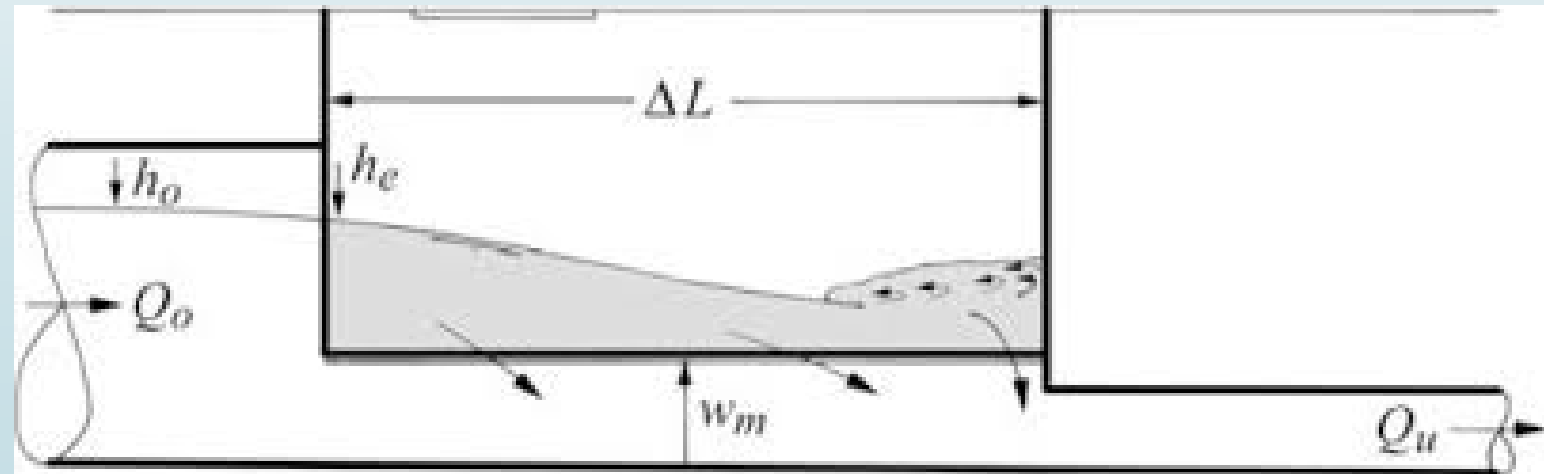
FOGNATURE



SCARICATORI DI PIENA

FOGNATURE

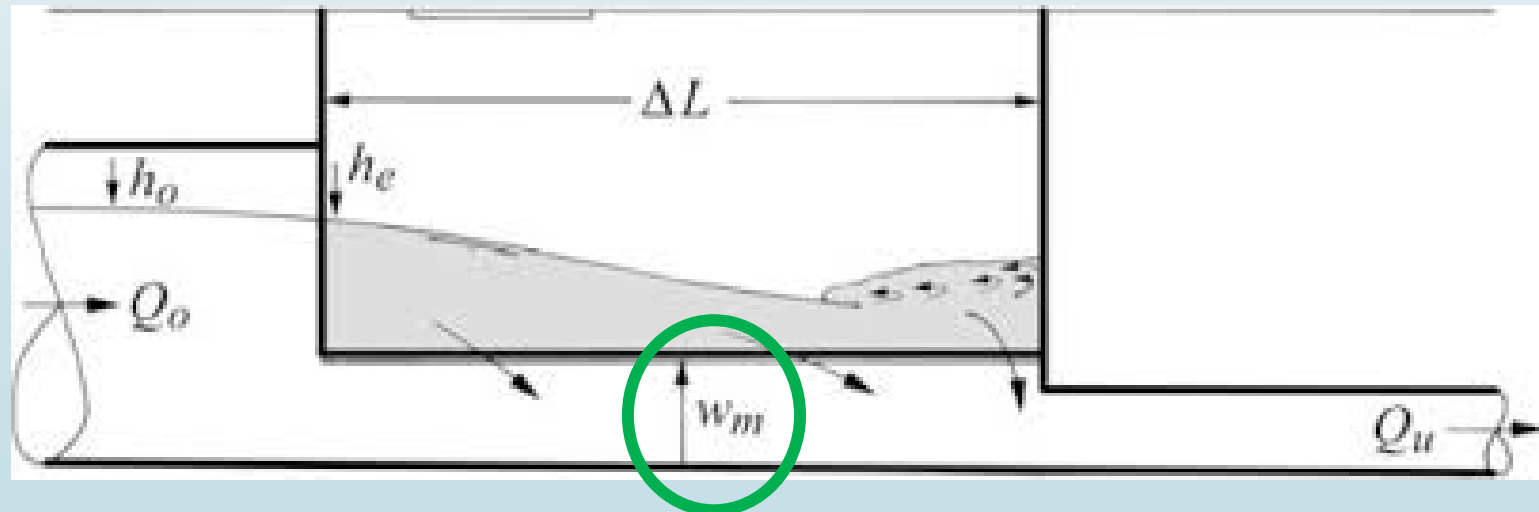
Gli scaricatori di piena nelle reti fognarie sono manufatti che hanno lo scopo di **consentire lo scarico controllato** delle portate eccedenti la capacità idraulica o di trattamento del sistema fognario-depurativo a valle durante gli eventi meteorici più intensi.



SCARICATORI DI PIENA

FOGNATURE

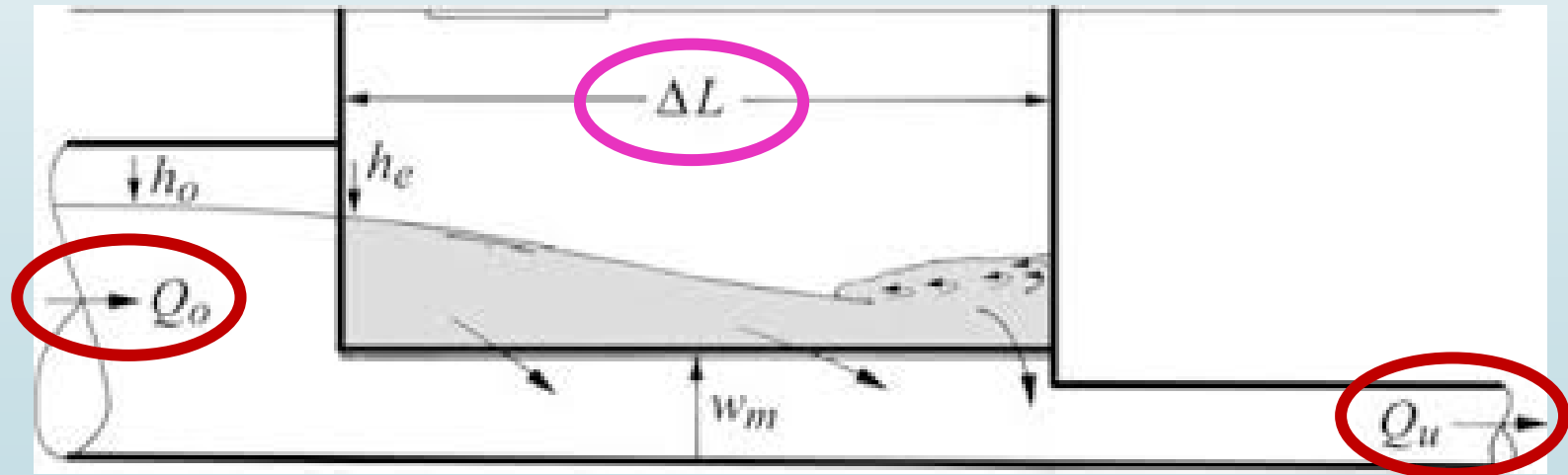
- **Soglia**: è l'altezza che definisce l'attivazione dello scolmatore ed evita che vengano scaricate portate troppo inquinate.



SCARICATORI DI PIENA

FOGNATURE

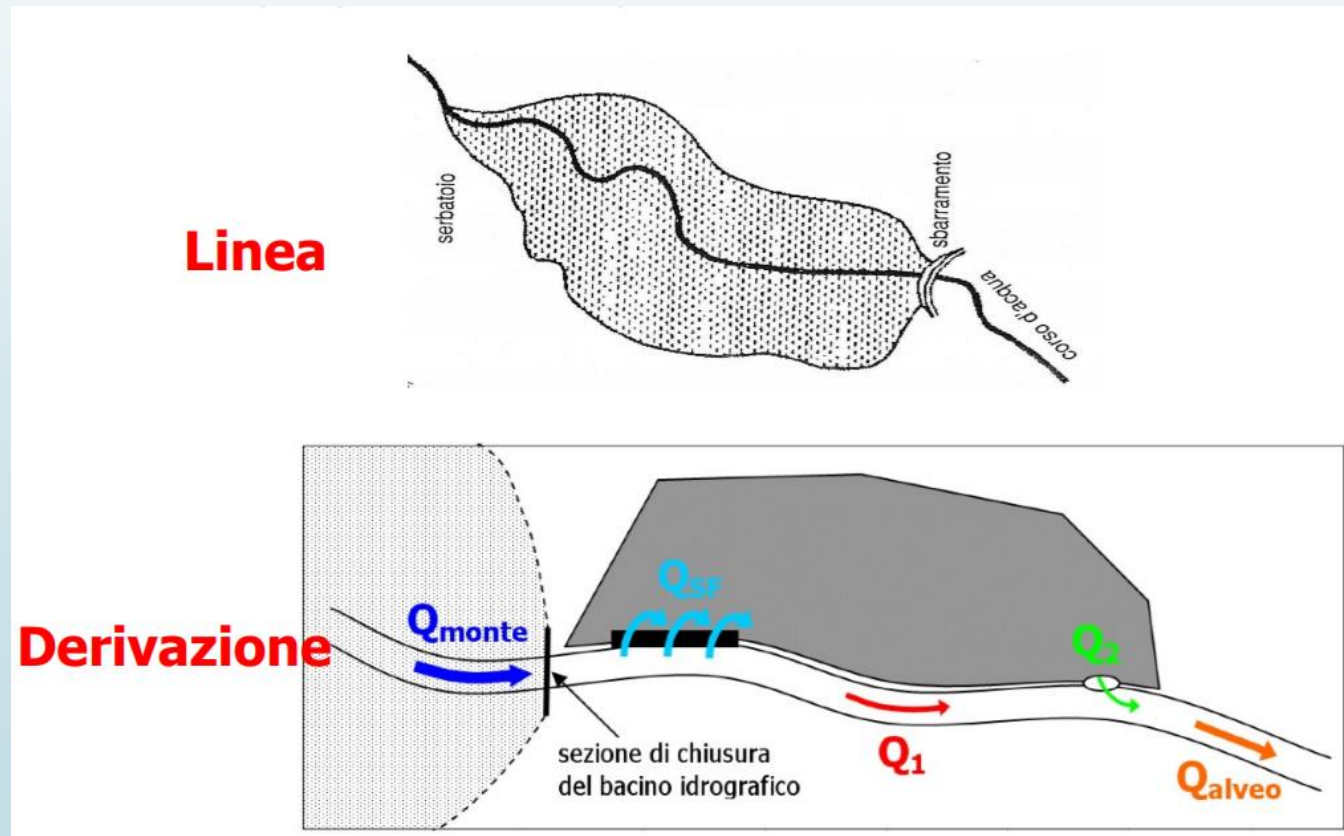
- **Portata scaricate:** lo scaricatore o sfioratore permette di ridurre le portate in fognature facendo scolare la differenza tra la portata di piena e quella di progetto delle fognature.



IL CONCETTO DELLA LAMINAZIONE

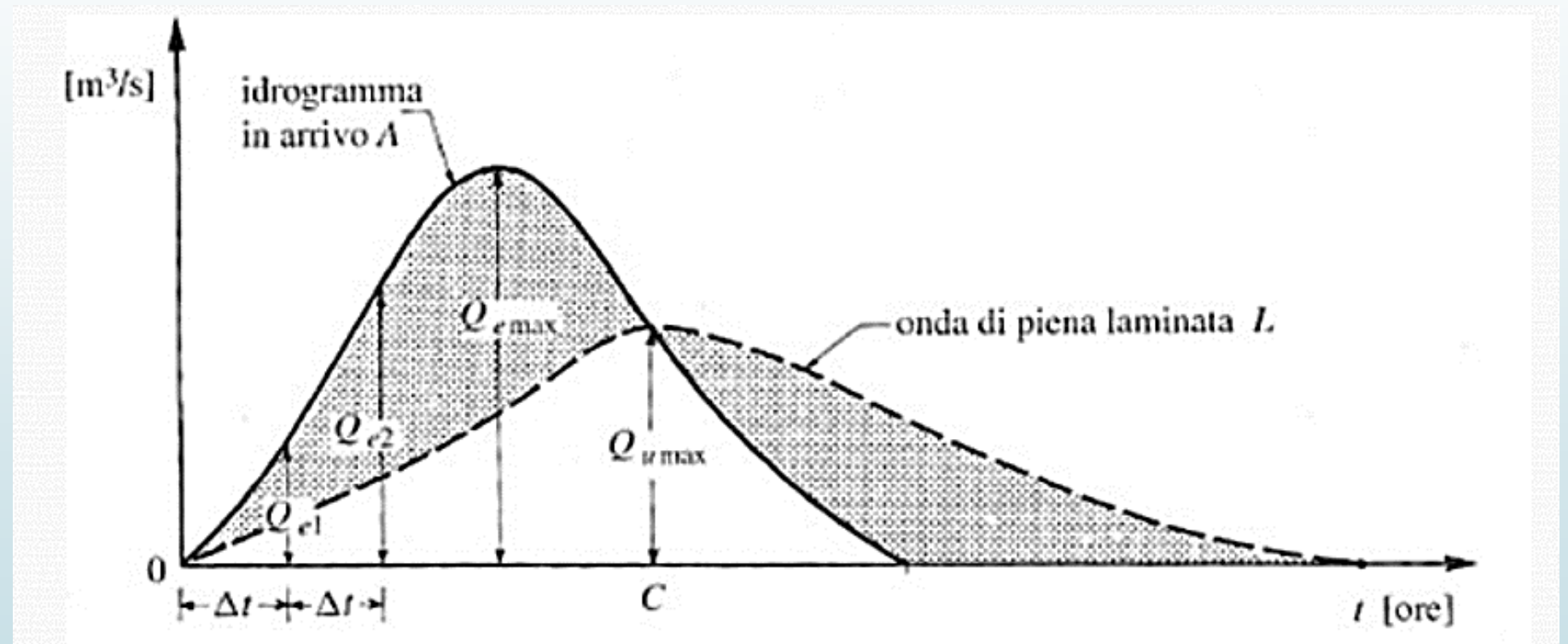
LAMINAZIONE

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



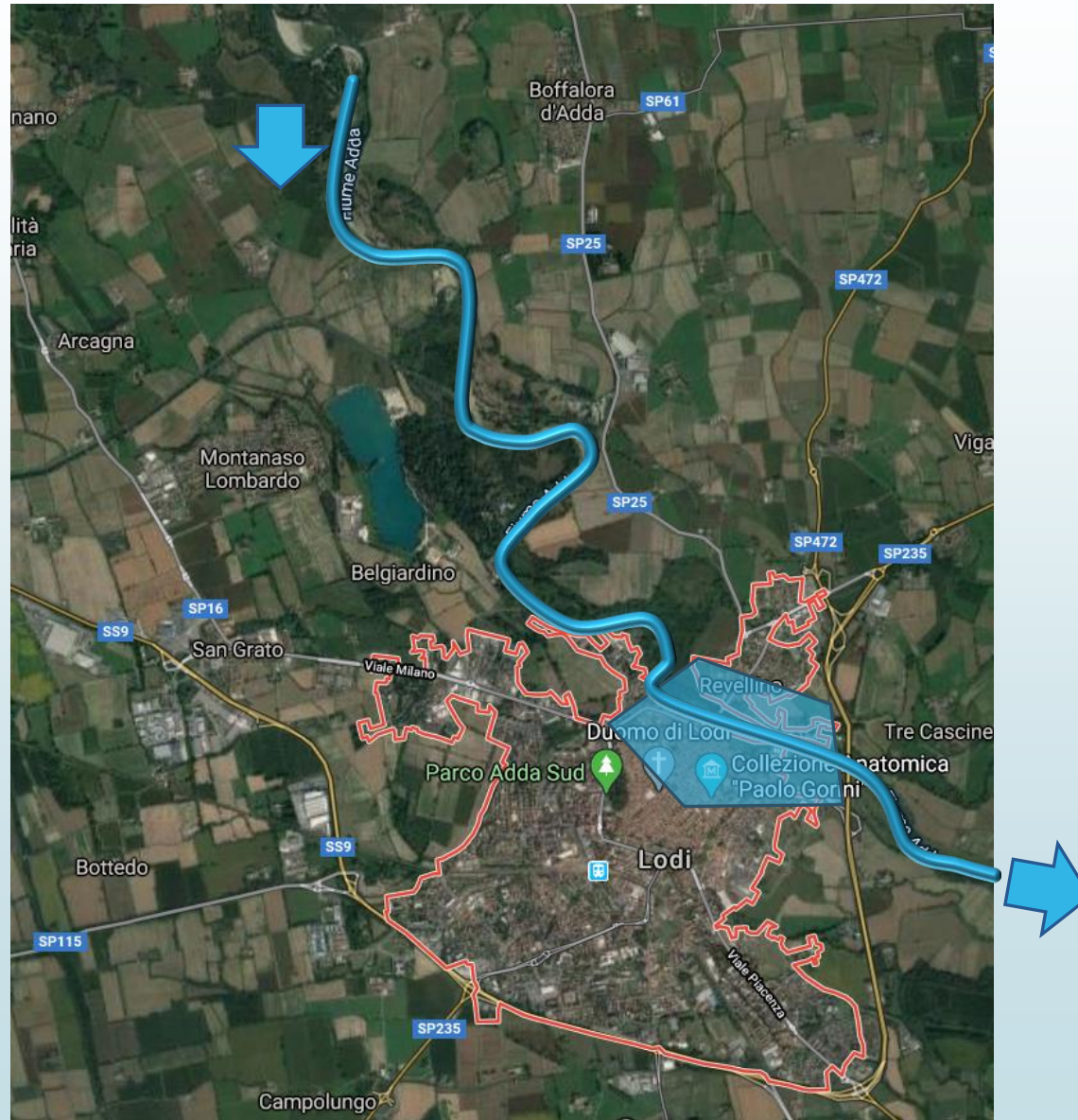
IL CONCETTO DELLA LAMINAZIONE

LAMINAZIONE



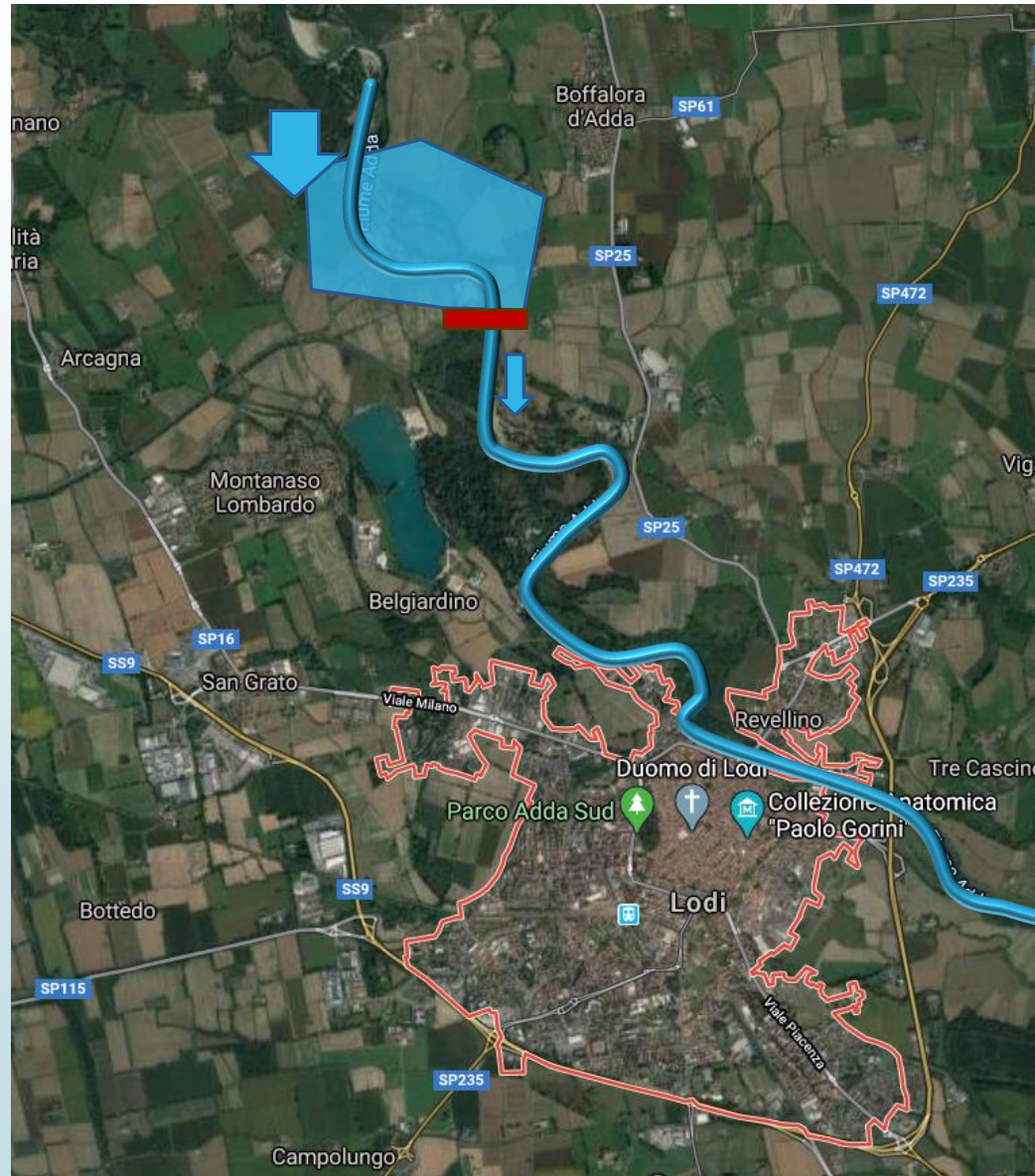
IL CONCETTO DELLA LAMINAZIONE

LAMINAZIONE



IL CONCETTO DELLA LAMINAZIONE

LAMINAZIONE

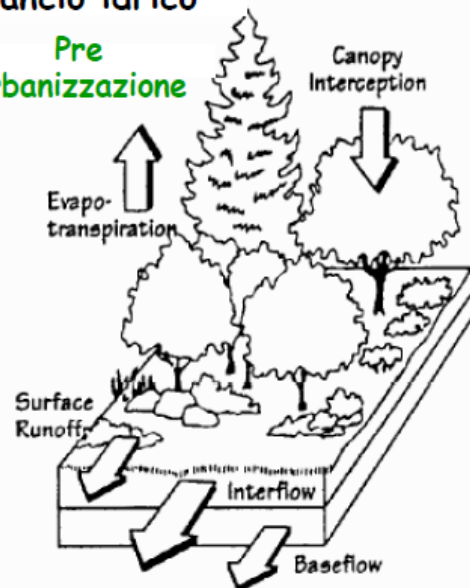


EFFETTO DELL'URBANIZZAZIONE

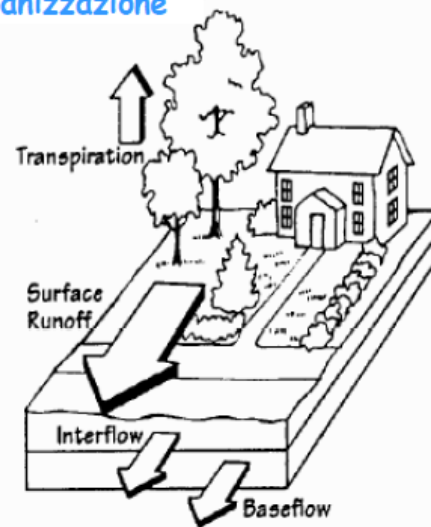
FOGNATURE

Bilancio idrico

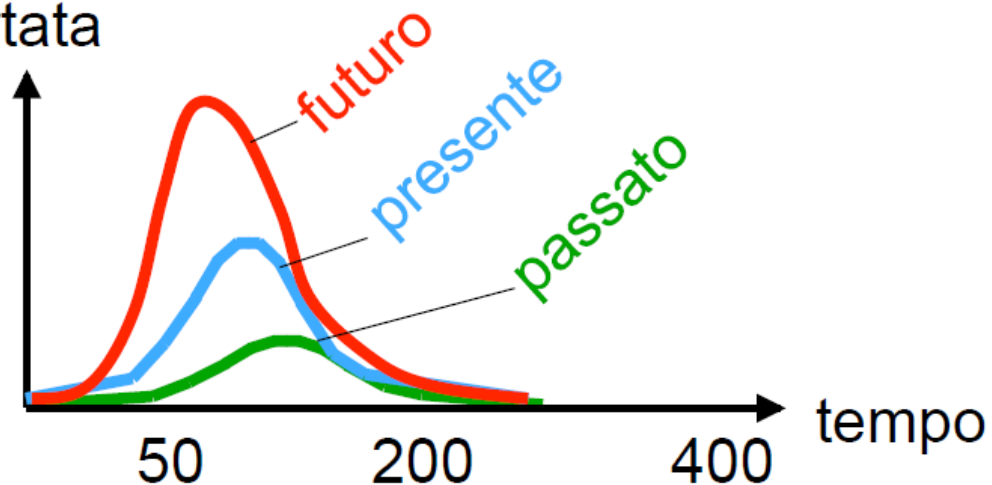
Pre
urbanizzazione



Post
urbanizzazione



Portata



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

VASCA DI PRIMA PIOGGIA E VASCHE VOLANO

VASCA PP E 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 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

