



Corso Luigi Einaudi, 55 - Torino

Appunti universitari

Tesi di laurea

Cartoleria e cancelleria

Stampa file e fotocopie

Print on demand

Rilegature

NUMERO: 1376A -

ANNO: 2015

A P P U N T I

STUDENTE: D Angelo

MATERIA: Acquadotti e Fognature + riassunti, Prof.Boano

Il presente lavoro nasce dall'impegno dell'autore ed è distribuito in accordo con il Centro Appunti.

Tutti i diritti sono riservati. È vietata qualsiasi riproduzione, copia totale o parziale, dei contenuti inseriti nel presente volume, ivi inclusa la memorizzazione, rielaborazione, diffusione o distribuzione dei contenuti stessi mediante qualunque supporto magnetico o cartaceo, piattaforma tecnologica o rete telematica, senza previa autorizzazione scritta dell'autore.

**ATTENZIONE: QUESTI APPUNTI SONO FATTI DA STUDENTIE NON SONO STATI VISIONATI DAL DOCENTE.
IL NOME DEL PROFESSORE, SERVE SOLO PER IDENTIFICARE IL CORSO.**

ACQUE DOTTI

LUNEDÌ 3/3/14

INTRODUZIONE

Generi. de finco + intero acquedottico (acquedotto + da civile o opere + ficale + impianti industriali, gli altri in gli altri):

insieme di opere finalizzate a **salvare + serie di funzioni:**

- **Approvvigionamento idrico** = "opere di presa"
poter paleore acqua da gli corpo idrico
- **Treatmento acque** = "impianti di potabilizzazione"
x arrivare a costi qualitative adatte all'uso, tutto possibile odora ^{di presa}
- **Trasporto** = "rete di adduzione"
dal treatmento alle utenze, non proprio fra delle utenze, e i cò-
ore + pioggia. Rete molto semplice, + critica.
- **Inneoginamento dell'acqua** = "serbato."
x avere acqua in riserva x reti di emergenza e = poter far
fronte a variabilità di domanda
- **Distribuzione alle utenze** = "rete di distribuzione"
Nel mondo e in misura mai in recupero. Struttura e
problemi in rete x da rete di adduzione, da utenze in
terminare e distribuite nel territorio. Ci m reti ad
albero ramificate o reti chiuse o maglie.
Qui ci m base parte di rete dell'acquedotto.

Qui adesso ci da' descrizione completa delle varie parti, e della loro descrizione.

CLASSIFICAZIONE DELLE ACQUE

Ci serve anche identificaz dei possibili **usizzi d'acqua**

↳ deriva da decreto: **DM.LP. 99/1997**

↳ Ministero dei Lavori Pubblici,

- **Civile:**
 - **Potabile** → cucine, impianti sanitari, piscine, fontane
 - **Non potabile** → usizzi come la rete civile (adispens e in-
potabile), irrigazione, riscaldamento e
condizionato
- **Produttivo** → industriale, ci m reti usi possibili, ad es.:
acque di processo, di raffreddamento (big volume), idroelettrica
- **Agricola** → irrigazione, agricoltura, zootecnica
Su big parte di richiesta idrica.
- **Altri usi** → tutto ciò che non è elencato precedentemente:
lavaggio strade, irrigazione verde pubblico, ...

Da qui classificaz deriva anche il tipo di presa in recupero.

Di zona, **Civile + industriale e que de mondo**

Tale usi influenza l'andamento dei consumi.

Ci mette legge naturale, deve essere applicabile

c) Confronto con altri dati

(nuovo quartiere)

Semplice ma efficace, se devo fare 1 esposto di 1 km² allora più esposto, questo con altri esposti in zone simili in una zona considerata (=> stessa zona climatica).
Se i dati mi disponibili serie in base, capendo appross. #.

II. Popolazione

↳ quale cosa? Dovrei riferirmi non alla pop. attuale, ma fare stima di pop. futura (es. la legge tempo di vita), nei decenni successivi (40-50 anni, oltre non basare, per incertezza)

Italia -> pop. media stabile, solo spostati da 1 centro all'altro

↳ Si prevedono TP alta, ma alla fine TP è stato basso, tutte le città che TP del passato ha compensato

Prando dati disponibili, è cosa di usare varie leggi, e fare stime:

- La legge + semplice è:

$$P(t) = P_0 (1+r)^t$$

legge di tipo exp.

r = tasso di crescita, con TP + y

Non è la + adatta, se ha il a breve termine (oltre da aumenti non realistic). Ci può dare TP > reali

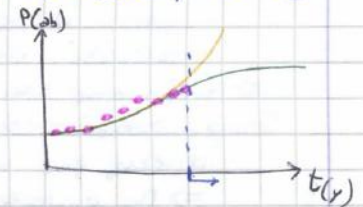
- Alternative:

$$P(t) = P_0 + (P_{\infty} - P_0) \cdot \frac{e^{bt} - 1}{e^{bt} + a}$$

Curva logistica

P_∞ = P costante, oltre ad esse non si può andare, e 1 limite

Non serve ad essere pop. P nel futuro. Occhio a, ma basare. C'è sempre segno di "logistica".



2. VARIAZIONI TEMPORALI

Si vede partire da Q₀ valutato, e cercare di pensare ad intervalli temporali #.

Ci servono le variazioni nell'anno -> stagionali, retrocedi, sommano, allora => IT esse si sono pagate

a) VARIAZIONI MENSILI

Si nota tale variaz

Dovuta anche ad altri fattori, rispetto, IT + forzate ad altre prospettive.

Q_m = portata media nel mese di max

↳ consumo (Europa - acqua)

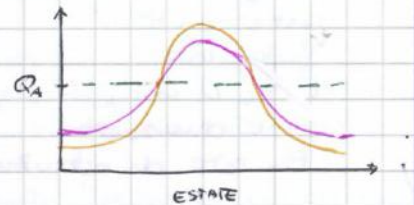
$$Q_m = K_m \cdot Q_0$$

$$K_m = 1,2 \div 1,3$$

K_m = intervallo di variaz dipende rispetto da diversa del clima abitato

• = curva in variaz + accelerata => piccolo centro

• = variaz - normale => città + big



Il picco max orario = portata di picco orario:

$$Q_h = K_h \cdot Q_a$$

$$\rightarrow K_h = \frac{1,3 - 1,4}{1} \div \frac{2,5}{1} \div \frac{3 - 6}{1}$$

Portata di dimensionamento della rete di distribuzione

Se ↑ Q di dimensionamento ⇒ ↑ consumi ⇒ ↑ costi + addiz.

Quindi:

rete di distrib. deve poter gestire Q_h , e far sì che il costo → la spesa con Q + opere + ↓ costi (il che differenza oraria gestire in serbatoi, il fare il costo inferiore).

PAG 3 → TABELLE

Venezia: { Genova → bene Q.

 { Lugli → alte Q

 { Assisi → picco minimo, che gest. va in forte ed gire. industriali

 ↓ chiodo (git o trazione idroferma, no turbine)

Giromolero nel giorno di max consumo

S. Vito → bene 1, 2 picchi

$Q_{max} \sim 1400$

$Q_{min} \sim 1400$

$Q_{min} \sim 650 \text{ l/s} \rightarrow$ con celle a zero, + 2 reti:

- Po gest. picco di notte, serbatoi orari, aut. industriali a ciclo continuo, ...
 - ore notturne → max di ridotte, idriche, etc - cioè 1 presenza → nelle condotte idriche (etc - non ha influenza de ↓ p).
- Tale Q_{min} è proprio + modo a aprire git - 100 font. Le perdite

ASPETTI LEGISLATIVI PRINCIPALI

I. Iniziative generali in tema - gestione servizio idrico a lg. nazionale.

{ LEGGE GALBI, 36/1994 = Disposizioni in materia di risorse idriche

{ D. Lgs 152/2006

↳ Definisce il quadro macro opere

Piano principi generali + regolare finanziamento del sistema.

Alcuni pil. importanti, principi generali

- **Protezione del consumo umano**
- Tutela delle acque (superficiali e sotterranee) in pubblica
- **Risorsa idrica va salvaguardata**, e deve pubblica - di uso oculato e sicuro futuro
- **Equilibrio del bilancio idrico** va determinato attraverso uso di risorse
 ↳ Deve stabilire rete di bacini idrologici, ex salvaguardare risorse e farne uso sostenibile, deve aprire critica e disponibile in tale rete, e nominare in il campo la ubicazione di rinnovamento della risorsa

Tipi di perdite:

- **EFFETTIVE**
reali, ad es. ingiustizie pre condutture
- **VOLUMI NON FATURATI**
errori di contatori. Frequente a base portate
- **VOLUMI SOTTRATTI**
allaccio abusive, di utenze n. contatori
- **PERDITE GESTORE**
Gestione non ideale delle rete
le + frequenze = spazio sottrattato, acc. n. via + acqua di quella che
entra \Rightarrow sfiorate

Quali: non TI è volute in reali.

X ridotte, e orari m. \neq a 2° di dv voglia vedere

Preserve l'ordine di ordine di disinfezione

d. RADIOLOGICI

Radiosattività: **Normale** in piccole quantità (radio di fondo), alcuni tipi di acque possono essere soggette, se in **contatto con rocce in gusci di radionuclidi di fondo** (anche se in genere evita di entrare in contatto).

e. CHIMICO-FISICI

Formula **tempo**. Dai + qualitativi, ai fisici, ai + specifici (I) quantitativi.

PAG 4 → D. Lgs 31/2001

Endonucleotici → il pot. latente di V ordini

↳ $0 \frac{n}{1000000}$ → cioè si definisce la presenza della misura

PARAM CHIMICI

Me pesati → critici ⇒ [] + base

Sost. naturali che ostacolano

Tridimensionali = sottoprodotti della disinfezione

↳ occhio: essi possono creare **onde in rete**

⇒ controlli e verifiche in fatto nelle utenze.

RADIO ATTIVITÀ → ad es. si misura la dose

PARAMETRI INDICATORI = non critici ma (non "p"), se monitorate mg

↳ anche controlli organoleptici = odore, sapore

I. OPERE DI PRESA

Obiettivo = a priori presero idrica

Qualità = dipende dai disturbi fatti

Poss. essere **relati** e 2° delle fonti di approvv.

FONTI DI APPROVVIGIONAMENTO

in ordine di "preferenza":

1. SORGENTE

acque che **offrono** **retrocedere** in superficie

2. ACQUE SOTTERRANEE:

- **FALDE ARTESIANE**

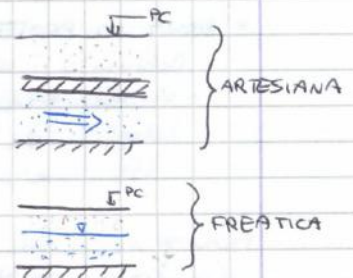
inoltre da strato superiore della superficie

potere da colonne

- **FALDE FREATICHE**

3. ACQUE SUPERFICIALI

fiumi, torrenti; laghi; mare (na, mitela)



- Sorgenti in profondità da acque **interne** nel terreno in **petrati** (↓ problemi problemi), ed offrono in superficie ⇒ **prelievo semplice**

- Acq sott → pozzi ⇒ costi

- Superficiali → big qualitativi, ma ↑ problemi **foschi** di ne, ed ha temp. disomogenea mediata (dalla subito **interne** per la presa)

Mare → disinfezione e **aria**, e **fatti** in pes. **oridi** di **raccolta** acque dolci

1) CAPTAZIONE DA SORGENTI

Sorgente vera c'è dalla pioggia.

Ipotesi che apre area di ricarica, evoluzione di ricarica.

S. studia **aspett** geologica del terreno egualità di carico

Stadi preliminari → **analisi** e **verifica** brusche di:

- Q

↳ valore della **zona di ricarica** è piccolo, no effetti esaltato di attenuazione.

rischio di non avere **V orientati** nel campo (in un riferimento alla Q una delle sorg.)

- T

↳ valore del **coefficiente di acque** è rapido da superficie a sorgente

Unee = zone **tracciate** = nastri colorate non romiche, liberabile nel buco, e in un'area di ricarica della sorgente

⇒ **capacità** di ricarica

Tipo di sorgente ed opera di presa

a - **PUNTUALE** ⇒ S. uso **BOTTINI** o **PRESA**

b - **DIFFUSO** ⇒ S. uso **GALLERIE** **ARENANTI**

PAG 7

Sorgente **ricarica** di c'è **carica** da **zone** + **tracciate** e **-tracciate**, che in a

carica in $\left\{ \begin{array}{l} \text{tracciate di ricab} = \text{verticali} \\ \text{tracciate di ricab} = \text{orizz} \end{array} \right.$

a. Botina di presa

↳ **struttura** di presa **ere** **corrente** nel **pendo** (1 bancario + estrazione).

Struttura chiusa, Ci in **voce**, e poi **tubazioni** di presa verso acquedotto.

Dimensioni non elevate

Ma **voce** + **+** punti di presa

PAG 7 → FIG 3.3

Qui, ha 4 **voce** in serie, c'è serie //.

Doppio serie di **voce** → **x poter** **fare** **manutenzione** e **pulizia** **alternata**, ma **l'altro** **per** **servizio**.

Pompi **tra** **le** **voce** = **struttura** → **servizio** **erile** **x** **fare** **voce** **di** **portata**

Voce **di** **controllo** **delle** **portate**: **dati**, **presto** **in** **la** **portata** **de** **in** **serie**, **relativa** **è** **ricerca** → **voce** **di** **fondo**.

Serie **x** **mettere** **cost** **elaborazione**, **re** **+ e** **-** **mutue** (mut. e. **mut. e** **pass.**).

Sedim → **i** **fini** **in** **pochi**, **ma** **più** **de**

Preso = **c'è** **1** **elemento** **de** **pietra** (**regia** **fine**) **x** **evitare** **de** **corpi** **estranei** **entro** **in** **condotta**

Il **voce** **devo** **poter** **ere** **mutate** ⇒ **nel** **fondo** **de** **1** **filare** **di** **voce**

Condotta **di** **presa** → **serve** **ovvero** **manutenzione** **di** **portata**

• **Servatore** **di** **superficie**: **re** **x** **q** **ch** **problema** **della** **condotta** **condotta** **di** **presa**, **poter** **allegare** **latino**

⇒ **alle** **servatore** **è** **re** **pre** **otto**, **e** **serie** **x** **mettere** **elettrici** **accumuli** **di** **acqua**.

Al **no** **posto**, **per** **energia** **una** **spina**, **serie** **x** **portata** **in** **eccezio**.

- H = deve da studi preliminari (valore minima durante l'anno, + garantire sempre la portata di progetto).
- K = parametro del terreno, si misura
- L = si ricava tramite la seguente relazione pratica:

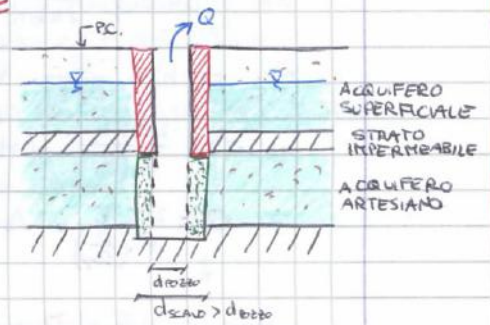
$$L = C(H-h_0) \cdot \sqrt{K} \quad \text{dove: } C = 1500 \div 2000 \left(\frac{S}{m}\right)^{\frac{1}{2}}$$

2) CAPTAZIONE DELLE ACQUE SOTTERRANEE

Avviare a PC + Trarre pozzi.

Pozzo deve essere frantumato solo in corrispondenza dell'aquifero da cui si vuole prelevare acqua.

- = ghiaietti drenante
 - ↳ azione di filtro
- = materiale impermeabile
 - ↳ per mantenere separati i due acquiferi stratificati.



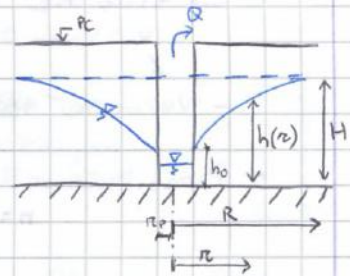
Studi preliminari:

- Stratigrafia (corotaggi e logghe geofisiche)
- Livello statico della falda
 - ↳ livello della falda in condizioni non disturbate dalla presenza del pozzo. PC è variabile nel tempo
- Tipo di acquifero (confinato o non confinato)

a. Schema base di un acquifero freatico

Stato di configurazione di equilibrio

Il livello nel pozzo non coincide necessariamente con h_0 , ne dipende dalla quantità di acqua estratta dal pozzo.



R = raggio d'influenza

↳ distanza alla quale la piezometrica non risente della presenza del pozzo.

$$R = C(H-h_0) \cdot \sqrt{K} \quad \text{con } C = 3000 \left(\frac{S}{m}\right)^{\frac{1}{2}}$$

Per ricavare la portata estraibile:

$$Q = \Omega \cdot V = (2\pi r h) \cdot \left(K \frac{dh}{dr}\right)$$

$$\Rightarrow \int_{r_0}^R \frac{Q}{2\pi K} \cdot \frac{1}{r} dr = \int_{h_0}^H h dh$$

$$\Rightarrow \frac{H^2 - h_0^2}{2} = \frac{Q}{2\pi K} \cdot \ln\left(\frac{R}{r_0}\right) \quad \Rightarrow \quad Q = \frac{\pi K}{R \left(\frac{R}{r_0}\right)} \cdot (H^2 - h_0^2)$$

Abbottando in condiz. di normale del livello: $\Delta = H - h_0$

$$H^2 - h_0^2 = (H - h_0)(H + h_0) = \Delta(\Delta + 2h_0) = \Delta^2 + 2h_0\Delta \quad \Rightarrow \quad Q \propto \Delta^2$$

REALIZZAZIONE DI UN POZZO

In prima approssimazione, s'individuano 2 fasi:

I. SCAVO → PAG. 10, fig. 3.7

3 varie tecniche, in funzione del materiale e della profondità:

- Percussione

Limite = profondità ≈ 100 m

Eseguita a secco \Rightarrow bisogna adattare misure alle pareti di scavo non craterino. Si usa un "Tubo forma" metallico, formato da vari tronchi, di vergami e filettatura o ribadita non meno che il tubo forma viene rifuso (e' + resistente).

- Rotazione

Prevede utilizzo di un fluido di scavo (fango bentonitico, o eventualmente acqua quasi mai) che ha funzione di:

- Sostegno delle pareti (\Rightarrow non serve un tubo forma)
- Asportazione detriti (con velocità di rotazione $> 0,5 \div 1$ m/s)
- Raffreddamento e lubrificazione

Sono possibili 2 tipi di circolazione del fluido:

- Diretta \rightarrow iniettato all'interno dell'asse di perforazione e risale all'esterno dalle coste
- Inversa \rightarrow viceversa, e' + usata x diametri di scavo grandi

- Roto percussione

II. COMPLETAMENTO

E' a sua volta composta da varie attività:

- Introduzione delle tubazioni del pozzo
- Rimozione del tubo forma contemporaneamente all'innalzamento del dreno e la cementazione dell'intercapedine, dove occorre impermeabilizzare.

- Pulizia del materiale fine, tramite:

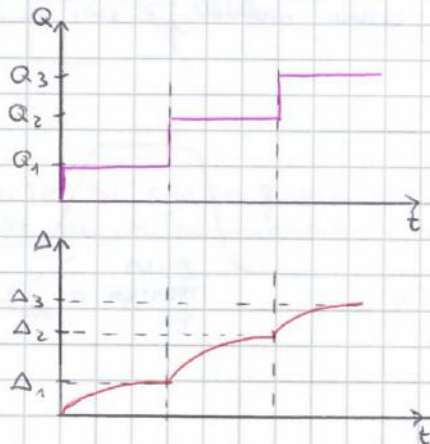
- Antimaggia

Si fa scorrere un pistone munito da un organo in superficie liscia e'osta delle pareti del pozzo, in modo che vi sia il passaggio d'acqua attraverso il filtro

- Spurgo

Tramite delle pompe sommerse si creano pressioni molto forti sull'acqua con una tubazione di mandata.

- Collaudi \rightarrow si effettua una prova di pozzo:



\Rightarrow Curva caratteristica del pozzo:



$\Delta_1, \Delta_2, \Delta_3$ = valori di abbassata mandatori di nota permanente



d. Torri di presa

- x prelevare acqua dai laghi
- ci m bocche di presa a \neq quote, ciascuna con \pm gruppo di protezione ingenerale;
- preferibile prelevare acqua \pm m profondità, xter acqua ha \pm temperatura \pm stabile
- xo, condizioni di piena \rightarrow sotto ex- eccellenza corso di rettifico

RICHIAMI DI IDRAULICA

PERDITE DI CARICO NELLE CONDOTTE IN PRESSIONE

Considerano la condizione di moto permanente le equazioni fondamentali sono:

- Equazione di continuità:

$$\sum Q_{in} = \sum Q_{out}$$



- Equazione di bilancio energetico:

Carico Totale: $H = h + \alpha \frac{v^2}{2g} = z + \frac{p}{\rho} + \alpha \frac{v^2}{2g}$

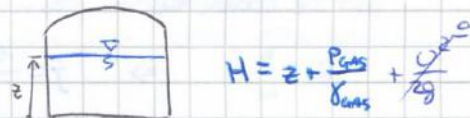
dove: $\begin{cases} \alpha = 1 \Rightarrow \text{Moto turbolento} \\ \alpha = 2 \Rightarrow \text{Moto laminare} \end{cases} \rightarrow$ non si verifica quasi mai \Rightarrow trascurare α

Per le lunghe condotte: ($L > 1000D$)

$\Rightarrow \frac{v^2}{2g} \ll h, H \Rightarrow h \approx H$

$\Rightarrow H_{in} - H_{out} = \sum \Delta H_{i,accoppiato} + \sum \Delta H_{i,distribuito} \rightarrow$ eq. bilancio energ.

Serbatoi = punti con carico noto, in quanto coincide con la superficie libera (se il serbatoio non è in pressione)



a) PERDITE DI CARICO LOCALIZZATE

Caricati da un cambiamento brusco della geometria del sistema.

$$\Delta H_{loc} = K \cdot \frac{v^2}{2g}$$

$\rightarrow K = \text{coeff}$, in funzione del tipo di cambiamento della geometria.

Le Sella Sfride ci m vari coeff

II. RETI DI ADDUZIONE

LUNEDÌ 17/03/14

• Funzione

trasportare acqua da una di presa fino a luogo di utilizzo

⇒ funzione = trasporto

Luogo di utilizzo → non viene, di solito, interdetto il serbatoio di compensazione (molto speso, qit e, esterne della rete di adduzione).

Li invece, da poi spazio di potabilità (to - a rete a 2° dei casi).
 Sin + lo + condotte, + altri elementi.

• Tipi di funzionamento:

- **Gravità** → Differenza di corso del fiume (ora di presa a quota elevata)

- **Pompaggio** (nelle tonate) → se non è possibile tutta gravità, si assiste e dolenti.

• Dimensionamento

↳ fatto per Q_g = portata media nel giorno di max consumo (serbatoio di compensazione serve a gestire variazioni orarie)

SCHEMI IDRAULICI

a- Condotta semplice

↳ 1 unica condotta di coltura

rete di distrib: $Q_h > Q_g$

(pieno orario max)

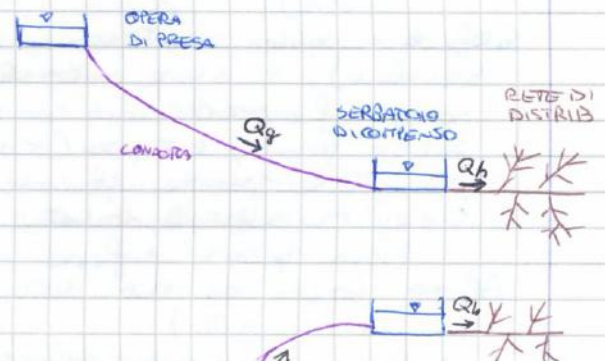
Schemi di rete → gravità

Schemi di rete con pompaggio

(se ΔH è piccolo, molto difficile)

→ far passare la Q_g con

dimensioni comunque accettabili.



Differenze:

• **gravità**: obiettivo del dimensionamento è trovare il diametro della condotta efficace a far passare Q_g

• **pompaggio**: deve trovare la potenza della pompa, cioè la prevalenza della pompa (⇒ potenza della pompa).

Schemi semplici, 1 pto di coltura e 1 pto di arrivo.

Se si aggiungono altre condotte ⇒ schemi a rete, variazioni possibili.

Due questi, ne vedremo 1:

b- Acquedotto consortile

• = condotta consortile, $Q + b_{ig}$

• = condotta di derivazione,

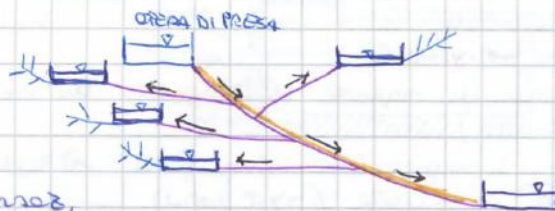
↳ centro abitato nella 1^a

con un serbatoio di compensazione,

Vantaggi + serbatoio, e + esercizio forzato.

+ costo di far + acquedotti separati. Anche + manutenzione e gestione, da poter fare in comune.

(la legge impone in qit rete, a unificare).



Alcune le cadute principali vanno tenute a distanza
 (Anche se ricordo: condotta e in pendenza ⇒ acqua esce, difficile da controllare anche se è un po' di rischio)

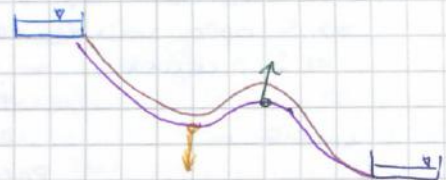
- Evitare terzoni-pedoni, sgatti e fraso, etc. -
 Se non è possibile evitarle
 ⇒ Trincee rinforzate

ANDAMENTO ALTIMETRICO

Vincali dati da Topografia del terreno,
 condotta deve seguirlo (pode variaz
 di profetito di trincea).

Pose interese dei **PTI preferenziali**:

- = **Sorve** = PTI in cui è possibile variaz
 acqua, svuotore addele
 Sorve se, odies, deve sostituire i pezzi di condotta.
 Meni in PTI + depen, quota + bora.
 Anche + elevare depen, in odies (rotorale fie)
- = **Sfiati** = x rimuovere ora passare in odies
 PTI dove quota di condotta, da si accumula ora
 Ara de x:
 - **fie di svuotato** di condotta, che durante non m ora,
 nel mize e svuotare acqua
 - **fie di mize**, ora diventa macchia fide a depenere m
 parte quiete; e si accumulano ralle obra de ostacolo
 fluo di acqua.
 - **ngreni ocassali** di ora.



Ma, se **terreno è pignozzato**, mize ≠ 0:

Condotta e non m profilo osti;

Lunga i pezzate

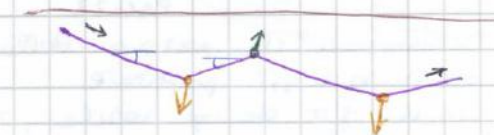
Si meteo quote pedene + fozzate

Sfiati e **scatoli**

Pendenze

- > 4% → **discesa**
- > 2% → **salita**

Differenze di pedene = + facilitare **abbattimento** di ora



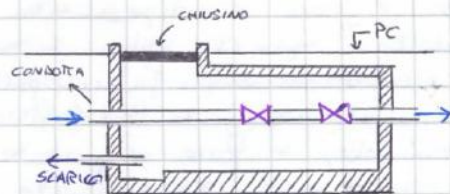
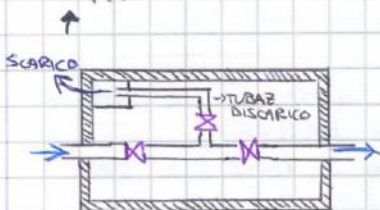
Scatole e sfiati = pezzati accembili dell'ext

SCATOLE OR pezzate - SCATOLE PAG 18

Bozza di scarico m sezione →

Con 2 **scatole** m utile + chiudere
 e aprire condotta

In pianta



Bozza di scarico di sfiato e chiusa, se deve
 poter esse auto.

Le 2 **scatole** sulla condotta vanno de:

le due sostituire i tratti a rete:

pose svuotore slo cm.



DIMENSIONAMENTO CONDOTTE DI ADDUZIONE

1) CONDOTTA SINGOLA, FUNZIONAMENTO PER GRAVITÀ

Considero topografia nota.

Sono noti i 2 condotti e la ΔE_{valle}

Per i 2 tubatori $\rightarrow \Delta Y$

Carico in tubazione a valle \rightarrow è noto, da cui è obbl. data da garantire p sufficiente alle utenze.

Nota: Q = portata di progetto (Q_p)

Nota Materiale \rightarrow dipende dal carico di materiale

\Rightarrow Nota coeff di rotte di carico distribuite $\rightarrow J = K \frac{Q^n}{D^n}$

\hookrightarrow avere, noti K, m, n (relativi alla tubazione)

\hookrightarrow nota, sezione, posizione dei 2 tubatori

Si ricerca in scala E la caduta

\Rightarrow Solo scale distrib

\bullet = pezzo unico

$$\Rightarrow \Delta y = J \cdot L = K \frac{Q^n}{D^n} \cdot L$$

\Rightarrow Ricavo il diametro D di progetto

Sicurezza: \rightarrow K dipende da chi, considero quella della tubazione usata (marca: K cost nel tempo), dopo qek decres di anni.

Considerazioni:

\bullet Δ è teorico, \neq dai 2 pezzi sul mercato.

Però D_1, D_2 = standard + viene: $D_1 < D < D_2$

Devo usare 1 di essi, vuoi così:

1) D_2 + valvola di impaccio

Ne uso 1 solo \Rightarrow valvola V + big (adatti a D_2 di impaccio).

\Rightarrow Escursione di E

\Rightarrow Aggiungo valvole di impaccio

\bullet = pezzo unico risultato

$\hookrightarrow \Delta H_v$ = perdita accelerata

$$\Rightarrow J' = K \frac{Q^n}{D_2^n}$$

\Rightarrow B.B. uso di E : $\Delta Y = J' \cdot L + \Delta H_v \rightarrow$ è vuoto

\hookrightarrow note di valvole e ΔH_v da applicare

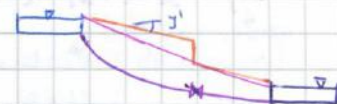
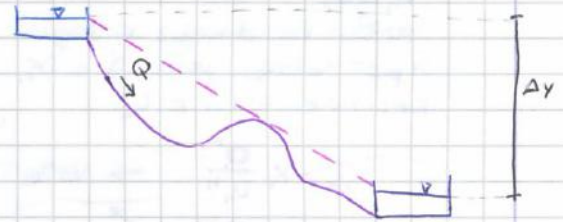
\Rightarrow Scelgo la valvola da usare

QST ora è frequente, no dimpa E

Alternativa valvole multiple anni:

uso 1 microturbina, + converto role E in pendenza diretta

\hookrightarrow Idea ottima, bisogna valutare la **foratura** (costi/benefici).



Pro dell'1: minore + replica, 1 sola caduta, + facile + gestione, no piccoli manufatti donata.

Vs dell'1: costi 1 po' + altri, no + valvole, no + caduta (1 costo se 1 D).

\Rightarrow Se lunghezza in dite, meglio evitare 1 e usare 2

⇒ Se realizzare la condotta in modo da avere c/c quel corso.

⇒ La piegon non esiste.

Qnt vol dire dividere in 2 tratti → L₁ e L₂, e usare 2 D ≠ h_{pergo}:

$$y_A - (y_{p+5m}) = \Delta y_A = K \frac{Q^m}{D_1^n} L_1$$

⇒ diametro D₁ x IE 1° tratto

$$(y_{p+5m}) - y_B = \Delta y_B = K \frac{Q^m}{D_2^n} L_2$$

⇒ diametro D₂ x IE 2° tratto

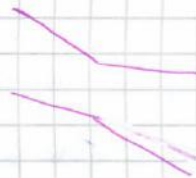
⇒ E' un progetto 2 ≠ condotte separate

Se non ha problemi di panna:

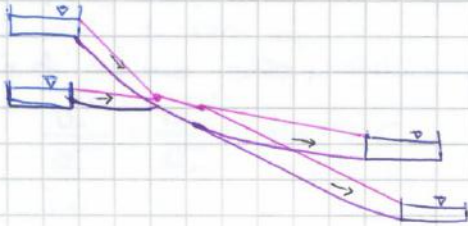
Una pna D₁, poi D₂ → (D₁ < D₂)

Se ha problemi di panna:

⇒ Due D₂, poi D₁



2) RETE AD ALBERO, A GRAVITÀ



↑ completezza, ha dei gradi di libertà, è 1 unica soluzione, deve rispettare z.

• = piezometrica (qualitativa), con z e K costante

inodi nella rete sono corso

maggiore (no se da $\frac{P_0}{\rho} > 5m$),

potrei avere 7 configurazioni, finisco a panna

⇒ Scelta le reti economicamente → con

1° case → definito → $\begin{cases} L = n^o \text{ BTI (condotte, tronchi = tratti o regesse)} \\ N = n^o \text{ nodi (diverz, Ma 2 condotte)} \end{cases}$

incognite → D_{1,2,3,4,5} → diametri delle 5 condotte → D_{1,2,3,4,5}

n realtà, ha anche magnite: H_{1,2,3,4,5} → conduttori nodi

Eq da scrivere = bilanci di E:

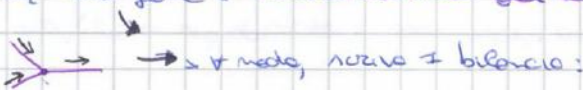
$$\frac{H_i - H_{i+1}}{L_i} = \frac{I_i}{L_i} = K \frac{Q_i^m}{D_i^n} \cdot L_i$$

→ posso scrivere L equazioni.

ΔH tra 2 nodi, = perdite distribuite in quel tratto o sezibato.

Posso scrivere eq di continuità, ma n utile qui (m scrivete impellate le perdite, m dati di progetto fumi.)

Poi, eq da forze = bilanci dei costi → N eq necessarie.



$$\sum_{IN} \frac{D_i^{n+E}}{Q_i^m} = \sum_{OUT} \frac{D_i^{n+E}}{Q_i^m}$$

$\begin{cases} m, n = \text{exp di indice di corso} \\ E = \text{fattore de tiene conto dei costi.} \end{cases}$

MARTEDÌ 18/3/14

Metodo unito a reti ad albero = generale, a
rete ad albero

↳ in strutture aperte → invece, reti regolate = chiuse.

Svappaggio → ↑ completezza rete ⇒ ↑ completezza

3) ACQUEDOTTO CONSORTILE, A GRAVITÀ

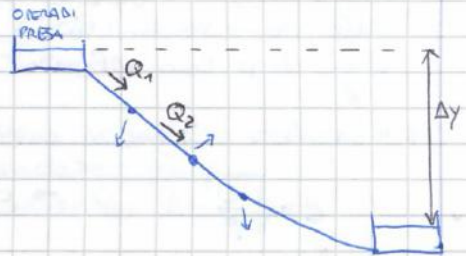
Caso particolare di rete ad albero

Obiettivo: ora principale = condotta aerea

Hp: caduta cons. e l'elemento + longitudinale, cioè
offerta di stacchi di portata da parte
delle derivazioni e trascurabile.

$Q_{1,2}, \dots$ = dati di progetto, rete

Vogliamo dimensionare la condotta principale



• Bilancio di E

↳ prima ricavare sui n tratti, oppure 1 unico su n tratti e caduta Δy

$$\Delta y = \sum K \frac{Q_i^m}{D_i^n} \cdot l_i$$

↳ magnitudine $m, D_i,$
costante l detto eq.

→ \forall termine della Σ è 1 tratto.

→ K = costante, la costante cost
nella = costante

• Eq. di minimo costo, valida in ogni modo (trascurato le derivazioni):

$$\frac{D_i^{n+E}}{Q_i^m} = \frac{D_{i+1}^{n+E}}{Q_{i+1}^m} = \text{cost} = C$$

↳ Q_i la z nodi $\Rightarrow i = 1, \dots, N$ (qui $N = 3$)

in realtà; tale \Rightarrow ha 3 equazioni
reppro e cost

\Rightarrow La vera magnitudine è C

Procedo:

$$\textcircled{1} D_i = (C Q_i^m)^{\frac{1}{n+E}}$$

↳ Sostituisco nell'eq di bilancio della Δy offerta:

$$\textcircled{2} C = \left[\frac{K}{\Delta y} \sum (Q_i^{\frac{m}{n+E}} \cdot l_i) \right]^{\frac{n+E}{n}}$$

→ Δy è predetto in rete
 \Rightarrow R. costo C

\Rightarrow Ottenuta C , sostituendo in $\textcircled{1}$ ricavavo la vera D_i

\Rightarrow Ho dimensionato, in modo molto rapido e veloce.

Forse queste semplificazioni non influisce sul risultato, se poi dovessero
potere da D_i ai D overridi

\Rightarrow approssimazione comunque

COLPO D'ARIETE

È un'onda che si propaga rapidamente e si smorza, o c'è per la velocità veloce
la Q

\Rightarrow Nota bene

\Rightarrow Brevi stacchi di P , onde molto intense → Colpo d'ariete

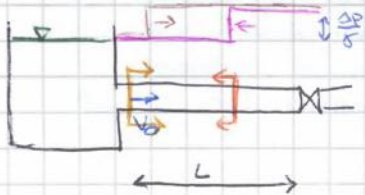
Obiettivo = aprire le valvole e non per evitare e evitare problemi
alle condotte.

Esempio:

$$\left. \begin{aligned} V_0 &= 1 \text{ m/s (Tipica in condotte)} \\ c &= 1000 \text{ m/s} \\ \rho &= 1000 \text{ kg/m}^3 \end{aligned} \right\} \Rightarrow \Delta p = 10^6 \text{ Pa} \approx 10 \text{ bar (} \sim 100 \text{ m circa d'acqua)}$$

Valori molto big!

⇒ Chiusura istantanea va evitata, che si spaccia condotte, o si spaccano i giunti.
Bisogna ridurre tali effetti.



○ = pressione, si modifica a causa di Δp
● = onda oscillante positiva
Serbatoio = esercita, ferma l'onda di pressione.

La sua p è fissata dal suo livello, dalla sua altezza

⇒ Tale onda non riesce a riflettersi.

↳ fluisce di acqua
Dip piccolo.

⇒ In serbatoio, la pressione non si altera

⇒ Nasce onda riflessa, = wa di segno opposto

⇒ Ripartita i valori di p e quelli iniziali

⇒ Onda riflessa negativa

Si cerca di sfruttare la presenza di tali onde $\times V \Delta p$

↳ Deve vedere i tempi migliori

1° fase: onda oscillante parte e arriva al serbatoio:

$$0 < t < \frac{L}{c}$$

2° fase: onda riflessa parte dal serbatoio e arriva a macchina

$$\frac{L}{c} < t < \frac{2L}{c}$$

Il tempo (periodo) è: $t_0 = \frac{2L}{c} \rightarrow$ Tempo di fase

Espressione senza della condotte in coincidenza delle macchine, che è la t critica, in cui il Δp risulta $\times t$ tempo.

• Dopo arrivo di onda negativa, essa si riflette nella macchina e torna indietro, osservando p di un $\Delta p = -\Delta p$.

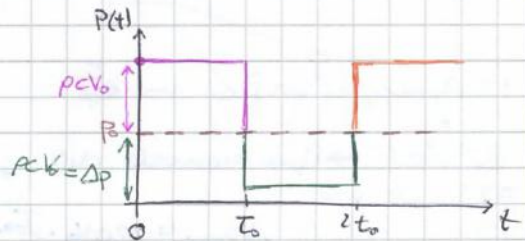
idem, poi, quando arriva al serbatoio

l'oscillazione si cancella tra sovrapposizione e sottoposizione, periodica.

Bisogna aggiungere, e il co; orari, de macchina e orologio, facendo $\downarrow E$.

Chiusura istantanea \rightarrow non può aprire in nessun modo

Chiusura non ist \rightarrow deve studiare rapporto tra t fase e t chiusura



x fare calcoli, ci m. Tabelle de finno i valori di Aprax

=> In piano Emittenti?

Dove giocare 10: → $V_0 = v_0, x^2$ e dato del progetto e della Q

• **accontentare t_c**

↳ far si di avere chiusa + l'aria possibile. Anzi dire se ci m. Emitt. (se deve chiudere 1 cadute c'è 1 nativo!).

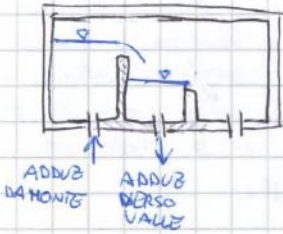
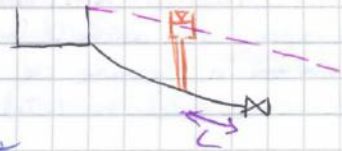
• **diminuire L**

QIT problema riguarda rete e cadute + lunghezza.

L = distanza tra 1 serbatoio ed 1 serbatoio, che è 1 serb. guidati, che sono a marciare le p.

Possibile soluz = usare **toriumi piezometrici**, con serbatoio di piccole dimensioni in posto pari alla **piezometrica**

=> le mosse L sono a



→ **Torium piezo** = vasca chiusa, suddivisione

valve + piccole

Vasca di rete, parte della vasca di valle

=> Sn natip, idraulicamente **valleppe**

=> Onde di p non posso propagarsi, sono ricu de non possono farlo

3° vasca = **torium**, deve sempre essere.

Torium piezo serve a **controllare loro pressione**

↳ No fineste di accumulo d'acqua, V Emittati.

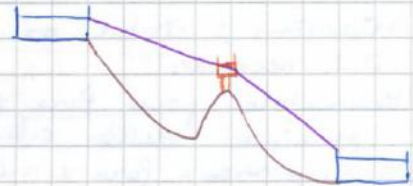
Altra funzione = **dimensione idraulica**

↳ Le 2 vasche form livelli natip.

=> Serve a **finire la quota delle piezom** in 1 certo pto.

↳ Utile nei casi di topografia particolare, che rende molto + natip mont de valle erantee + i tabelli i conuli idraulici.

Da verificare sicurezza.



Colpo al sistema → **trabocco onuli + depressioni**

c'è dei natip + cui si voleva mettere i **interpressioni di 5m** in 4 pto.

D. RUP 12/12/1985 → **Decreto del Ministero dei Lavori pubblici**

↳ "Norme tecniche per le Tubazioni"

Tabelle n°3 = in fine della p idrostatica della caduta, a da il Aprax

$P_0 \left[\frac{kgf}{cm^2} \right]$	<6	6-10	10-20	20-30
---------------------------------------	----	------	-------	-------

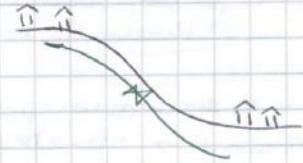
Aprax $\left[\frac{kgf}{cm^2} \right]$	3	3-4	4-5	5-6
---	---	-----	-----	-----

50%

20%

→ ↑ P_0 ⇒ ↓ % $\frac{\Delta P}{P}$

Volere, e però funziona il nivel verbatoio dect- dopo il livello e-
 bora, e impegnare e- ozo altro
 => Deve sapere i livelli di on/off
 Volere -> possa ricevere x ↓ p morte zoe,
 dal es se la rete m p gate,
 e altro parte dco, m post bora avra-
 rete p



• Donde idra = effettiva assue di acqua m rete -> $Q_{tot}(t)$,
 e igela rete con le duna p a vore red. della rete (alcun
 pti poco rcludere + di dco).
 Difficile a avere dat. vatepo reale di v contatore nello
 ipzo

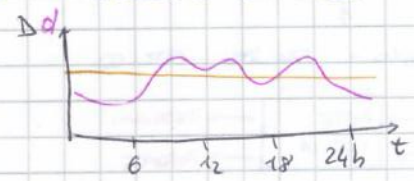
=> Abi cerchiao di modellare i rete reale, m it parti unite (serbatoio,
 pompe, condote, ...)
 Modello numerico = ha item dco della rete, ne em fono i
 certa incertezza.

Mi chiedo: data emertezza (it possibili errori de pomea avra
 m dati e m modellaz):

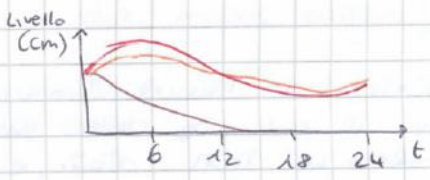
$$\left\{ \begin{array}{l} P_i(t)_{reale} \stackrel{?}{=} P_i(t)_{modello} \\ Q_j(t)_{reale} \stackrel{?}{=} Q_j(t)_{modello} \end{array} \right.$$

Se non m ugali
 => Modellaz de abbiamo fono noi e baa
 Calibraz = pomea de reale a volere queste z ogglozoe,
 agede sui dati x ↓ mertezo.
 => pomea e pomea difficile, rclude exenza e algoritmi
 parte duere di risunt del modello.

- > Calibraz preliminare
 ↳ + superficiali, x volere risultato di calid e errato.
- > Singola rete
 - Cronata tipo 24h
 - Media giornaliera



Livello presente nel serbatoio •
 Nel modello, vglia ritrovare
 Tale valore •
 Se trovati qit esistenza •
 => Modellaz isophata



Prelinare
 Calibraz singolo AT
 Parte animada => ↑ fono dco m rete
 => + m brea del risultato
 Vore e red calid
 Completa => Si chide rete m area, ad es chide certa storia de
 parte idrologica, avda avere dato •.
 Sotocresche => pomea e rete, se tu non e ioi.

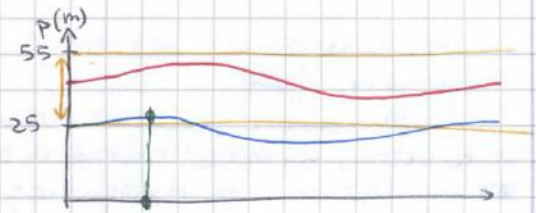
Prendere la sintonia in continuo, x le t in uguali istanti, x modo più aderire bene a se

● = range di funzionalità

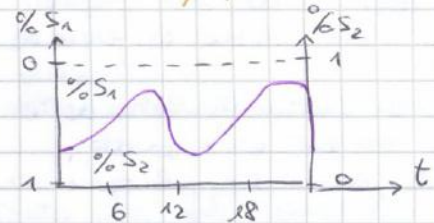
● = modo 1 = ok

● = modo 2 → solo in 1 istante va bene, in 11 gli altri no!

⇒ Mi serve + nuove + copio. E me vado de e' lo copio, de lo copio, problem.



Per copre de la qualità di acqua e + nuove zone della città, a 2° delle aree d'effluenza delle varie usget
 È qst cosa che nel tempo, a 2° di qst cosa d(t) e di un muscolo l'acqua delle varie usget di coesistenza



Simulazione - qualità acqua

EPANET - qual'è

NOVO = oggetto puntale

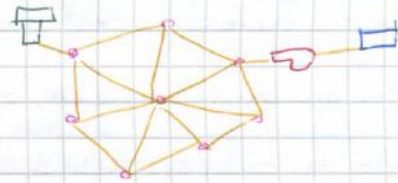
● junction = utenza → n

● Tanks = serbatoio → n ≥ 1

● Reservoir = pozzo → n ≥ 1

RAMI =

- condotte
- pompe
- valvole



[Aquis

↳ Area informare esente

interfaccia GIS, mette di collegare dati, molto esterni]

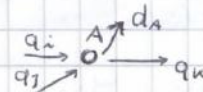
Ruota = a far vedere Q e p duoden nel modello.

È informare fra, la variaz da sito di EPA

La perdita

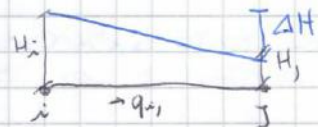
- Eq continuità nei nodi

$$q_i + q_r + d_A + q_k = 0$$



- Eq bilancio energia.

e + e perdita x maglie



Vedere verso
 Ora, Data → Option → Times
 ↳ Total duration = 24 → e-è distribuito in modo

Data → Pattern → ^{Adde} Doreo ± more verso tempo

Ma il coefficiente verso la portata, B vedo deve essere 1, ed è ripetere aderenza della data

Per vedere che lavora, ripulire su RUN

Poi, Map, e poi play.

Oppure, GRAPH ^{ms} → mettere i nodi da vuoi e vedere la portata (in versione nel tempo), oppure x la portata dei PIPES

ESEMPIO → Net 3

RUN

Pressure → $psi = \frac{e \cdot h \cdot \rho}{1000}$

Graph → condita 229, verso tempo

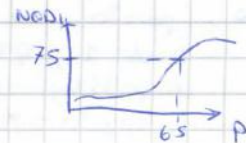
↳ Contour plot = mappatura di velocità $\frac{P}{Q}$ alle 7 di notte, etc

Si vede rete:

Voi in forma abinata delle P, verso dx, ^{scopri} "Equal Quantiles"
 → vedo regola la differenza tra le varie zone

↳ Frequency PBT

↳ Ci dà curve cumulative, ad es: 75% dei nodi ha $P < 65$



EDIT → Per estrarre i dati

↳ Copy to → Se i dati numerici: { Copy to → File → meglio dove, e salva
 AS → Data text

Tale file, ci dà valori di ascisse e ordinate

↳ ~~Se si apre~~
 → Se si apre si vede sotto il graph di cui vuoi salvare i dati.

Per il → Option → Quality → Metti ad es il nodo "River", non su RUN

Poi, Map → per nodi e Linki netti "Trace River"

→ vedo come è acqua che esce dalla sorgente river va in rete.

Oppure, graph → vedo come è acqua di tale ^{river} ~~flow~~ arriva in i dati (ad es), e in che % è.

F, le → espi → Network

↳ Si crea il file text, che poi apre ^{col} blocco rete

→ Tale file ha tutti i dati della rete, con i nodi x $\sqrt{}$ ^{capo} (1 x Tanks, 1 x Reservoir, ...)

→ Poi, scrivere il file text così, o modificare il file esistente, e quella sarà la rete.

Devo ~~risolvere~~ il Tempo: 600h

→ Vede che i nodi sono i graph del sistema sono a 125h, dopo ~ 100h

→ L'età dell'acqua i stabilizza, e vederlo deve sembrare lunghi tempi

Ora: Quality, Option, Parameter = trace
Trace node = Lake

Poi, prende node 115, e fa il grafico
idem, restano trace node = River

Poi: graph: Unit HeadOn = prevalenza

↓
Data, Option → Energy → Poi ad vedere il costo dell'energia, e nel report la nota sulla questo speed.

~~Open~~ Data, Param, New

↳ Poi vedere il costo variabile nel tempo, diverse la giornata
& (di notte costa gli zero) → Servizi un ID

Poi, in Data, Option, Energy, Price Param → Metti e ID de averi fare.

Poi fare anche i report e l'energia

↳ Report, Energy

Poi vedere che il tempo lavoro di + ~~magari~~ ^{magari} ma con costo zero, allora cosa che li deve funzionare, poi: Data - Control - Simple ed importo gli prezzi meglio.

↳ Poi verificare anche il by pass, se necessario lo pare

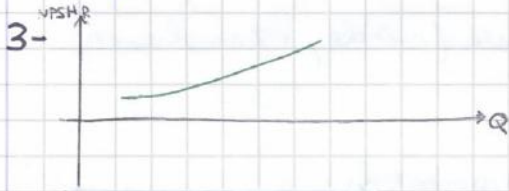
⇒ parte di acqua resta a tonnellate volente (a valle o a valle la P. rate),
 in tale gioco dev'erci + mettere numero della p. rate.

Tale curve per 1 max , = $\text{pto di funzionamento ottimale}$.

↳ $\eta_{\text{max}} \approx 0,6 \div 0,75$

Dato scegliere 1 p. rate che abbia il **picco di rendimento** in corrispondenza Q che mi serve, o un Q vicino.

La p. rate che lavora con η_{max} ha anche **minori**, dove h + e **funzionamento**.



Net Positive Suction Head = NPSH

↳ **Carica di aspirazione positiva netta**
 È il valore di p che la p. rate deve avere in corrispondenza della h di aspirazione + entore che la p. rate abbia problemi di cavitazione:

$\left(\frac{p}{\gamma}\right)_{\text{min}}$ → e il **valore critico**.

Prevenire la cavitazione = prem in cui 1 liquido tende a diventare gas

⇒ si formano bolle di gas

⇒ Big problem, possono esplodere a contatto in pale di p. rate, e creare rumore quel tipo

⇒ **Problemi di tipo in piccoli** problemi pratici

⇒ il cost di rilevazione è **grande** rispetto al beneficio.

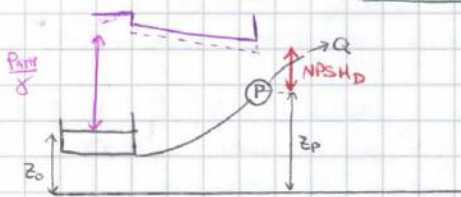
Proprietà **calcolare** la P interna alla p. rate → **responsabile**

⇒ **Caratterizzare** il $\text{valore di } p$ in corrispondenza di h di aspirazione di p. rate, (questo lo si calcola):

$NPSH_{\text{DISPONIB}} > NPSH_{\text{RICHIESTO}}$

→ **espressi in metro**

→ **occhio: in p. assolute, non relative!**



→ **Calcoliamo NPSHD:**

✓ = **perdite TOTALI**
 - - - = **perdite INIZIALE**

$$\underbrace{\left(z_0 + \frac{P_{int}}{\gamma}\right)}_{\text{CARICO INIZIALE } H_{iniz}} - \underbrace{\sum K_i \frac{U^2}{2g}}_{\text{PERDITE CONCENTRATE}} - \underbrace{J \cdot l}_{\text{PERDITE DISTRIBUITE}} = \underbrace{z_p + NPSH_0}_{H_{int}} + \underbrace{\frac{U^2}{2g}}_{\text{TERMINI CINETICO}}$$

→ dove $J = \lambda \frac{U^2}{2g} \Delta$

⇒ $NPSH_0 = \frac{P_{int}}{\gamma} - \underbrace{(z_p - z_0)}_{\text{DISLIVELLO}} - \left(1 + \sum K_i + \frac{\lambda l}{D}\right) \frac{U^2}{2g}$

↳ $10,33 \text{ m} \times 4 \text{ ACCUM}$

↳ **ciò ancora dipende dalla velocità** → U

⇒ **AE** **valore della Q**, **le curve caratteristiche**.

Dislivello: **p. rate** **è** **vera** **e** **quasi** **>** **del** **reservoir**

↳ **questo fa** **↓** **NPSHD**, **si** **rischia** **di** **avere** **<** **NPSHD** **nei** **pozzi**.

$$J = \frac{10,29}{k_s^2} \cdot \frac{Q^2}{D^{5,33}} \Rightarrow \text{Riavvi: } k = \frac{10,29}{k_s^2}, \quad m=2, \quad n=5,33$$

1° Tentativo = \rightarrow solo D

$$\Delta y = J \cdot L = k \cdot \frac{Q^m}{D^n} \cdot L \Rightarrow D = \sqrt[n]{\frac{k Q^m L}{\Delta y}}$$

$$\Rightarrow D^n = \frac{k Q^m L}{\Delta y} \Rightarrow D = \left(\dots \right)^{\frac{1}{n}}$$

Approssimo al DNOM + vicino
Calcolo la J corrispondente:

$$\Delta y = z_p + \frac{A v^2}{g} + \frac{v^2}{2g}$$

$$J = k \cdot \frac{Q^m}{D^n}$$

Condizione: $\Delta y_A = y_A - (z_p + s_m) = k \frac{Q^m}{D^n} \cdot L$

Verifica: $y_A - J \cdot L > z_p + s_m$ X

ES 2,3)

- ↳ adotta il sistema in caduta m
- ⇒ Q portata varia.
- ⇒ Delo valore, D.

ES 2A → Alzato dovuto in parte dalla caduta (ad es D_1 , regola)
(sementoni il D_2 , in giacere, s_m , dispendi di +).
 Q = portata caduta

ES 2b → Radice più di 1° stato della caduta.

⇒ ↑ apertura di deflusso del sistema

Occhio: cambia anche la caduta (se per 1° stato) iniziale

Porta del 2° stato, anche Q ; calcolo area m.p.

ES 3 → Se A non basta, ed la regola TA.

Occhio: densità C, TA de arriva in B

⇒ non la presenza

⇒ varia la portata de valore D_1

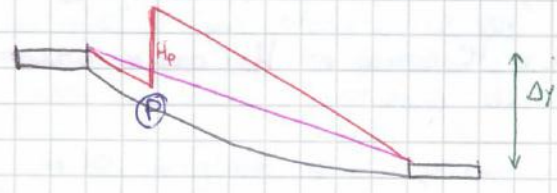
Devi partire da L_2 , mai cerca TA (partita, D, ...)

Per, torna ad AP, trova la Q , e calcoli il D.

⊗ 2° Tentativo = dimensione e 2 parti separate
Ripeto tutti, passo uguali
Calcolo $\Delta z_1, \Delta z_2$

- Per esempio avere 2 pompe in $\neq Q$, in modo da regolare meglio Q e 2° di espese del sistema
- Sostituendo le curve di lavoro 1 e 2 reali, meglio, in caso di costo di 1 pompa il mt continua a funzionare (aerosei, in 1 sola pompa \Rightarrow doverci avere 1 parte di riserva \Rightarrow cambio, ed averci da fare ruotare, parcheggiare e mantenere attive e funzionanti).

Passare da condotte a gravità al pompaggio
 molti casi: 1 caduta iniziale **funzionante + gravità** poi era **calcolata a pompaggio**, ed es. in caso di \uparrow di Q richiesto.



$J = k \frac{Q^m}{D^n}$ $\rightarrow k, D = f(m)$
 \Rightarrow Se $\uparrow Q, \uparrow J$
 $\Rightarrow \uparrow$ valore di Δy

Stato normale + E
 \Rightarrow Deve fornire tale E in pompa.
 • e muove piez, la **pendenza** $>$ \times le altre **valore di Q** .

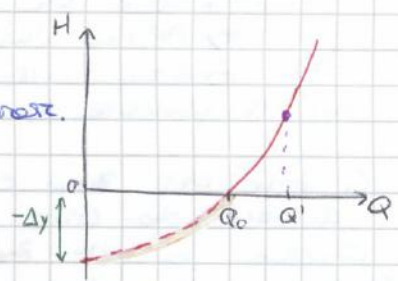
B.Banco: solo gravità:

$$\Delta y = k \frac{Q_0^m}{D^n} L$$

B.Banco: dopo l'aumento $Q_0 \rightarrow Q'$ e l'aggiunta della pompa

$$\Delta y + H_p = k \frac{Q'^m}{D^n} L$$

$$\Rightarrow H_p = -\Delta y + k \frac{Q'^m}{D^n} L \rightarrow \text{curve coste.}$$



\rightarrow est parte e solo idraulico.
 $Q' \rightarrow$ in corrispondenza di est deve trovare il **pia di Q** e **costo** e **pompa**

X_0 , e- da evitare est cambi costo di caduta

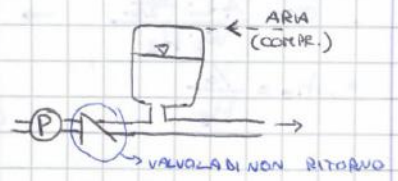
CASSE D'ARIA

Banco inserito nel mt - **parte da colpo d'ariete**, eliminazione del IT il problema.

Pompa \rightarrow **accensione o spegnimento** più **deve fornire** **valore e abbassamento** **bruciato**.

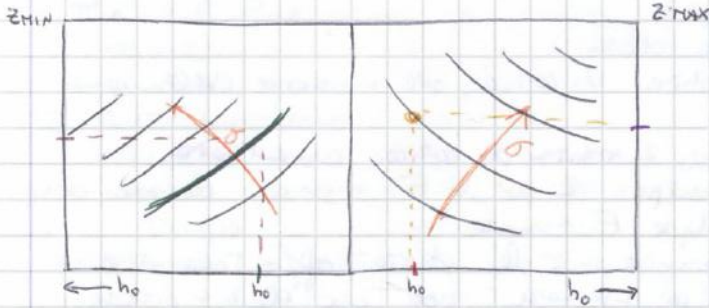
Case d'aria funziona con **serbatoio a pressione**.
 [Pompa fa parte iniziale di un ritorno].

Serbatoio, in alto, la **aria in pressione** (ci si vede il capriale, che ora in presenza tende a scaparsi in acqua, e quindi serve appioppare)



Solo serve a **funzionare** le **curve** (qui e- dato da **aria + acqua**).
 Se pompa **subisce**, **non serve** e **bloccare** **colpo d'ariete**

PAG 25 S.O.P. - CASSE D'ARIA



- 1° caso: isopaga & rex
 ↳ non si produce alle turbolenze nelle adiabate:

$$\Rightarrow \text{calcolo } z_{max} = \frac{z_{min}}{H_s}$$
- Calcolo $h_0 = \frac{y_0}{h_0}$
- Prete il pto nel dopo, che nota ~ movimento di solidi
 ↳ Prete dal grafico
- Leggo le σ di quella curva

• Usa quel σ per trovare le W_s di una, usando la formula (il resto è noto).

• Fara un grafico a Sx : $h_0 = n \cdot h_0$, $\sigma = n \cdot \sigma_0$
 ↳ Se è quella curva su dove riferire

• Trova il valore z_{min}
 ↳ Relativo a quale macchina occupa max V che noi occupiamo

x trovare tale valore:

$$W_{cassa} = W_s \cdot \left(\frac{1}{1 + z_{min}} \right)^{1/n}$$

↓
ADITT.

↳ W_{max} da una parete mobile avrà un tall. o. c. di espansione.

n = esponente di legge di stato dei gas: $pW^n = \text{cost}$
 ↳ esempi: $\begin{cases} n=1 & \text{isotermo} \\ n=1,4 & \text{adiabatica} \end{cases}$

- Isotermo: $n=1$
 ↳ riferito a gas, è una molla a molla calore
- Adiab: se comprime, o se si espande, e se si comprime veloce, non riesce a scambiare.
 ↳ Meglio usare gas, che:
 - Gas + vuoto (V + altri)
 - Gas + vici alle reattori

In Teoria, +TV regola e, x- ha Q_{max} + costi di realizzazione,
 Esistono di area tali V a disposiz + serbatoio,
 questo dunque (tra tanto tempo in serb, no biond), x-
 deve distribuire e lavorat organizzabile.

Varaggio di serbatoi → nodaliti → espansione e re-pre partibili

3. CAPACITÀ ANTIINCENDIO

De- big T denodo, repertiva.

x auto big ⇒ Tale capacità e piccola rispetto a riserva

Piccoli centri ⇒ Tale capacità e big.

$$V_I = Q_I \cdot T_{sp}$$

Variaz in base al
 Centro abitato:

→ Q_I = capacità di idranti
 T_{sp} = necessità + spegnere incendio,
 ↓ meno idranti deve essere dotati
 nei centri: $T_{sp} \sim 3-5h$

a. Centri < 3'000 ab

$$Q_I = 5 \div 8 \text{ l/s} \Rightarrow V_I = 50 \div 150 \text{ m}^3$$

⇒ Capacità di V della riserva, in 10 ÷ 50% del V_{ris} .

$$V_I \approx (0,1 \div 0,5) \cdot V_R$$

Val calcolato, e big

Deve essere almeno uguale: mezzo dotate quanto di rete.

b. Centri > 3'000 ab

Con valori di Q_I e T_{sp} e in tutte queste formule:

• $Q_I = 6 \sqrt{N}$
 [l/s]

(Formula di CONTI)

→ $N = n^{\circ}$ abitanti, espresso in migliaia. (15000 ab ⇒ $N=1,5$).

• $Q_I = 4,5 \sqrt{N} - 0,045 N$ → (Formula Americana)

↳ Si può usare e sempre ~ uguale.
 Vergea $Q_I \neq$ pot + bato

↳ Natural Board of Fire

le V_I cost e < 10% V_R .

In big centri, gradi, le V_R e + mp, le V_I però poco.

$$x- + TN \Rightarrow + TV_I$$

invece, $V_R \uparrow$ e TN ne rimane V_R .

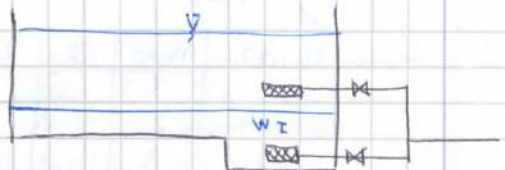
⇒ le V_I più piccoli + piccoli centri.

Protezione nelle abitazioni, x-: e bene de grad serie no disponibile,
 ades + fare il sistema costi:

Spese in la doppia parte:

stella + in base e chiusa normale,
 quella + alta e auto, se e- era
 in pezzi + alta rete de lavorare
 allora le V_I

2° soluzione deve poter aprire al
 risulta giusta.



⇒ 2 percorsi: $A \rightarrow B$, $A \rightarrow C$
 (modo e tempo di arrivo 1+2, 1+3).
 Costo, la \pm magnitudine minima; arrivo in nodo B

Le eq:

$$\begin{matrix} z_A - z_B = \text{perdite } 1+2 \\ z_A - z_C = \text{perdite } 1+3 \\ \text{minimo} \end{matrix} \begin{matrix} \rightarrow \text{maxwell} \\ \rightarrow \text{minimo} \end{matrix} \begin{cases} = (z_A - z_B) - \text{perdite } 1+2 \\ = (z_A - z_C) - \text{perdite } 1+3 \end{cases}$$

Valore di tali eq non = 0.

Faccio 1 altra colonna:

$$\begin{cases} = [(z_A - z_B) - \text{perdite}]^2 \\ = [\dots]^2 \\ \dots \end{cases} \rightarrow \text{poi, sono i 3 risultati}$$

Poi, devo cercare il risultato di excel, ma ci può dire "voglio minimizzare il valore di tale cosa", e lui mi dice come cambiare i diametri del ciclo verso o no.

Altra strada → Co-piloti assicurati → Solver Add-in → VAI

Ora, cerca il Solver → molto, Dati → Solver

Solver Parameter → Seleziona celle della formula,

To: 0 Min

By changing Cells: seleziona i diametri

Constraints: più-ele utile, o no, no.

Make non-negative

⇒ Solve

- Franco $z_0 = 5h$
- Solver
- Q

Equazioni per Parte 1:

$$z_A - z_0 = K \cdot \frac{Q_1^2}{D_{1,5,33}^{5,33}} \cdot L_1$$

$$z_0 - z_B = K \cdot \frac{Q_2^2}{D_{2,5,33}^{5,33}} \cdot L_2$$

$$z_0 - z_C = K \cdot \frac{Q_3^2}{D_{3,5,33}^{5,33}} \cdot L_3$$

$$\frac{D_1^{n+e}}{Q_1^m} = \frac{D_2^{n+e}}{Q_2^m} + \frac{D_3^{n+e}}{Q_3^m}$$

Parte parte, usi & attributi

$$Q_2 = Q_B$$

$$Q_3 = E \text{ seg convertito}$$

$$Q_1 = Q_2 + Q_3$$

→ Il franco di 5m non è retore
 ora: fare tutto così, poi
 se vedi che viene un
 posto + loro, rifai il
 mettendo direttamente qui
 nelle eq ($z_0 + 5$)

$$0 \cdot 10 = \frac{z_0 + 5}{10000}$$

z_0 non è noto:

metti nelle in $y_0 = \text{costo}$,

e poi devi ~~...~~

comprenderla nei valori variabili
 del solver

Una volta trovati i diametri,
 Passa ai commerciali.
 Verifica z_0 :

Se questo: casi estremi di serb (livello min e max), ho le z piezometriche relative (del min, del max).
 caso min = max serb = 0, quasi serb, e il caso massimo

b-SERBATOIO DI ESTREMITÀ

Collega diretta alla rete di distrib, alimentato da una linea.

Moto in condotta e bidirezionale, a volte il serbatoio è alimentato, altre volte alimenta.



Piezometrica:

• = quota di ~~max~~ comune, Q da serbatoio non è usato il da rete di distrib
 => Accumulatore in serb

• = max comune = riserva per acqua da add, quindi il serbatoio è pieno.

PTO + integrato, che, e' all'uscita della rete.

Scelta di dove mettere serbatoio e' x la distanza da dove e' spazio

TIPOLOGIE DI SERBATOIO

Scelta e data dai carichi che il serbatoio deve garantire rispetto alle quote del terreno.

SERBATOI A TERRA (SEMINTERRATI - COMPLETAM. INTERRATI)

Quota di serb e' eguagliabile a quota di terreno

$$Z_{SERB} \approx Z_{TERRE}$$

SERBATOI PENSILI

Se quota di terreno e' >>> quota terreno -> $Z_{SERB} \gg Z_{TERRE}$

Se non e' utilizzabile:

↳ Serbatoio a terra, accoppiato con:

- Pozzini piezom
- auto elev

01 - Serb seminterrato PAG 26

Ipotesi e' a dx

Vasile male struttura generica * (no cuneo - mutuo x co)

Se i Vm elevati (> 90k centrali di m³)

=> Si preferisce dividere in + vasile, munito da - altri appoggia - di pre sempre manutenzione

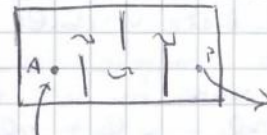
01 - Serb seminterrato PAG 26

Questa e' unica volta reperita in 2 parti. Serie + critica le tipi di trazione di acqua e' in un ip grave

Altezza -> prese non il + possibile, - forze circolari

Tracce

Solo = serie x il sistema di circolazione, così ↑ miscelate e ↑ qualità



05 - pensili

Tali serb. hanno limiti di capacità legati al costo di solito non bene per: $V < 2000 m^3$

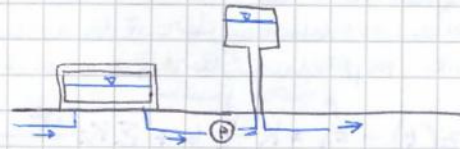
Se invece $V > 2000$

↳ Alternativa = serb. a terra accoppiato a ...

* costosa della struttura

SERBATOIO A TERRA + TORRINO PIEZOMETRICO

Serb. a terra = funz. di accumulo.
 A tale scopo, parte tubaz. che in parte non copre tutta la zona pian. da cui il serb. è alimentato con V molto piccola (ma la funz. di accumulo)



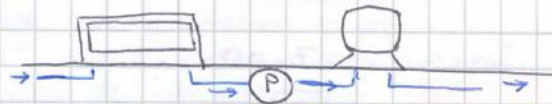
SERBATOIO A TERRA + AUTOCLAVE

Usato in zone dove i vincoli paesaggistici non para fare torreni.

Autoclave = serbatoio in pressione.

Costo di gestione non è da quot. elevate, ma dalla p.

Serve i pot. di gestione di gestione x



Se nessuno di queste tipologie è accettabile, considero anche di spostarlo, più che i bene idea.

Risumendo:

- $\bar{z}_S \sim \bar{z}_T \Rightarrow$ Serbatoi \rightarrow
 - A terra
 - Seminterrati
 - Interrati
- $\bar{z}_S \gg \bar{z}_T \Rightarrow$
 - Serbatoi pensili
 - Serbatoi a terra con \rightarrow
 - Autoclave
 - Torrino piezometrico

Big centri abitati \rightarrow regola avere + di 1 serb. + questi e se 1 sola rischia di non poter fornire acqua anche ai più + B.P.M.

Slide 06 Esempio serb. pensili

07 EUROPA EUR PAG 28

↳ 1 categoria di serbatoi.

Struttura particolare anche strutture torreni.

A valle = serb. pensile, quota $\sim 70m$.

In base, 2 serb. interrati di big capacità; collegati alle 2 torzi di fase de base (dove si ha) torreni piezometrico.

Gradate:

- Blu = + serb. a terra + torreni
- Verde = + serb. pensile

2. ALIMENTATRICI SECONDARIE

Funz = ~~proprietà~~ di acqua (non dimub), a scala + piccola (nada di quartiere).

3. DISTRIBUTRICI

Distribuz vera e propria, consegna acqua a tutta, in allegare agli edifici. (qui ce' nicola di rete, na reglo averle qui de sulle altre officia).

Dimensioni ridotte + piccoli.

Cipasso ere + 0 - di questi 3 livelli, generale per ere + a fine principio co e sempre git.

d) ANDAMENTO DELLE CONDOTTE IN RETE

1. PRO di vista planimetrica → vincolato, dipende da TC e abitaz da rete.

Si va sotto il manto stradale, reglato il loro adato.

S, area di entore zone di difficile manutaz (cittabat) difficile manutaz, impraticabili, etc, -)

Margini in pochi.

Spero, nei casi, le mprazio del manto stradale e a favorelle mende molto.

So, costi + cost, m obbligati.

2. PRO di vista altimetrica → distanze a rapporto in la dire mprazio esistente, spall in rete fognaria + mprazio.

Si deve evitare di avere rete fogn sopra a cadere acqua, mprazio di rete fogn e in der rischi.

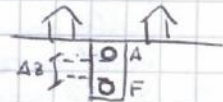
Regla voce **Princa** separate, enatere A a quota > F.

Andata verticale: $\Delta z > 10-20$ cm.



Se, a ragione di spazio (arreggiata stretta), ce' a rete **Princa**: $\Delta z > 30-50$ cm

Frequete mprazio, in centri in piccole mprazio.



Valore di Δz m dati da Circolare di Ministero di Lavori Pubblici 1163/74

Seze avere a 1m di terreno tra cadito e superficie, + evitare eccessivi cambi di abbe e x ↓ coriche mprazio (ad es, mprazio sulle mprazio pesa molto).

Ad es → mprazio → Si evita di mettere cadito esistente verticali mprazio, (oss, na si fa +).

Avere a spessore big di terreno sopra fa a molto coriche

A livello longitudinali → Smba a rete di abbe

Seze avere mprazio → mprazio di mprazio: mprazio + mprazio. Gli sistemi m = quelli viti.

6 - VELOCITÀ

Si applica in TC e CSI. Non riguarda i carichi.

Difficile da soddisfare.

In caduta, Q varia a 2° della caduta. \Rightarrow varia V.

Ci in EN121, non è mai che si cerca di rispettare: $0,5 < U < 2 \frac{m}{s}$

Limite max:

- X perdite di carico, non ne reggo più per in discesa
- velocità + alta \Rightarrow turbolenza \Rightarrow vibraz. fanno demeritare i giunti.

Limite min:

- Q molto basso \rightarrow V troppo bassa \Rightarrow acqua resta troppo tempo nella rete.

Difficile da ottenere in reti + piccole, in cui c'è Q buona (m. derivaz. Fermati).

\Rightarrow Tale limite, a caduta + piccole, è: $U > 0,2 \frac{m}{s}$, per $D \leq 150 mm$

Questi in termini indicativi, tempo di permanenza in rete è legato anche a lunghezza di caduta. Valore più elevato mette a scegliere i D, ma se tanto più acqua passa tanto tempo in serbatoi. È regola migliore su tempo di permanenza in rete, + tanto che qui.

\Rightarrow Anche se V è 1 po' + buona, se TC carichi non va bene la stn.

RETI MEDIO-GRANDI: SUDDIVISIONE IN SOTTORETI PIÙ PICCOLE

Qui \rightarrow parlati di carichi generale.

Reti nel suo capite: spesa, oneri + ripetere tali carichi, e' suddivisa in sotto reti (zone nelle opere per ore, in parte convenienze con altre zone).

Spina + big reti

a° CARICHI UNIFORMI

\hookrightarrow X oneri, e federebbe avere i carichi, non per + zone sottese

• = oneri.

X dove non arriva al 1° ufficio, oneri carichi troppo big in base.

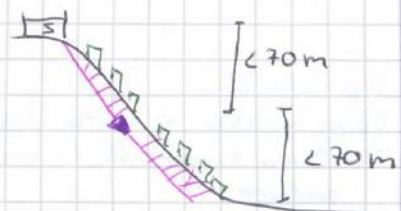
\Rightarrow S. divide rete, servendo in 2 cadute e 2 zone.

• = velocità di caduta, X carichi

Per definire le zone:

La casa + alta e la + bassa di una zona devono avere $\Delta Z \leq 70 m$

X dividere le 2 zone, per avere 1 unico caduta, in 1 velocità di caduta. dividere le 2 zone



in a) e b), variaz. n° ore funzionamento pompa.
 Volume portato:

a) Alza $Q_g = \text{cost}$

b) devo mantenere gli stessi volumi

→ Q volte meno, x mantenere gli stessi volumi.

1) Per trovare il V complessivo:

$$Q_g = 50 \frac{\text{€}}{\text{s}} \cdot \frac{3600 \text{s}}{1 \text{h}} = 180'000 \frac{\text{€}}{\text{h}} \cdot \frac{1 \text{m}^3}{1000 \text{€}} = 180 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$$

$$V_{\text{TOT}} = Q_g \cdot 24 \text{h} = 180 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} \cdot 24 \text{h} = 4320 \text{m}^3$$

$$Q_g(b) = V_{\text{TOT}} / \text{ore funz.} = \frac{4320 \text{m}^3}{10 \text{h}} = 432 \text{m}^3/\text{h}$$

Calcola i volumi (Σ progressiva)

Calcola i ΔV tra W e OUT nei 2 casi

cerca le uscite positive e negative max (per A e per B)

$$V_{\text{COMP}} = |\Delta V_{\text{MAX}}| + |\Delta V_{\text{MIN}}|$$

Annuncio:

Formula di Gatti: $Q_i \left(\frac{\text{€}}{\text{s}}\right) = 6 \sqrt{N}$ $N = 15$ (= 15'000 dollari)

$$Q_i = 23 \frac{\text{€}}{\text{s}} \cdot \frac{3600 \text{s}}{1 \text{h}} \cdot \frac{1 \text{m}^3}{1000 \text{€}} = 23 \cdot 36 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$$

$$\Rightarrow V_i = Q_i \cdot \Delta t = 23 \cdot 36 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} \cdot 3 \text{h} = 250,97 \text{m}^3$$

2) Incognite: H_p, D

Calcola $\Delta H_g = H_{\text{SERB}} - H_{\text{PUBB}}.$

Equazioni:

• Bilancio energetico → $H_p = \Delta H_g + K \frac{Q^m}{D^n} \cdot L$

• Bilancio economico → $P_{\text{TOT}} = P_{\text{IMP}} + P_{\text{EN}}$

$$P_{\text{IMP}} = r \cdot C_{\text{IMP}} = r \cdot (K_0 + K_1 \cdot D^E) \cdot L = r \cdot (0,032 \cdot D^{1,42}) \cdot L$$

$$P_{\text{EN}} = C_{\text{EN}} \cdot E =$$

$$= C_{\text{EN}} \cdot \frac{9,8 \cdot Q \cdot T}{\eta} \cdot (\Delta H_g + K \frac{Q^m}{D^n} \cdot L)$$

$C_{\text{CON}} \left(\frac{\text{€}}{\text{m}}\right)$
 $D = \text{mm}$

• Eq. Energia: $\Delta H = J \cdot L \rightarrow$ ne ho 1 x \forall $P_{i0} \Rightarrow$ l'equaz.

• Eq. Continuità: $\sum Q_i + P_j = 0 \rightarrow$ in \forall nodo, ne c'è una di queste eq e l'ombreggiatura delle altre $\Rightarrow n-1$ eq

\Rightarrow Problema determinato, n° incognite, $= n^\circ$ eq.

Problema = e' a un' di eq, q'io' il m'ale era m 12, e' un e' 1 probl. lineare (Q^2)

\Rightarrow Risoluzione ordinata e difficile

\Rightarrow Metodi usati:

• Metodi Approssimati

Sui computer, soprattutto con reti a maglie. Ad es. metodo di Cross, che e' iterativo

\Rightarrow pro' e' lungo, ma i calcoli in replica. Ormai superato.

• RISOLTORE NUMERICO

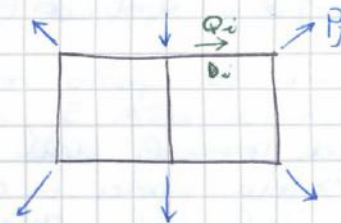
Fa i calcoli in modo automatico. Ad es. EPANET. Facili da usare. Meglio e' + veloci di approssimati, fanno il software.

\Rightarrow Usa questi, se hai 1 paio di ore da fare e non 1 singolo calcolo.

2) Progetto: dimensionamento reti a maglie

Non avere + problemi chiusi, e' eq che abbiamo non bastano.

\Rightarrow Se sono reti e' approssimate, che risolva i problemi vincoli, in 11 metodi 1 paio di ore.



Nota: • domande ai nodi $\rightarrow P_{j0}$ (= portate ai nodi)

• Lunghezze/robustezze del materiale.

• Carico in oltre 1 nodo (meno relative di peso)

Maglie: • Diametri da det $\rightarrow D_i \rightarrow n^\circ = l$

• Portate $\rightarrow Q_i \rightarrow n^\circ = l$

\hookrightarrow Non \rightarrow in 1, sono a 2 portate

• Carichi ai nodi $\rightarrow H_e \rightarrow n^\circ = n-1$

$\Rightarrow n^\circ$ maglie = $2l + l - 1$

Ma le eq in l un' di peso:

energia $\rightarrow l$
 continuità $\rightarrow n-1$ } $l+n-1$

\Rightarrow Problema indeterminato, ha + soluz. possibili.

Gradi di libertà = l

\Rightarrow devo ipotizzare l vincoli aggiuntivi.

\hookrightarrow approcci a 2° dei metodi, di tipo idraulico o economico

Problema: vincoli dei 2 tipi, con m x forza applicabile. Ma P_{j0}

\Rightarrow altre maglie e' soggettivo.

Vantaggio del metodo:

- Capiremo che buona funzione di rete esiste (tra usi sociali economici ed ideologici)

Svantaggi:

- Metodo relativamente complesso per metodo anche se sembra breve
- Passare a struttura ad albero richiede le basi di rete e rete nodata. Analogie col i rete ad albero, tale vantaggi di rete nodata. SINTESI è + debole
- È il metodo soggetto, ma è senza dubbio il metodo migliore e migliore
=> alta esperienza

G. IMPOSIZIONE DEI VINCOLI IDRAULICI

Il proble di progetto ha l gradi di libertà. $\rightarrow l = m + n - 1$

QIT metodo impone l vincoli.

\Rightarrow Il sistema diventa determinato, risolvibile in l eq. di continuità ed energia.

Impongo:

- Carichi ai nodi $\rightarrow H_i$, ne impongo un $n^\circ = n - 1$
(che m tali proble di solito consistono almeno in carico in 1 nodo.)
- Portate $Q_i \rightarrow$ ne impongo un $n^\circ = m$
(ciascun valore di Q a \forall rama della rete).

Tali vincoli condizionano la struttura della rete:

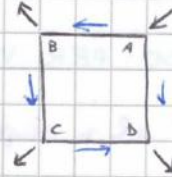
Scego, ad es. x qit cas:

$$H_A > H_B > H_C > H_D$$

\Rightarrow Le portate devono necessariamente circolare così:

(Sceita dei valori dei carichi definisce anche il verso delle portate).

E poi, D sono il nodo idraulicamente + lontano.



Sceita vincoli, mi basta 1 eq in x a disposizione:

Così, posso calcolare portate e diametri usando le eq.

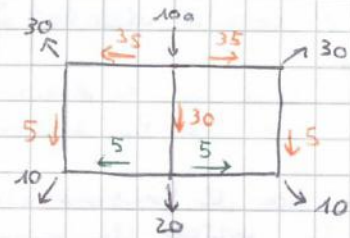
Esempio:

Nota i nodi in Π i nodi.

Impongo 2 valori di portate, ad es. Q

Ora:

- calcolo Π e portate relative Q_i usando l'eq di continuità.
- (qui è facile, parte dal basso e guarda il nodo alla volta).
- Note le portate, ed avendo prima imposto i carichi \Rightarrow uso l'eq dell'energia + calcolare i diametri $D_i \rightarrow H_{i+1} - H_i = K \frac{Q_i^2}{D_i^5} L_i$
Calcolo semplice.



Vantaggio:

- Semplicità dei calcoli, in poche eq. si calcolano i diametri.
- Buon funzionamento idraulico, che impone vincoli idraulici.

Svantaggio:

- No vincoli economici \Rightarrow costi, prezzi e costi elevati.
- Arbitrario, alcuni imposti variano la struttura (come se essendo il sistema, il vincoli idraulici, non da problemi).

METODI NUMERICI

Algoritmi di computerizzazione \neq soluz possibili (tipo Q e H veri, facile successo).

Si rimane il vincolo nel n° di calcoli che serve a fare, essendo il po netto + valore dell'ora.

Si valuta funzionamento idraulico ed anche il costo di \forall soluzione.

1. AERAZIONE

Obiettivi:

- a - Fornire O_2 all'acqua
- b - Eliminare le sostanze volatili

a. FORNIRE O_2 ALL'ACQUA

Soprit + acqua di falda, povera di O_2 .

x evitare condiz. anaerobica, che possa dare cattivi odori nei, durante i trattamenti.

Indice,

Soprit x Fe e Mn, : $Fe^{2+} \rightarrow Fe^{3+}$, $Mn^{2+} \rightarrow Mn^{4+}$

\Rightarrow Li passano a forme - solubili (e forme ossidate in + precipitabili)

b. ELIMINARE LE SOSTANZE VOLATILI

Le sott. volatili eliminabili con i m: VOC, H_2S , CO_2
 S. allontanare anche 1 po' di NH_3

SISTEMI DI CONTATTO

• A cascata

Il + semplice, fa scorrere acqua su strutture a gradini, che creano turbolenza e risulti.
 Poco riprodotto.



• Vasca aerata

Aria insufflata dal fondo in piccole bolle, alta. costi, consumo aria.
 Efficienza, avendo molta + superficie di contatto tra aria e acqua.



Limite di tali sistemi:

Pe sott. che si volatilizzano in tante a volte
 \Rightarrow l'aria è rilasciata, non fa contatto né eva.

• Colonna a riempimento

Nel caso di una sott. volatile.
 La vasca è in pressione, per non perdere l'aria estratta ai trattamenti.



2. COAGULAZIONE + FLOCCULAZIONE

Obiettivo = ↑ dimensioni dei solidi sospesi, x poi facilitarne la ppt.
 QNT xlt, se SS in fine, con l'uso 1 carica elettrica superficiale, e quindi si respingono tra loro.

COAGULAZIONE

Serve x eliminare la carica elettrostatica superficiale delle particelle fine.
 QNT si fa aggiungendo dei coagulanti, che hanno carica opposta alle particelle.
 \Rightarrow la neutralizzazione.

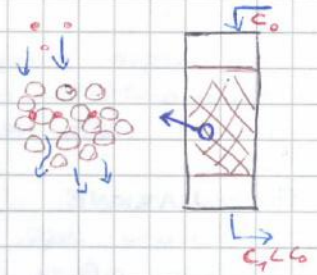
5. FILTRAZIONE

Dopo, e dopo sedim., è eliminare la rimanente parte di SS.
 Si usa **Filtrazione rapida**, o in profondità; ovvero:

- Rapida $\rightarrow v_w \sim 5-10 \text{ m/h}$
- In profondità = un materiale fiante granulare, acqua oscura dell'alto ed entra. La filtrazione avviene all'interno

Si usano **colonne**, in diameter elevati.
 Efficienza della filtra:

$$\eta = \frac{c_0 - c_1}{c_0}$$



Materiale fiante:

- **Filtro a sabbia**
 Diameter di sabbia deve essere $>$ diameter SS.
 Sabbia deve essere il + possibile uniforme
- **Filtro a Carbone Attivo (granulare)**
 h +, fa adsorbimento
 + = ho + solo in parte
 - = gestione + complicata
 \Rightarrow in pratica, si preferisce farli se pratamente

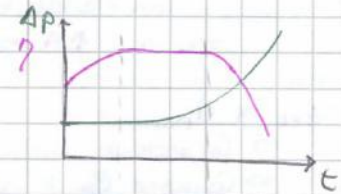
Si ritira abb. semplice, costo non tanto big, x impianto
 ve costa big e di gestione, + pompegi \Rightarrow energetici.

\hookrightarrow Serie pompaggio x vincere la caduta di carica

Durante uso, si accumulano i fumi

- \Rightarrow si riduce
- \Rightarrow Devo applicare sempre + P
- \Rightarrow + consumo nel tempo, e nel frattempo affic. fa 3 fasi:

1. **Aumento**, che fumi che si formano fanno \downarrow densità del poro
2. **Curva stabile**
3. **Calo**: la spinta legata al grande Δp e Δp big che tende a espellere le particelle che si erano adsorbite, e così onde fare passare il filtro



\Rightarrow Bisogna rigenerare il filtro prima di un effetto indesiderato.

RIGENERAZIONE \rightarrow fatto con **controflusso**

v_w è sostenuta, abbastanza da fluidizzare il letto.
 È abbastanza veloce:

x 1d di filtrazione ho 1h di controflusso

Consumo di acqua $\rightarrow V = 5\%$ di acqua che è stata filtrata

\hookrightarrow solo acqua andrà per filtrato.

6. ADSORBIMENTO

Obiettivo = **rimuovere i soli org.**

Si usa **Carbone attivo**, che può avere 2 forme (varia la pezzatura):

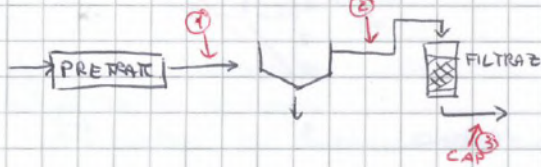
- a - Granulare
- b - in polvere

Essi può legare SO₂ nella sua superficie, sui siti attivi.

Andrà quindi poi tenuto
 ⇒ A valle, serve filtraz ordinata, che ne creata forschichte.
 X₀, poi non è rigenerata (non sarebbe ing efficace).

- D. rel. to;
- CAP e proto medio continuo.
 - CAP viene et usato in casi eccezionali, se ci m [S.O.] > alla norma. Uno sporadico.

L'ordine delle ozaz, x uso di CAP, et:



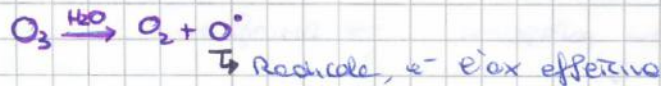
Dipende dai vari casi:

- 1) Ho + tempo di rest, x₀ se no uso non è concentrato, pro-abbondare come de sarebbero rinnovabili in nodi + replica
- 3) Servire i altri vasca di rest + rinverire se ne uso è garantito

ES 4 → Guarda dal portale !!!
 o o o

③ Ozono

O_3 = molecola instabile, prodotta direttamente in loco
in acqua:



- (+) Poche sostanze prodotte
- (+) Forte potere ossidante
- (-) No protez residua, cioè il radicale è troppo instabile e transiente
⇒ rischio di avere acqua alle uscite non microbiologicamente pura.
- (-) Costoso, economico e tecnologico.
 O_3 va creato sul momento (scariche elettriche in acqua, servono impianti ad alta tensione ed aria trattata con polveri), ed è tossica se respirata (non va dispersa)

Senza O_3 , serve cloraz a valle e proteggere acqua in rete

④ Raggi UV

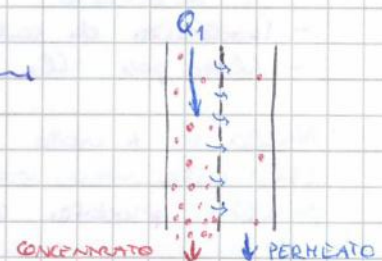
Acque fatte scorrere su superficie libera sotto lampade UV.
C'è disinfez ma non ox.

- (+) No sostanze prodotte.
- (-) Non fa ossidaz
- (-) Utilizzabile solo a piccole portate, cioè UV non efficaci solo con botente di acqua emittata
- (-) Non dà protez residua.

⑤ Membrane semipermeabili (Osmosi inversa)

Membrane con difese da fouling, microrganismi
Acqua scorre // membrana

- (+) No sottoprodotto, e⁻ il unico
- (-) Big costi, stanno diminuendo ora.
Usato soprattutto in paesi aridi dove c'è poca acqua.



8. TRATTAMENTO BIOLOGICO

obiettivo = rimozione delle sostanze nocive ad opera di microrganismi, fatti vivere in un ambiente appropriato

Costo e rinnovabile:

- BOD
- Azoto ammoniacale e nitrico.

Microrganismi in catalizzatore: producono enzimi che rendono + veloci le reazioni anche a T amb. Non è reversibile, ma la costi e che ↑ T.

Reazioni:



↓
Reaz. aerobica (Respiraz Aerobica).

ppt e- usata in ppt + materia big [Me], x le [] Residuo in
 ma + altra tecnica.

10. SCAMBIO IONICO

Metodo efficace, ma costi >>> ppt

⇒ Lo usi solo x le [] residue dopo la ppt, altrimenti non sarebbe economicamente conveniente.

Sono rari in le ppt in forma ionica, ma anioni e cationi.

Si usano resine in grado di catturare ioni, che magari rilasciano altri ioni ma non nocivi.



Le resine anioniche sono, in modo efficaci, seguono il le residue.
 Si usano come filtranti.

↳ Stile idio del carb. att, con una
 MTZ che si sposta.

Qnd resine e usate, va rigenerata,
 fa da porre acqua + [] elevata
 di ioni originali (H⁺ o Na⁺), in
 modo da avere reaz. opposta

le [] out in C₂ = 0.

↳ se, nelle ppt non pare tutti i ioni, sarebbe scarto
 inutile materia.

⇒ faccia 1 by pass, e tratta solo 1 parte di acqua, in modo
 che le C₂ sia alta, tutti se non C₂ = 0



Sost. da versare note:

- Me
- NO₃⁻
- Ca²⁺, Mg²⁺

Non tossici, dove problemi x durezza di acqua, posso creare molestie
 che rinviano condotte, obblere, impianti, ...

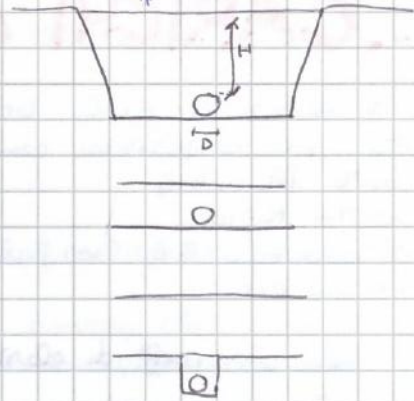
Coraffe filtranti complete → basati su resine a scambio ionico
 (a volte ce- anche Carbone + togliere le).

2. TRINCEA LARGA

Non m ripetuti i criteri di trincea stretta



CASO NORMALE



3. REINTERRO INDEFINITO

Pareti laterali non ci m, e m se fanno all'∞

4. TRINCEA STRETTA CON REINTERRO INDEFINITO

1) Trincea stretta

Nel tempo, terreno tende a scendere ed avanzarsi, ma una parte del peso del terreno si scarica sulle pareti della trincea.

• Condotta Rigida:

$$Q_R = c \cdot \gamma_{ter} \cdot B^2 \quad \left[\frac{KN}{m} \right] \rightarrow m = \text{metro di larghezza}$$

↓
dove γ_{ter} = peso specifico del terreno

• Condotta flessibile:

$$Q_R = c \cdot \gamma_r \cdot B \cdot D \quad \left[\frac{KN}{m} \right] \rightarrow \text{sovraccarico} < \text{rigida.}$$

coeff c → tabulato, grafici → coeff Marston, adimensionale

Fig 4.47 → c dipende da:

- carate del terreno → $P_0 \pm$ curva x V tipo di terreno
- Rapporto H/B

2) e 3) Trincea Larga e reinterro indefinito

$$Q_R = c_e \cdot \gamma_r \cdot D^2$$

coeff c_e : FIG 6, 27

↳ Dipende da:

- H/D
- $\delta \cdot \rho$

ρ = Tensione di ± nelle pia appoggio o mg di ± terreno sovrato x tensione P_0 condotta.

$$\Rightarrow \rho = \frac{h}{D} = \frac{1 + \cos \alpha}{2}$$



δ = Tono di orientamento

Se trincea e' larga: $\delta = 1$

Se P_0 reinterro indef

⇒ 3 casi possibili:

- $\delta = 1$ → Terreni stabilizzati, acciaio
- $\delta = 0,8 \pm 0,5$ → Terreni ordinari
- $\delta = 0,5 \pm 0,3$ → Terreni sciolti.

Per condotta, tale carico è ripartito:

$$\rightarrow \begin{cases} H_o = \gamma h D \\ H_t = \gamma \frac{D}{2} D \end{cases}$$

D. PESO PROPRIO CONDOTTA

$$G_c = \gamma_{comp} \cdot \pi D S$$

E. PESO PROPRIO ACQUA

$$G_A = \gamma \cdot \frac{\pi D^2}{4}$$

→ Solo acqua contenuta in condotta
→ Per m di condotta

CRITERI DI VERIFICA

Ci m 3 verifiche principali (1 x tutte, 2 max flessibili)

- 1) Verifica Tensioni max ammissibili
(verifica statica)
+ tutti i tipi di condotta
- 2) Max ovalizzazione
→ solo x condotte flessibili.
- 3) Instabilità dell'equilibrio elastico.

1) VERIFICA TENSIONI MASSIME AMMISSIBILI

Si cerca la σ_{carica}

1° Pass = cercare $N =$ sforzo normale e $M =$ momento flettente, da essere poi trasformati in σ di trazione e pressione.

Carichi max in distrib in modo unif

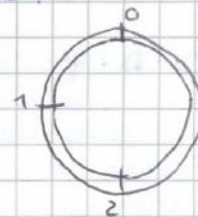
⇒ Si considerano 3 pt: sommità, fondo, lato.

tab 6.9

Andr: Dati i carichi nei 3 pt, calcolo di ciascuno di essi, N e M

→ Tabella a dar i valori N e M al valore dei carichi singoli

Poi, uso la formula in base alla c.d. di σ_c (estradura) e σ_i (intradura)



La condotta deve poter sostenere una pressione normale P_N complessiva, data da 2 contributi (DMF 12/12/1989):

$$P_N = P_e + P_o$$

→ $P_e =$ esercizio, piezometrica (pmx) + eventuale colpo d'ariete (Δp)

$P_o =$ press equi valate, viene dato dai sovraccarichi normali ed è σ appena calcolate).

$E = 1$ men fittizia che dà effetto = a π i sovraccarichi presenti sulla condotta

(MAURIZIO) MARTEDI 6/5/14

FOGNATURE

Un tempo si parlava di **momento fognario**:

misura di collettori che raccoglie e riduce i reflui urbani.

Si cercava di mettere sia il refluo che le acque meteoriche.

Con il passare del tempo:

espansione dei centri urbani e degradazione della qualità dei corsi d'acqua

⇒ problematica di qualità

⇒ oggi si parla di **interni di drenaggio urbano**:

infrastruttura che compiono un unico sistema in grado di raccogliere, mettere e attenuare gli impatti nell'ambiente

Si parla di sistemi di trattamento, sollevamento e opere x contenimento l'impatto ambientale

ACQUE: TIPOLOGIE

Due tipi di acque:

- Acque nere → reflui, scarichi
 - civili
 - commerciali
 - industriali
- Acque bianche → acque meteoriche

Queste 2 acque danno problematiche differenti:

- Nere: problematiche ambientali (qualitative)
risolte mediante opere di trattamento delle acque fino a che gli scarichi hanno caratteristiche qualitative compatibili con quelle del corpo idrico ricevente
- Bianche: problematiche idrauliche (quantitative)
risolte mediante sistemi di sollevamento delle portate di piena (di solito mediante missi), fino a che le portate stesse sono compatibili con le dimensioni del corpo idrico ricevente

La normativa regola in termini assoluti x valutare la compatibilità con il corpo idrico ricevente, ma in realtà qst è sbagliato

↳ x l'effetto sul corpo idrico ricevente dipende molto dalle caratteristiche della stessa, ma dal pov qualità de quantità.

RETI

Reti:

- Separative
Raccogliono in un collettore le acque meteoriche, e in un altro le acque nere
- Miste
Acque nere e meteoriche raccolte da un unico collettore

iniziale (quand non c'erano impianti di trattamento) tutte le acque finivano in un unico collettore

⇒ QST ci permetteva di diluire il refluo.

QRT si realizza con delle vasche di 1° pioggia, da cui fiorano solo le acque di seconda pioggia.

C'è stata in ragione alle reti miste.

Figura 3-1 Libro

Normativa: sfiocatori non devono essere attivati fidei:

$$Q \leq 3 \cdot Q_{NERA}$$

\downarrow \rightarrow **Pienate: $Q \leq 5 \cdot Q_{NERA}$**
 ricerca di penetrare il corpo idrico recettore, evitando che le acque di 1° pioggia vengano sfiorate.

In caso di reflui identici fortemente inquinati: occorre una rete separativa (con vasche di 1° pioggia).

Ovviamente, a ridurre i sistemi di sollevamento, si cerca di organizzare la rete secondo le naturali pendenze del terreno.

Si cerca inoltre di organizzare, tramite studi urbanistici, i vari sistemi che fanno a che fare con l'acqua favorendo la penetrazione delle acque meteoriche nel sottosuolo e la riutilizzo delle acque meteoriche x scopi in cui non è necessaria acqua potabile.

→ chiedi di nuovo al ragazzo dietro di te!

RIFERIMENTI NORMATIVI

- Legge 09/02/1963 n°129 → Legge
- DPCM 04/03/1991 n°62
 \rightarrow Metta le basi x l'adozione dei sistemi di drenaggio.
- L. 05/01/1994 n°36 → Legge Galli
 \rightarrow Metta le basi per il servizio idrico integrato e gli ATO
- L. 218 del 1976 → Legge Merli
 \rightarrow Norma lo scarico delle acque reflue.
- L. 152
 \rightarrow Disciplina la progettazione delle reti fognarie e degli impianti di depurazione
- Norme UNI sui materiali
- Regolamento attuativo 5/10/2010
 \downarrow
- D. Lgs 163 → Codice degli appalti
 \rightarrow Disciplina tutta l'attività di progettazione, realizzazione e manutenzione di un'opera pubblica.
 Nasce come Legge Merlani a fine anni '90
 (?)