



**UNIVERSITA'
DEL SALENTO**

COSTRUZIONI IDRAULICHE



LEZIONE 2. Acquedotti

Felice D'Alessandro



Generalità

Con il termine **acquedotto** si indica l'insieme di opere necessarie per rendere disponibile in una certa zona acqua in quantità e di qualità adatte a soddisfare le esigenze per un determinato uso.

Gli acquedotti si possono classificare in base al tipo di uso:

- **Civile potabile**: acque destinate principalmente ad uso domestico e ricreativo (fontane, piscine, ecc.)
- **Civile non potabile**: acque destinate ad innaffiamento giardini, lavaggio strade e fognature, impianti di riscaldamento e condizionamento, ecc.
- **Industriale**: acque destinate a processi produttivi, impianti di raffreddamento (centrali termoelettriche, impianti industriali, ecc.), produzione di energia, ecc.
- **Irriguo**: acque destinate all'uso agricolo, zootecnico e ittiogenico

In Italia e in genere nei Paesi sviluppati il consumo d'acqua è suddiviso approssimativamente nelle seguenti percentuali:

65 % uso irriguo
20 – 25 % uso industriale
10 – 15% uso civile





Analisi preliminari

Le diverse parti di un acquedotto si influenzano reciprocamente. La progettazione deve quindi iniziare con uno studio preliminare da cui emergano le possibili soluzioni alternative, da confrontare allo scopo di individuare quella tecnicamente ed economicamente più opportuna.

Il primo passo è l'analisi dei **fabbisogni** idrici che l'acquedotto deve soddisfare e la dinamica dei **consumi da parte dell'utenza servita**.

Questa analisi consente di definire le quantità d'acqua che è necessario derivare, trasportare e distribuire all'utenza e le variazioni temporali di consumo che si può prevedere.

Negli acquedotti civili, questa analisi è finalizzata alla definizione di una **dotazione** idrica pro capite che si vuole garantire all'utenza e quindi, in relazione alla stima della popolazione da servire, il volume complessivo d'acqua da distribuire.





Acquedotti civili: fabbisogni

Tab. 1.8 Valori probabili del fabbisogni idrici specifici per uso civile in l/d x ab. e loro incidenze percentuali

Usi civili Urbani	Minimi		Massimi	
	l/g x ab.	%	l/g x ab.	%
Usi domestici	111 ⁽¹⁾	74,0	160 ⁽¹⁾	35,6
Servizi pubblici	6	4,0	22	4,9
Impianti ed edifici a carattere collettivo	6	4,0	38	8,4
Artigianali e piccole industrie	6	4,0	55	12,2
Commerciali	5	3,3	70	15,6
Totale fabbisogni primari	134	89,3	345	76,7
Perdite, sprechi e usi non specificati	16	10,7	105	23,3
Fabbisogno totale per usi civili	150	100	450	100

(1) Il valore minimo di 111 l/d x ab. è calcolato in base ai dati di Tab.1.1 per una incidenza del 90% di abitazioni economiche o popolari e del 10% di abitazioni medie. Il valore massimo di 160 l/d x ab. è calcolato per un'incidenza del 32% di abitazioni economiche, del 50% di abitazioni medie e del 18% di abitazioni di lusso.

Fonte: Valerio Milano:
"Acquedotti", Hoepli 1994





Acquedotti civili: fabbisogni

<i>Utilizzo</i>	<i>Consumo (l/pers. giorno)</i>	<i>%</i>
WC	83	28.4
Lavatrice	67.6	23.1
Doccia	55.4	18.8
Rubinetti	46.7	16
Perdite	29.9	10.2
Vasca	5.4	1.9
Lavastoviglie	4.9	1.6
Acqua totale per usi interni	292.9	100

Fonte: AWWA WaterWiser,
"Household end use of water
without and with conservation",
1997 Residential Water Use
Summary – Typical single family
home

<i>Apparecchi</i>	<i>Portata (l/s)</i>
Lavabo	0.12
Bidé	0.12
Vasca da bagno	0.35
Doccia	0.25
Fontanella	0.15
WC con cassetta	0.10
WC a flussi	1.50
Vasca per lavanderia	0.40
Bocca da innaffiamento	0.70

Fonte: *Giuseppe C. Frega:*
*"Lezioni di acquedotti e
fognature", Liguori Editore 1994*





Acquedotti civili: fabbisogni

Per gli altri fabbisogni si possono considerare i seguenti valori indicativi:

- Ospedali 200 – 1800 l/giorno a posto letto
- Scuole 20 – 100 l/giorno ad alunno
- Caserme 160 l/giorno a persona
- Uffici 40 – 130 l/giorno a persona
- Alberghi 120 – 250 l/giorno a posto letto
- Ristoranti 10 – 20 litri a pasto
- Bar 20 – 50 l/giorno a m²





Acquedotti civili: dotazioni

Si definisce **dotazione D** la quantità d'acqua media giornaliera assegnata a ciascun abitante di un cento abitato.

Dotazioni minime secondo il PRGA del 1963 (D.M. 16/3/1967)

<i>Tipo di centro abitato</i>	<i>D</i> <i>[l/(ab. giorno)]</i>
Case sparse	80
Centro urbano con popolazione inferiore a 5 000 ab.	120
“ “ tra 5 000 e 10 000 ab.	150
“ “ tra 10 000 e 50 000 ab.	200
“ “ tra 50 000 e 100 000 ab.	250
“ “ superiore a 100 000 ab.	300
Grandi città (da valutare caso per caso)	500 ÷ 600
Popolazione fluttuante stagionale	200
Popolazione fluttuante giornaliera	100

Il PRGA prevedeva anche la popolazione dei centri abitati al 2015.





Consumi

I consumi effettivi di un centro urbano **variano nel tempo** in relazione alle dinamiche demografiche, ai flussi della popolazione di tipo turistico e lavorativo, alle variazioni delle condizioni socio-economiche, ecc.

Si osserva una variazione su scala annuale, settimanale e giornaliera. In base a tale variazione si possono introdurre le seguenti grandezze:

- Volume medio annuo consumato V
- Portata media annua $Q_A = V / (365 \cdot 24 \cdot 3600)$
- Portata media del giorno di massimo consumo Q_G
- Portata massima oraria del giorno di massimo consumo Q_P
- Coefficiente di punta giornaliero $C_G = Q_G / Q_A$
- Coefficiente di punta orario $C_P = Q_P / Q_A$





Stima della popolazione

E' effettuata con riferimento ad un orizzonte temporale futuro di circa 50 anni. Si basa sui dati registrati in passato (censimenti), utilizzando modelli matematici di estrapolazione. In relazione al tipo di dinamica demografica del centro urbano si usano generalmente i seguenti modelli matematici di crescita:

- Modello dell'interesse composto (tasso di crescita costante)

$$P(t) = P_o \cdot (1 + r)^t$$

- Modello logistico (limite superiore)

$$P(t) = \frac{P_{\text{lim}}}{1 + A \cdot e^{-k \cdot t}}$$

Nelle stime è necessario tenere conto anche della cosiddetta **popolazione fluttuante**, cioè non residente in modo permanente, ma che per motivi di lavoro o turistici è presente temporaneamente nel centro urbano.





Tipi di opere

Le opere che compongono un acquedotto sono dei seguenti tipi:

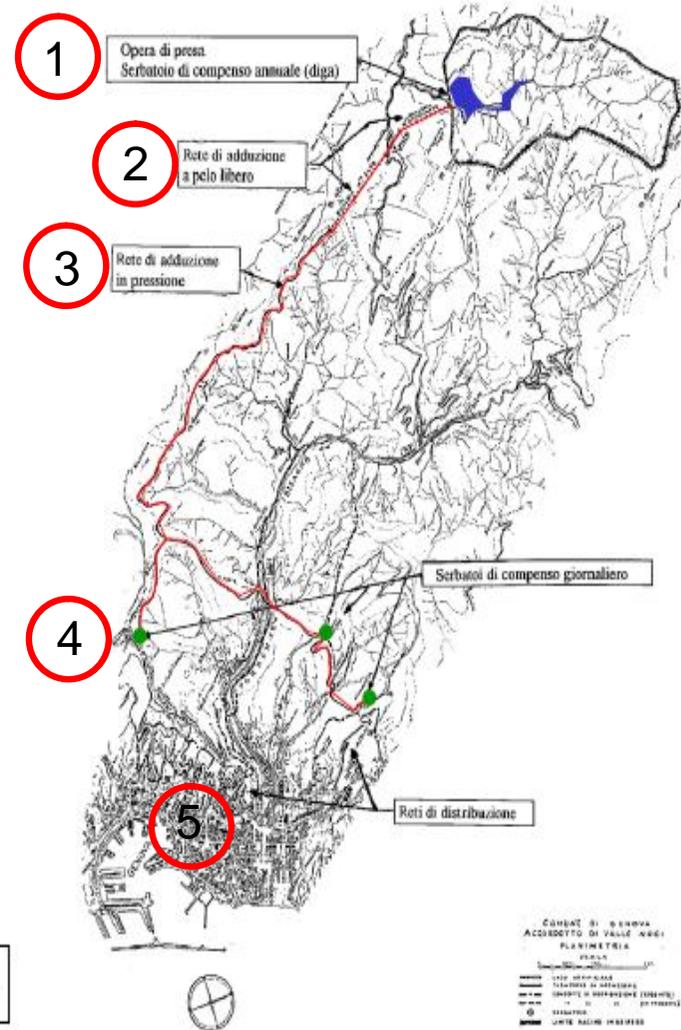
- **Approvvigionamento**
- **Trasporto**
- **Accumulo**
- **Distribuzione**
- **Trattamento (eventuale)**

Gli schemi risultanti dalla composizione di queste opere possono essere vari, in dipendenza delle condizioni tipiche di ogni caso, quali disposizione e tipologia delle fonti di approvvigionamento, caratteristiche orografiche del territorio, tipologia di utenza, ecc.





Schema tipo di un acquedotto



Acquedotto di Valle Noci a Genova.





Opere di approvvigionamento

Le opere di approvvigionamento sono differenti in relazione al tipo di fonte.

In generale queste fonti sono:

- **Sorgenti**
- **Falde freatiche e artesiane**
- **Fiumi e torrenti**
- **Laghi, naturali e artificiali**
- **Mare**

La scelta delle fonti dipende dalla quantità e qualità della acqua che si può prelevare in relazione al tipo di uso al quale l'acquedotto è destinato. E' auspicabile che, nei limiti del possibile, si cerchi di utilizzare fonti diverse per aumentare l'affidabilità dell'approvvigionamento.





Prese da sorgenti 1/2

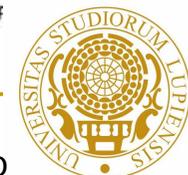
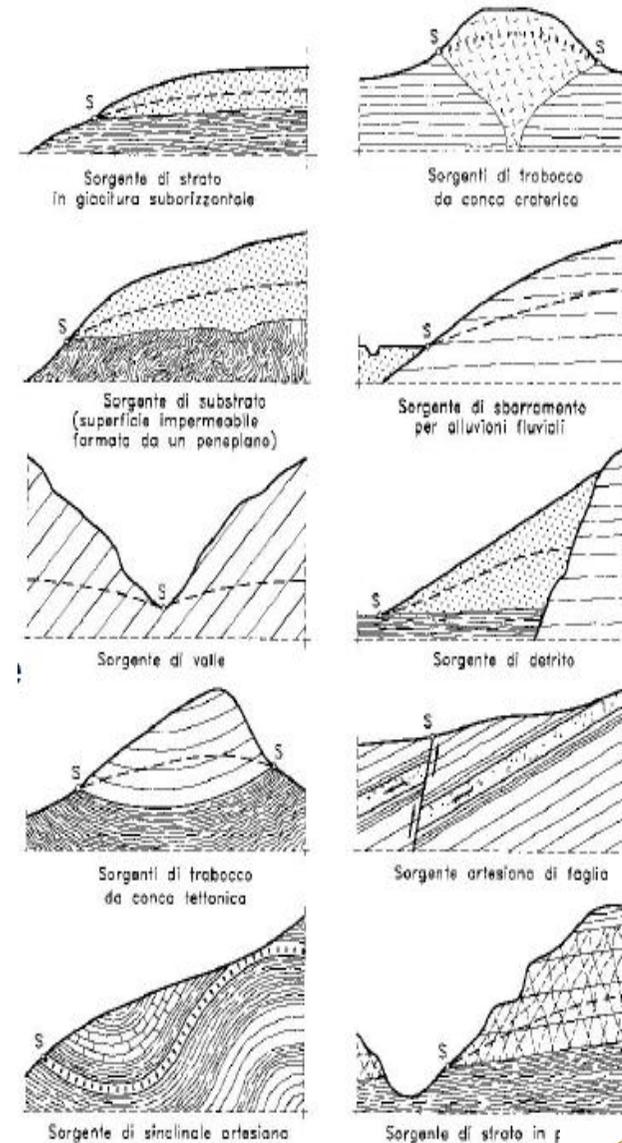
Le sorgenti rappresentano generalmente il tipo più pregiato di fonte di approvvigionamento.

L'acqua prelevata dalle sorgenti, infatti, è spesso di ottima qualità in relazione al naturale processo di filtrazione che ha subito, arricchendosi anche in qualche caso di preziose sostanze minerali.

Le sorgenti possono essere classificate in base al tipo di fenomeno che porta all'emergenza della vena idrica.

In generale si possono avere quattro tipi principali di sorgenti :

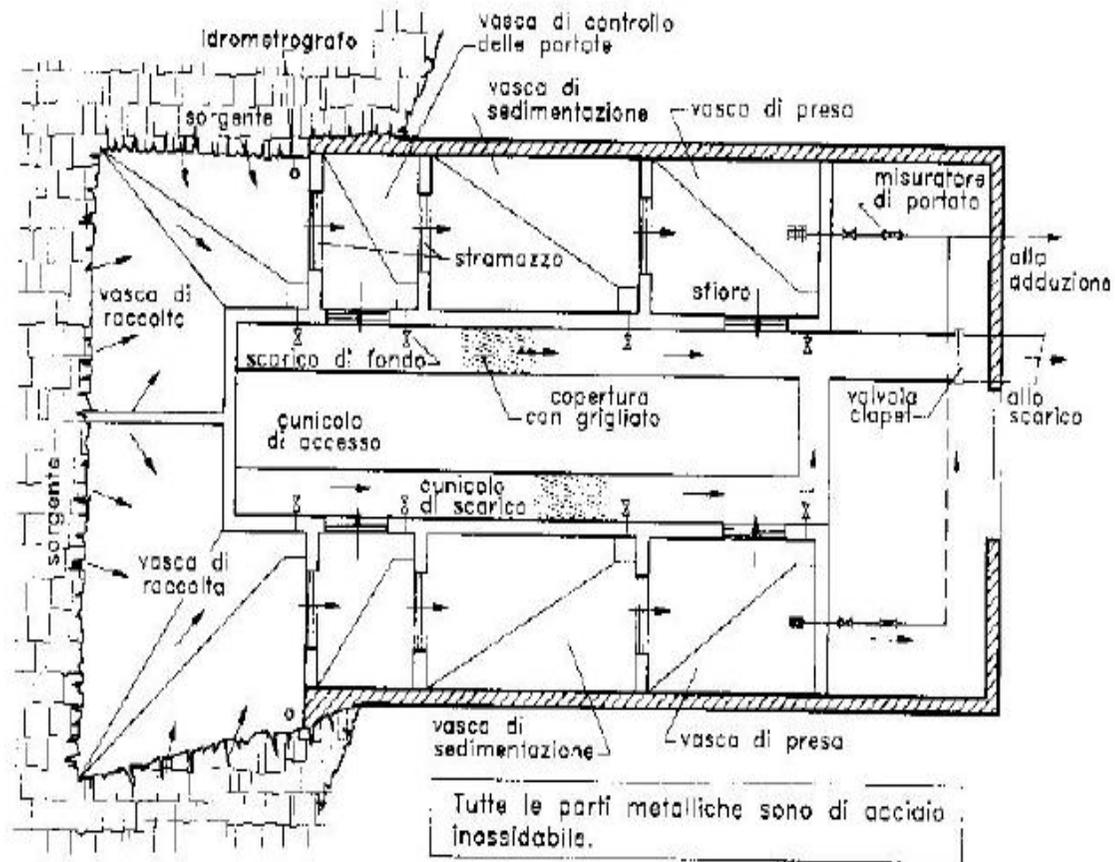
- di deflusso semplice o di impregnazione
- di emergenza o di valle
- di versamento o di strato
- di trabocco
- artesiane
- ascendenti per pressione di gas





Prese da sorgenti 2/2

Schema di opera di presa da sorgente





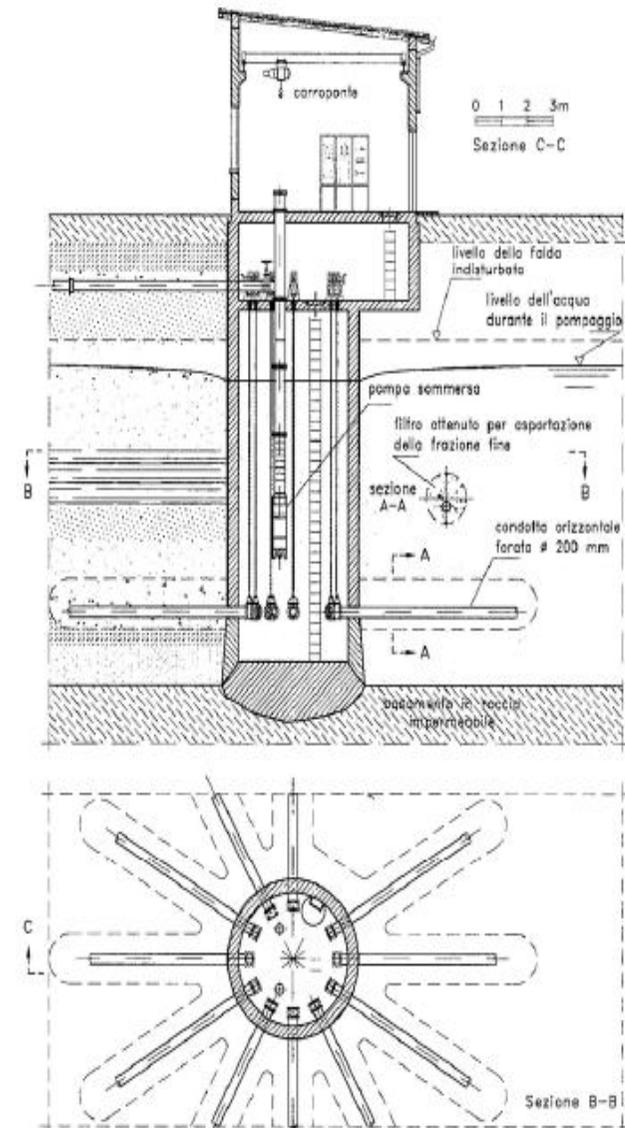
Prese da falda

Possono essere costituite da gallerie filtranti (falde freatiche) o da pozzi.

Le prime si utilizzano per profondità relativamente piccole e sono costituite da un cunicolo con una parete dotata di apposite aperture o da una o più condotte forate posate a quota opportunamente inferiore alla superficie piezometrica della falda.

I secondi possono essere semplici, a raggiera (vedi figura) o tubolari.

I più diffusi per l'alimentazione di acquedotti sono quelli a raggiera, che in genere consentono di emungere maggiori portate o i campi di pozzi tubolari (impianti well-point).





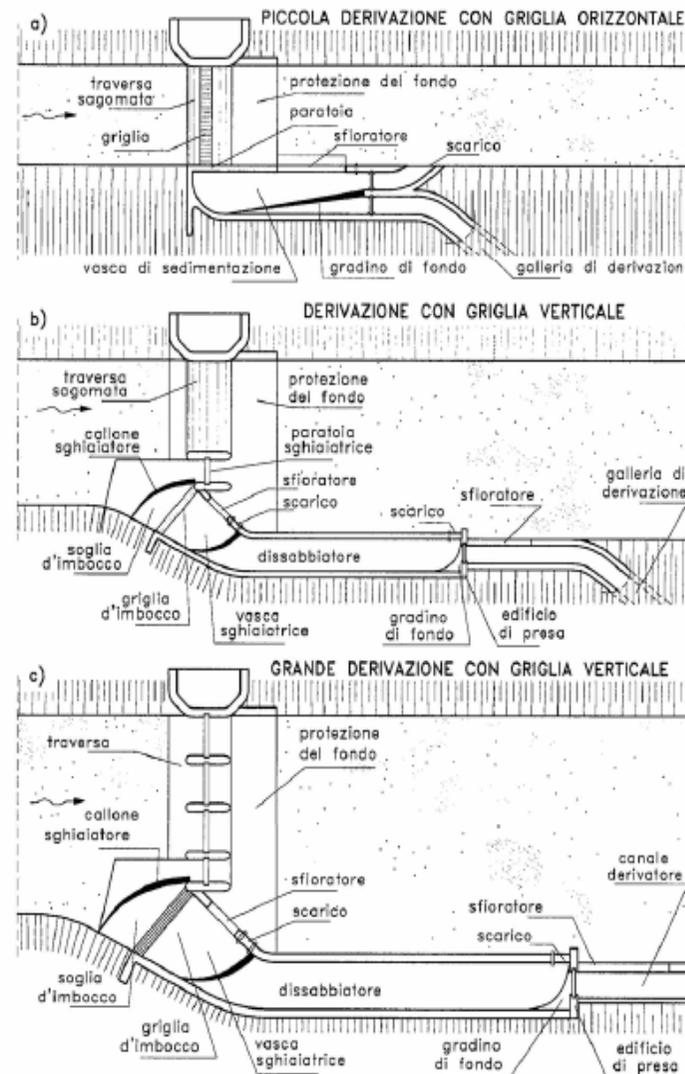
Prese da fiumi e torrenti 1/4

Sono realizzate generalmente con uno sbarramento del corso d'acqua (traversa).

La presa può essere costituita direttamente da una luce sulla sommità della traversa (piccole derivazioni) o da una soglia sfiorante laterale su una delle sponde a monte.

L'acqua è avviata ad un canale derivatore dopo aver attraversato una griglia orizzontale o verticale e una vasca di sedimentazione.

Schemi di derivazioni con traversa.





Prese da fiumi e torrenti 2/4

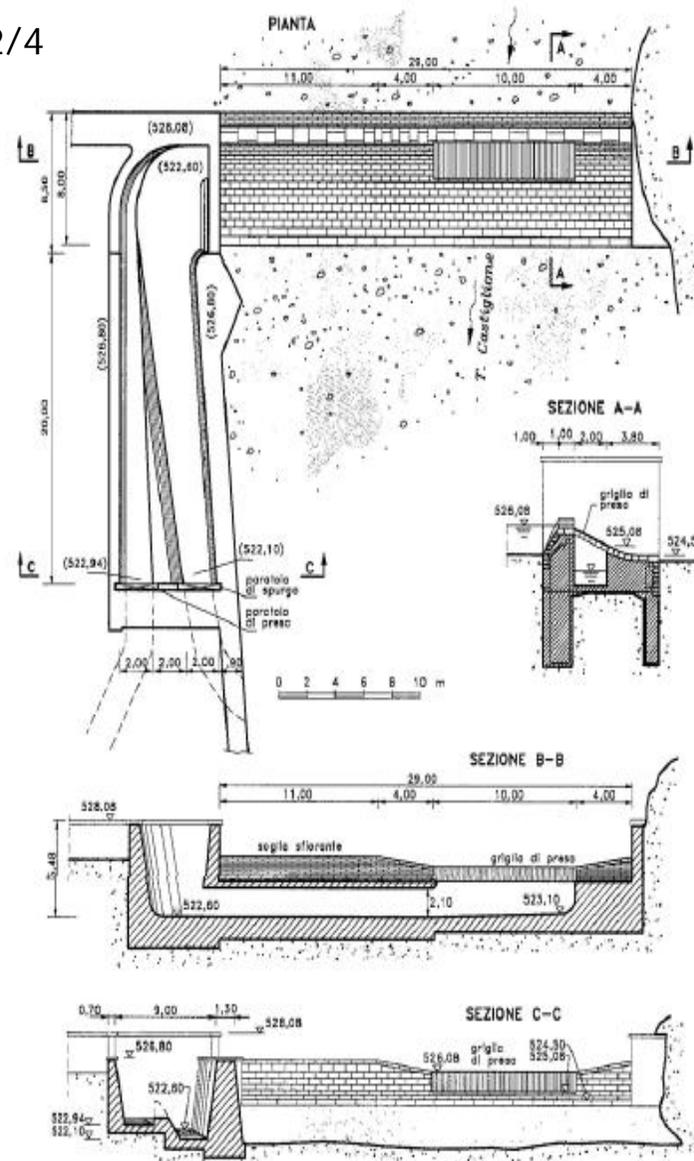
La griglia orizzontale è orizzontale o leggermente pendente verso valle (pendenza tra 1:10 e 1:3).

E' dimensionata in modo da derivare da 100 a 300 l/s a metro di lunghezza circa ed è larga circa 4-5 volte l'energia della corrente a monte.

La larghezza delle sbarre che costituiscono la griglia è di circa 5 cm.

Il canale derivatore ha generalmente una pendenza tra il 5 e il 10%.

Preso da torrente con griglia inserita nella traversa.

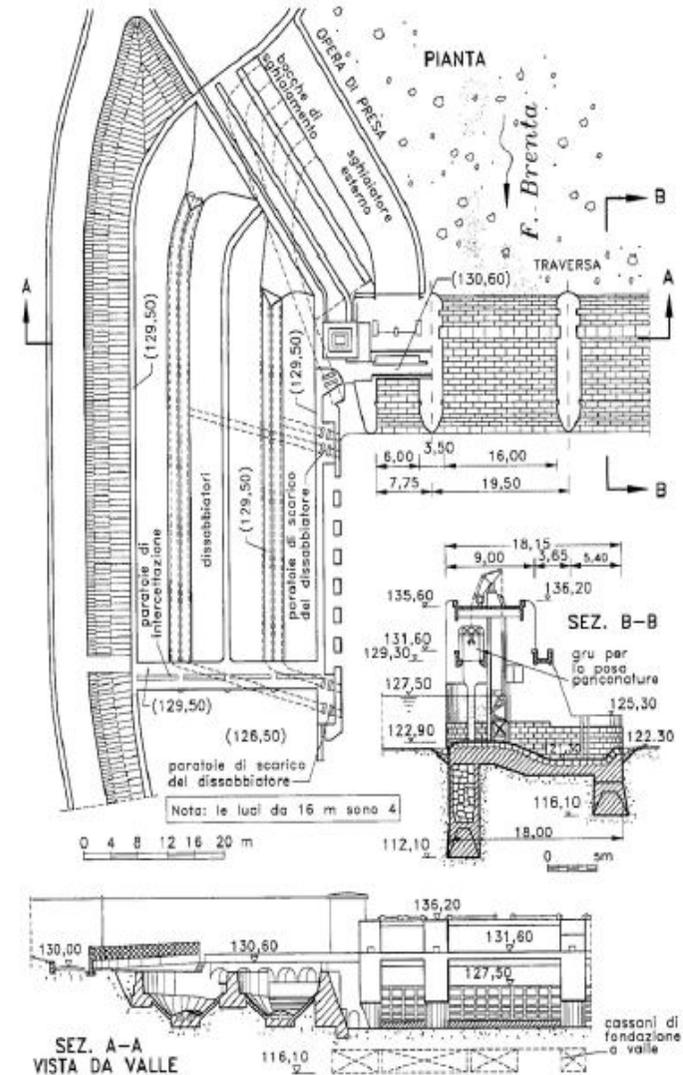




Prese da fiumi e torrenti 3/4

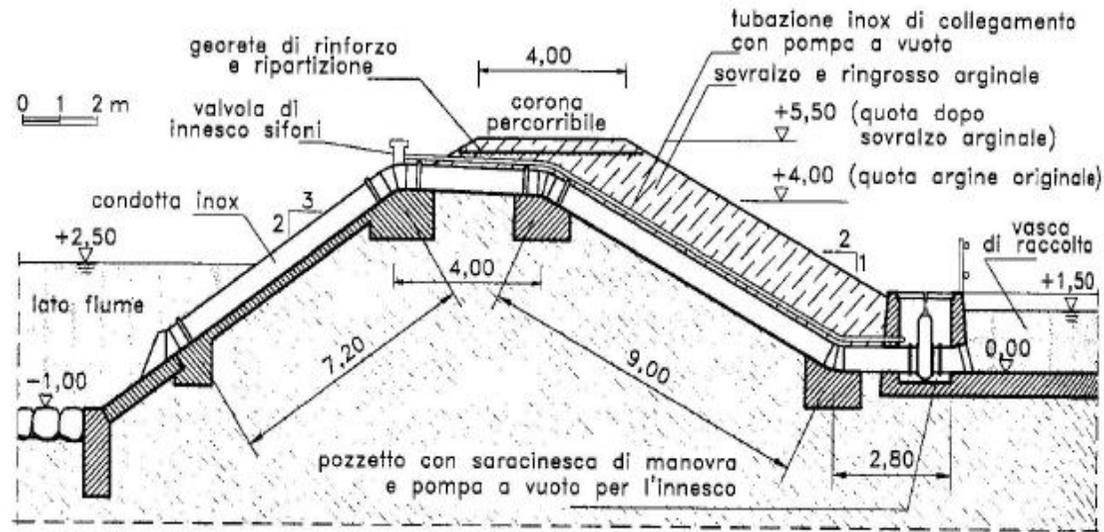
La soglia sfiorante di presa è dotata di bocche di sgheamento e di uno sghaiatore esterno (paratoia sghaiatrice) che deve garantire velocità in prossimità della griglia non inferiore a 0.5 m/s.

Preso da fiume con traversa regolata e canali disabbiatori.





Prese da fiumi e torrenti 4/4



Nel caso di corso d'acqua con argini in frodo, la derivazione può essere effettuata mediante un **sifone a cavaliere d'argine**.



Prese da laghi

Sono realizzate generalmente mediante delle torri di presa collegate alla terra ferma da una galleria sotterranea o da un ponte o passerella esterna. Sono concepite in modo che sia possibile derivare l'acqua a diverse profondità, da variare in relazione al contenuto di solidi sospesi e alla temperatura.

