

Produzione di energia elettrica

LE CENTRALI IDROELETTRICHE

Classe 3 Ael – a.s. 2011-2012

la dispensa si trova sul sito www.webalice.it/s.pollini
nella sezione scuola

CENTRALI IDROELETTRICHE

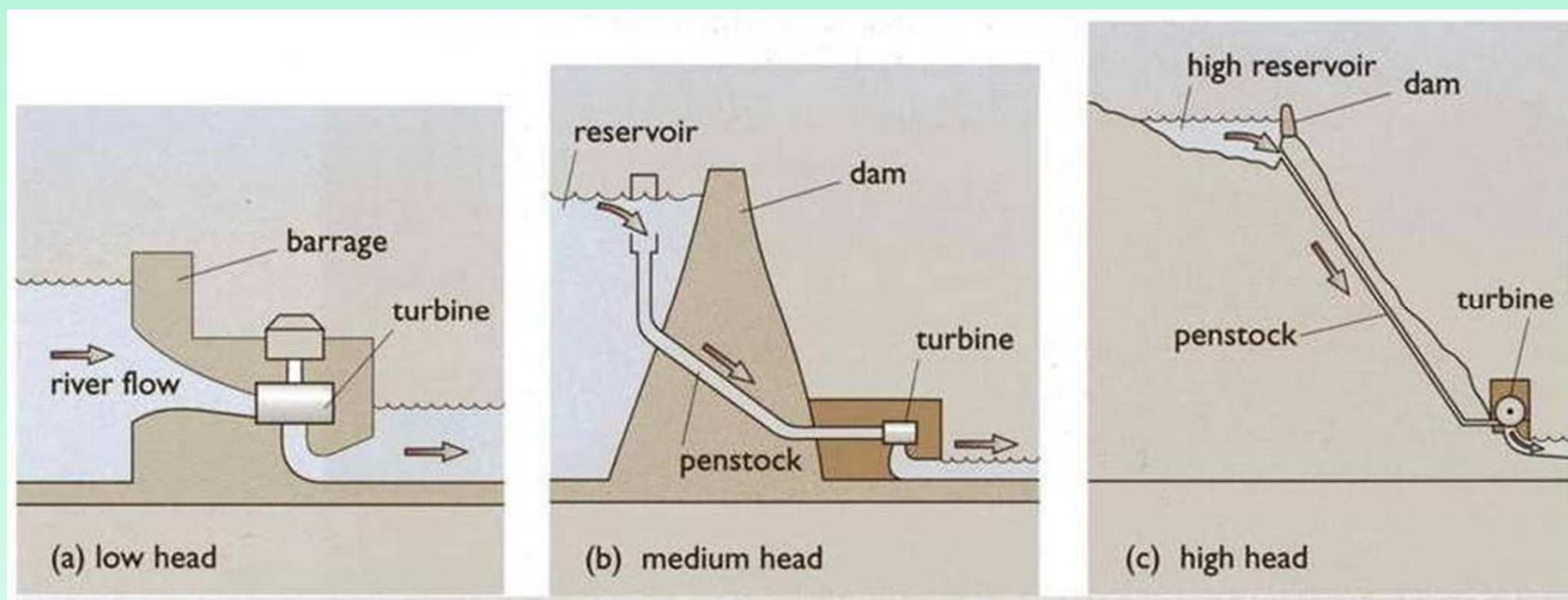
L'energia idraulica rappresenta approssimativamente 1/4 dell'energia totale prodotta nel mondo e negli ultimi anni sta considerevolmente aumentando d'importanza; in molti paesi, quali ad esempio Norvegia, Repubblica democratica del Congo e Brasile, rappresenta la fonte dominante per la produzione di energia elettrica. L'impianto *Itaipu* sul Rio Paranà, tra Brasile e Paraguay, ufficialmente inaugurato nel 1982, ha la più grande capacità del mondo (12.600 megawatt a pieno regime).

In alcuni paesi sono stati costruiti impianti idroelettrici di piccole dimensioni, con capacità comprese tra un kilowatt e un megawatt. In molti distretti della Cina, ad esempio, piccole centrali di questo tipo costituiscono la fonte principale di energia.

CENTRALI IDROELETTRICHE

Le centrali idroelettriche possono essere di due tipi:

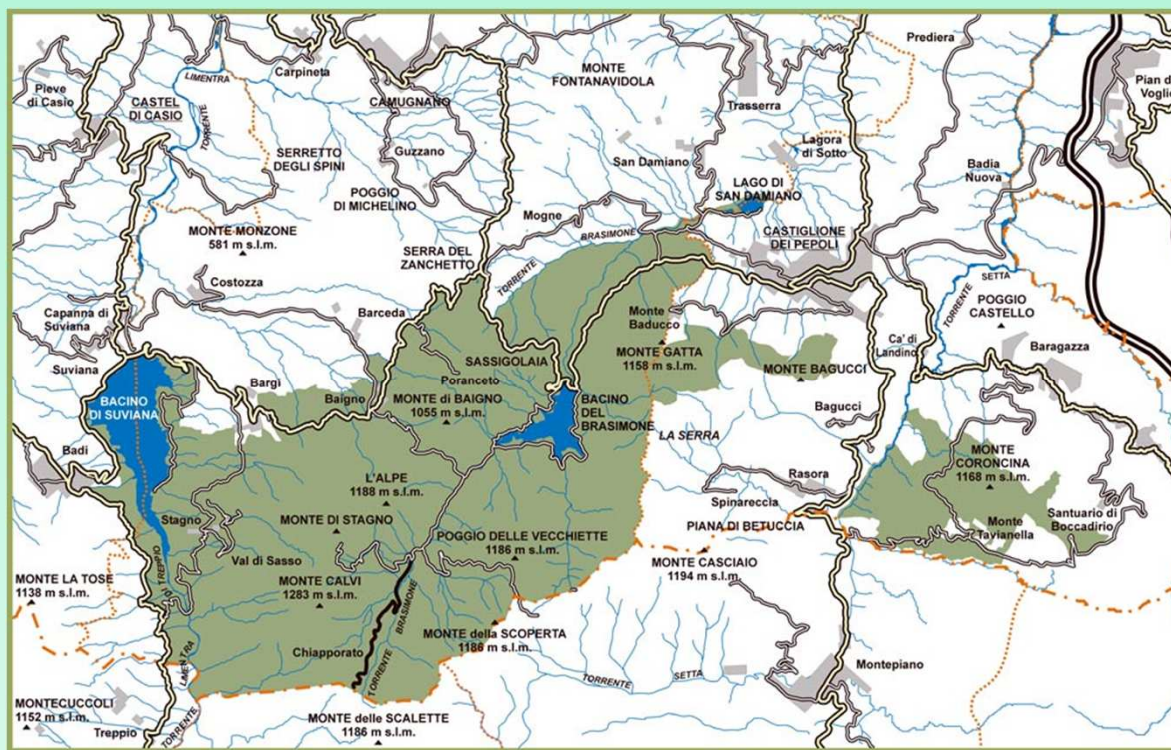
- Ad acqua fluente (fiumi)
- A serbatoio (bacino naturale o artificiale)



CENTRALI IDROELETTRICHE

Opere di raccolta

Hanno lo scopo di prelevare acqua per portarla verso le opere di derivazione



CENTRALI IDROELETTRICHE

Opere di derivazione o sbarramento

Hanno lo scopo di modificare localmente i livelli e le portate e comprendono le traverse di derivazione (come ad esempio le paratoie) e le dighe vere e proprie che, negli impianti a serbatoio, possono raggiungere dimensioni importanti.



CENTRALI IDROELETTRICHE

Opere di derivazione o sbarramento



CENTRALI IDROELETTRICHE

Opere di presa

Hanno lo scopo di prelevare dalle opere di derivazione la portata effettiva di acqua e sono costituite negli impianti ad acqua fluente da opere a pelo libero, mentre negli impianti a serbatoio da opere in pressione costituite da bocche dotate di griglie e poste al di sotto del livello minimo di invaso



CENTRALI IDROELETTRICHE

Opere di adduzione (canale derivatore)

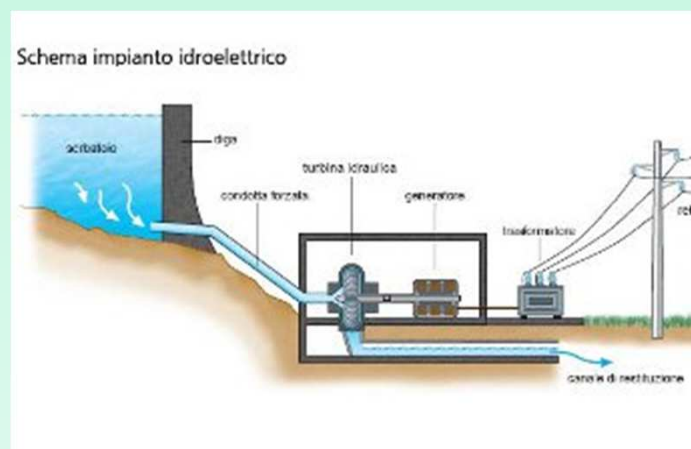
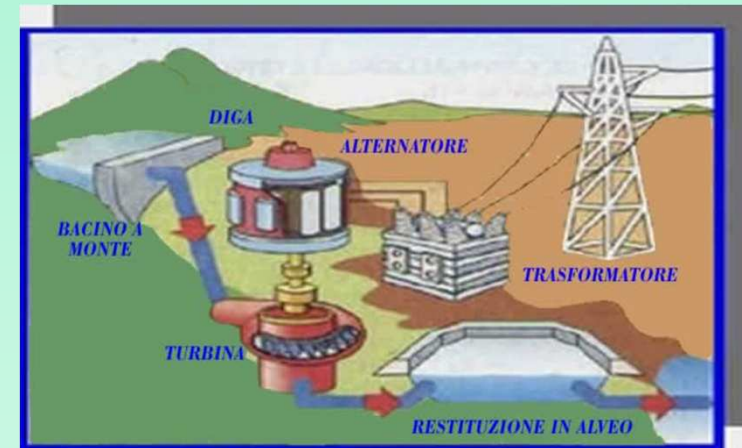
Hanno lo scopo di convogliare le acque prelevate dalle opere di presa alle macchine idrauliche



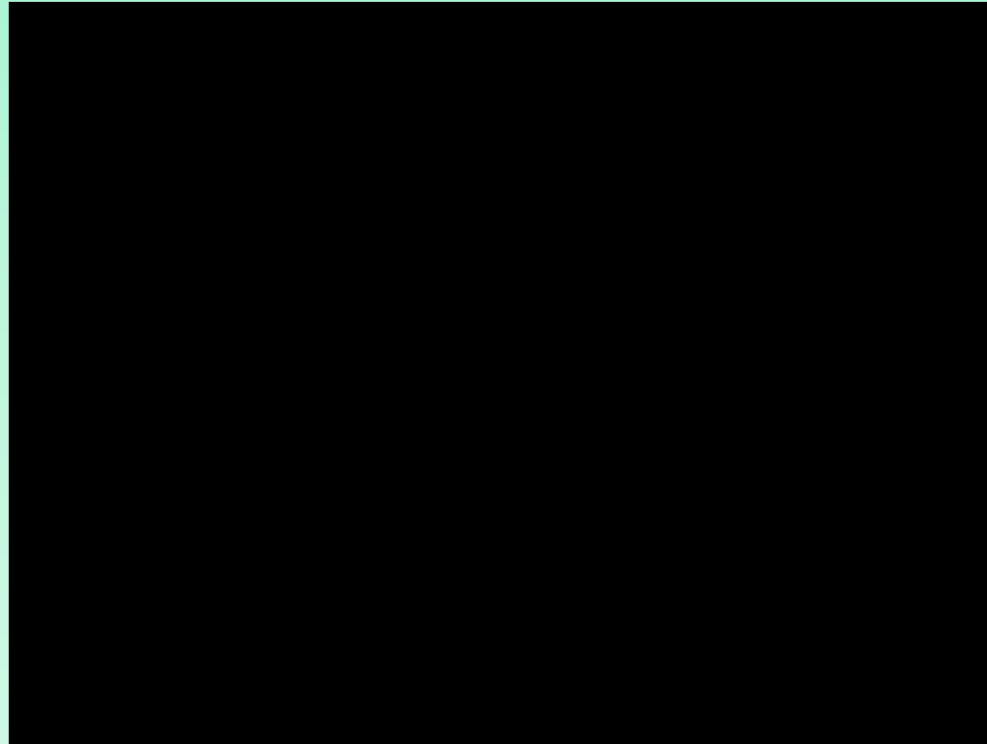
CENTRALI IDROELETTRICHE

Opere di resa

Hanno lo scopo di restituire l'acqua al corso del fiume.



CENTRALI IDROELETTRICHE



CENTRALI IDROELETTRICHE

Classificazione in base all'energia prodotta

- Microcentrali: inferiori a 100 kW
- Minicentrali: da 100 a 1000 kW
- Piccole centrali: da 1000 a 12000 kW
- Centrali: da 12000 kW

CENTRALI IDROELETTRICHE

Classificazione in base all'altezza del salto di acqua (caduta)

- A bassa caduta: $h < 20$ m
- A media caduta: $20 < h < 250$ m
- Ad alta caduta: $h > 250$ m

CENTRALI IDROELETTRICHE

Classificazione in base alla portata di acqua

- Piccola portata: $Q < 10$ mc/s
- Media portata: $10 < Q < 100$ mc/s
- Alta portata: $Q > 100$ mc/s

CENTRALI IDROELETTRICHE

Calcolo della potenza ottenibile

$$P = 8,5 Q h$$

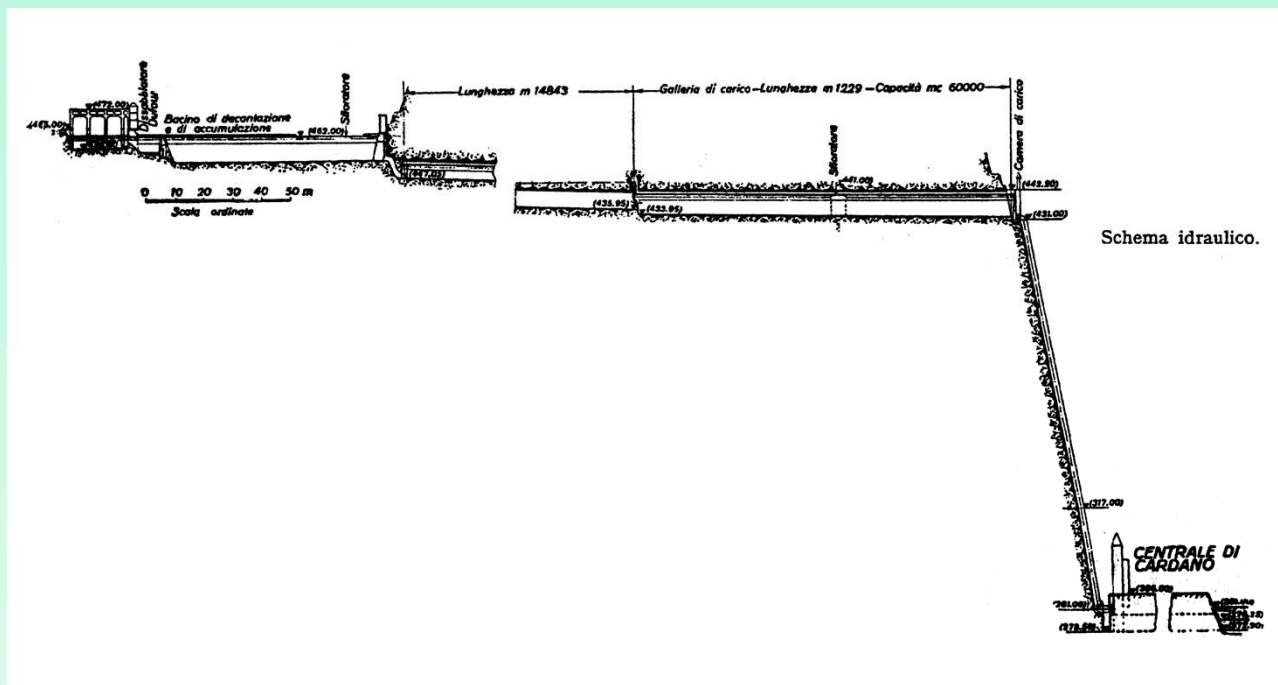
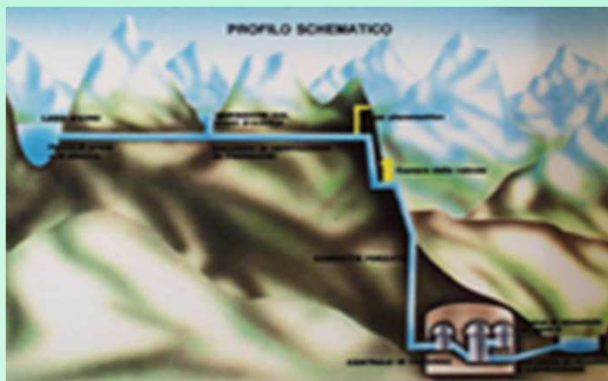
CENTRALI IDROELETTRICHE

- TURBINE AD AZIONE: Pelton
- TURBINE A REAZIONE: Francis, Kaplan
- TURBINE AD ELICA

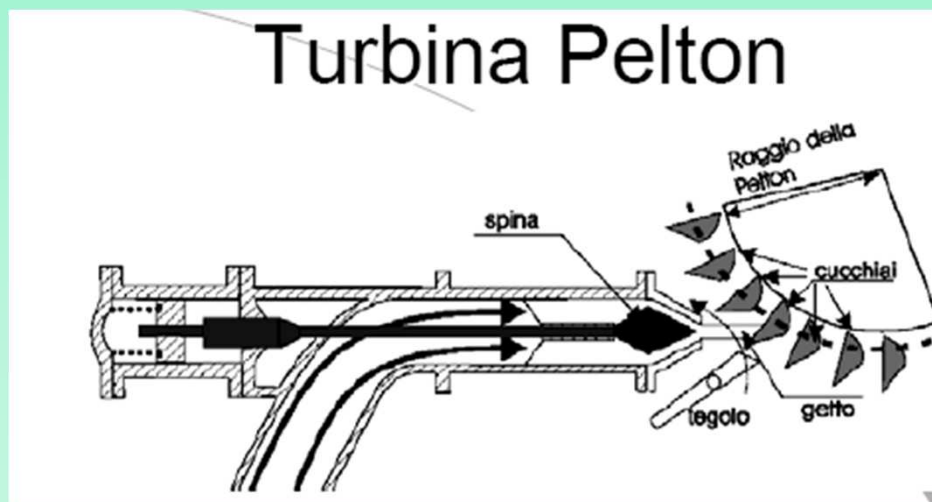
CENTRALI IDROELETTRICHE

Turbine ad azione (Pelton)

- L'energia potenziale si trasforma completamente in energia cinetica in un ugello;
- Poiché $p=0$, $H=v^2/2g$
- La ruota non deve mai essere sommersa;
- L'acqua in uscita cade nel canale di scarico con una piccola energia residua (al limite nulla);

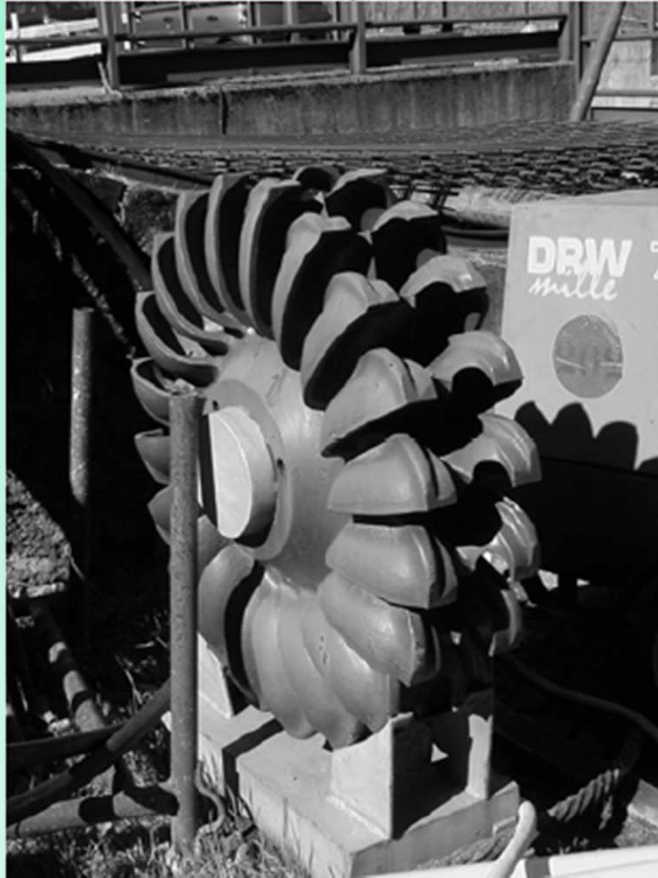


CENTRALI IDROELETTRICHE



- Ad asse orizzontale o verticale;
- Uno o più ugelli trasformano l'energia dell'acqua in energia cinetica la cui portata è regolata da uno "spillo";
- La ruota è installata 1,5-3 metri sopra il livello di scarico (salto perso), ma trascurabile rispetto ai salti di utilizzo (50-1300 m);

CENTRALI IDROELETTRICHE



Girante Pelton

CENTRALI IDROELETTRICHE

Turbine ad azione (Pelton) – Altre caratteristiche

- La parzializzazione si ottiene con la spina che varia la portata ma non la velocità;
- Il tegolo ha lo scopo di deviare il flusso in caso di brusche variazioni del carico, tempo di intervento da 0,5 a 1 sec;
- La spina chiude in 20-60 sec.;
- Possibile un controgetto di frenatura;

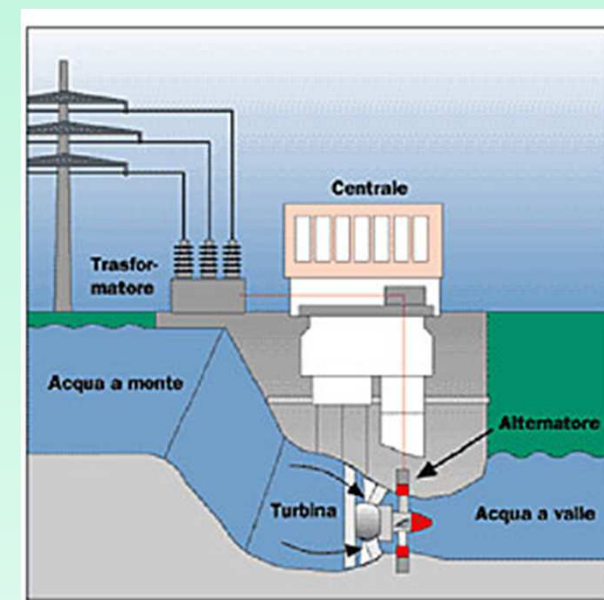
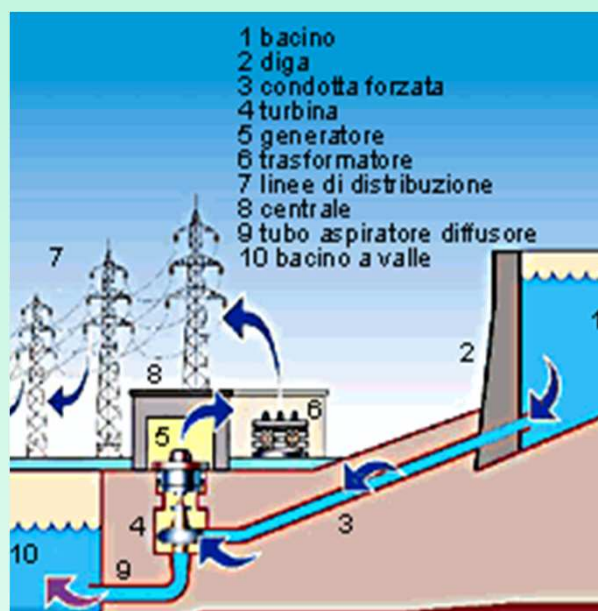
CENTRALI IDROELETTRICHE

Turbine a reazione

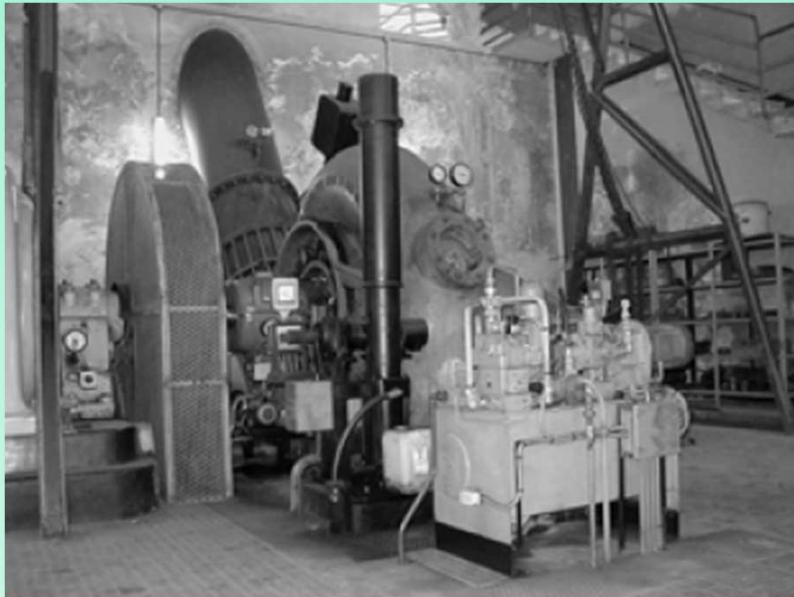
- La pressione dell'acqua agisce direttamente sulle pale diminuendo mano a mano che avanza
- La ruota è completamente sommersa
- Ad asse orizzontale ma per grosse potenze ad asse verticale

Tipi di turbine a reazione

- Francis
- Kaplan
- Eliche



CENTRALI IDROELETTRICHE

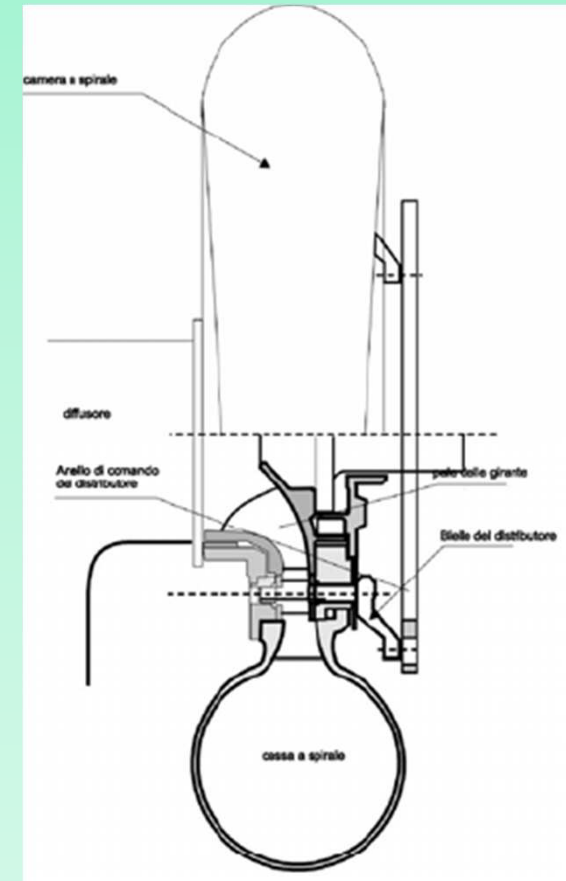
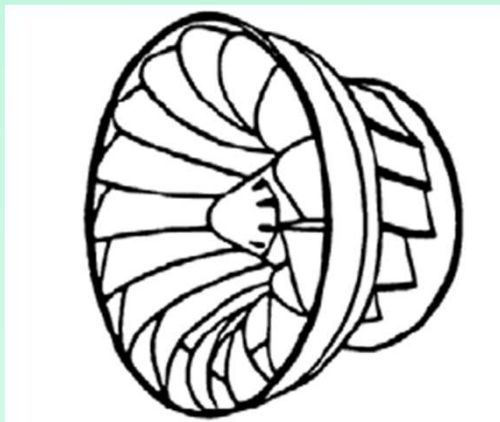


TURBINE FRANCIS

CENTRALI IDROELETTRICHE

Turbine FRANCIS

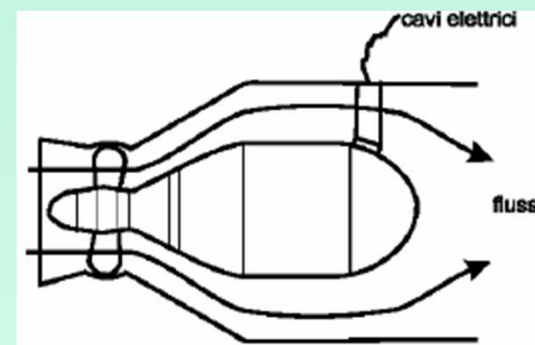
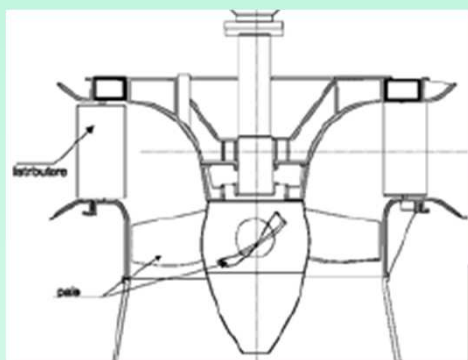
- A flusso radiale utilizzate per salti medi
- L'acqua cede energia senza il contatto con l'atmosfera
- La cassa è a spirale decrescente e lo scarico è assiale
- Più ingombrante di una Pelton (pressioni più elevate)



CENTRALI IDROELETTRICHE

Eliche

- Le turbine a elica hanno il distributore a ruota a pale fisse;
- Sono utilizzate quando il salto e la portata sono praticamente costanti;
- La turbina ha il generatore contenuto in una cassa impermeabile immersa nell'acqua;
- Dalla cassa escono i cavi elettrici debitamente protetti

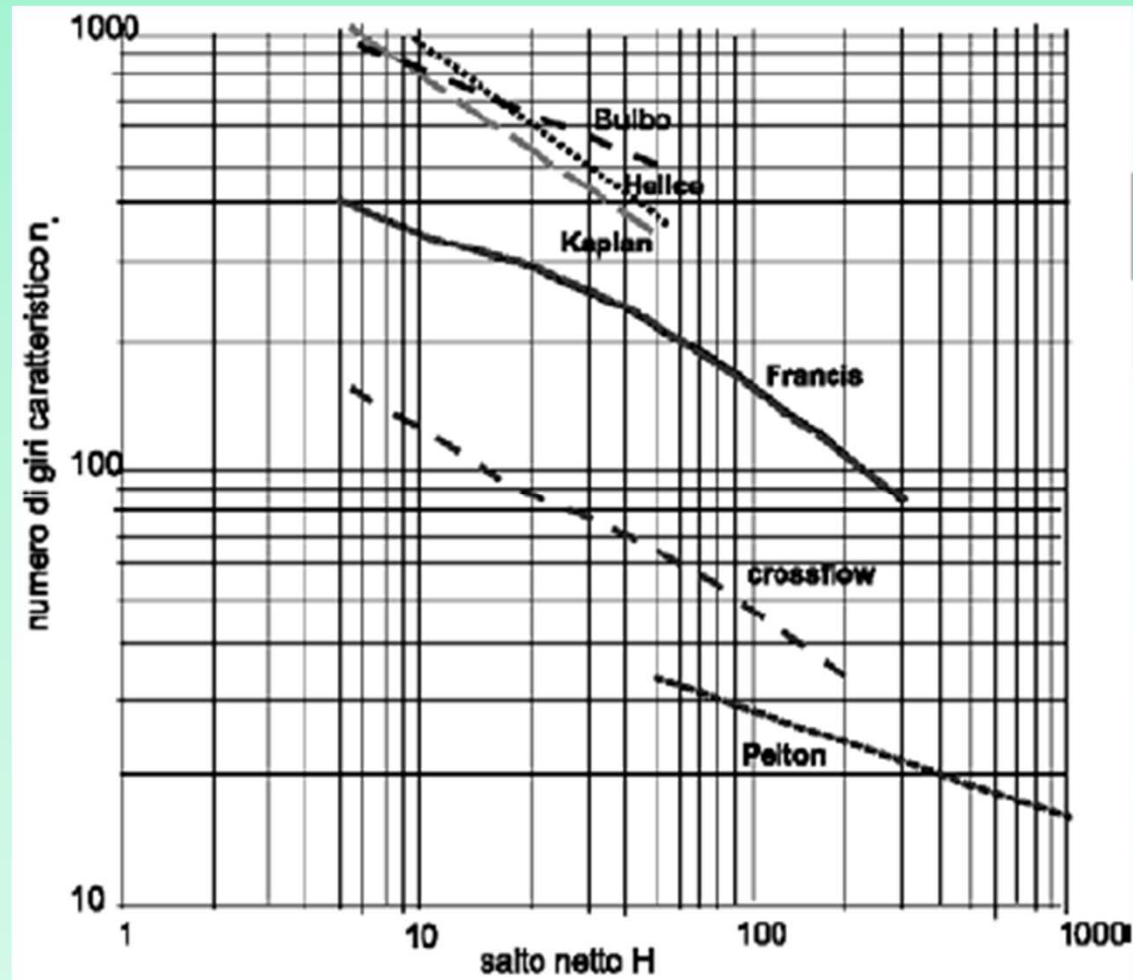


NUMERO DI GIRI CARATTERISTICO n_s

- E' il numero di giri ideale che avrebbe una turbina se sviluppasse 1kW con il salto di 1 m;
- Turbine con lo stesso n_s sono simili;
- H = salto; P = potenza; n = num. di giri

$$n_s = n \frac{\sqrt{P}}{H^4 \sqrt{H}}$$

CENTRALI IDROELETTRICHE



NUMERO DI GIRI CARATTERISTICO n_s

- Esempio:
 - salto = 100 m
 - Potenza = 800 kW
 - $n = 1500$ g/min.

$n_s = 134$ da cui si deduce la scelta di una Francis

CENTRALI IDROELETTRICHE

Scelta della turbina

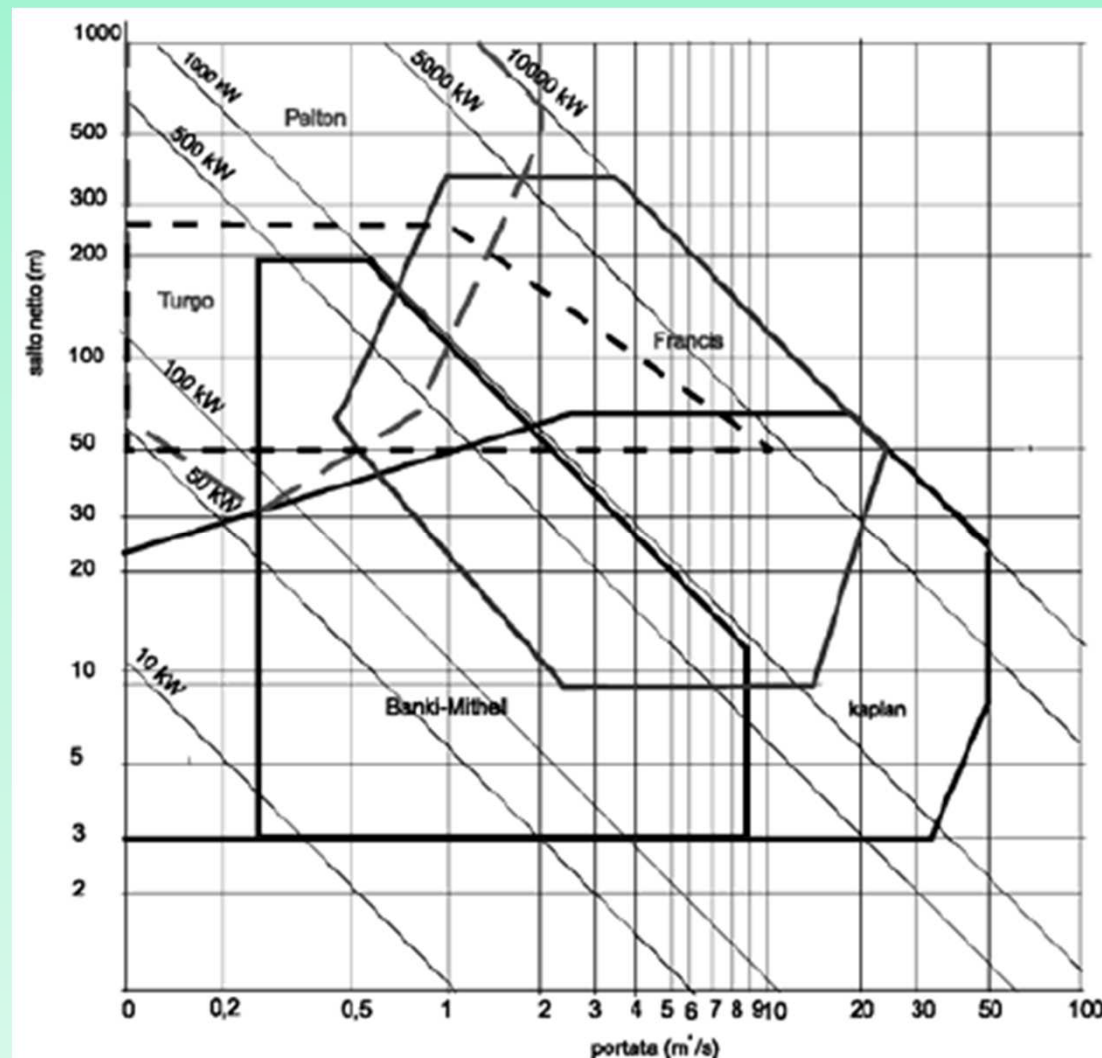
- Salto netto;
- portata;
- velocità;
- Costo

CENTRALI IDROELETTRICHE

salto

Tipo di turbine	Campo dei salti
Kaplan e elica	$2 < H < 20$
Francis	$10 < H < 350$
Pelton	$50 < H < 1300$
Michell-Banki	$3 < H < 200$
Turgo	$50 < H < 250$

CENTRALI IDROELETTRICHE portata



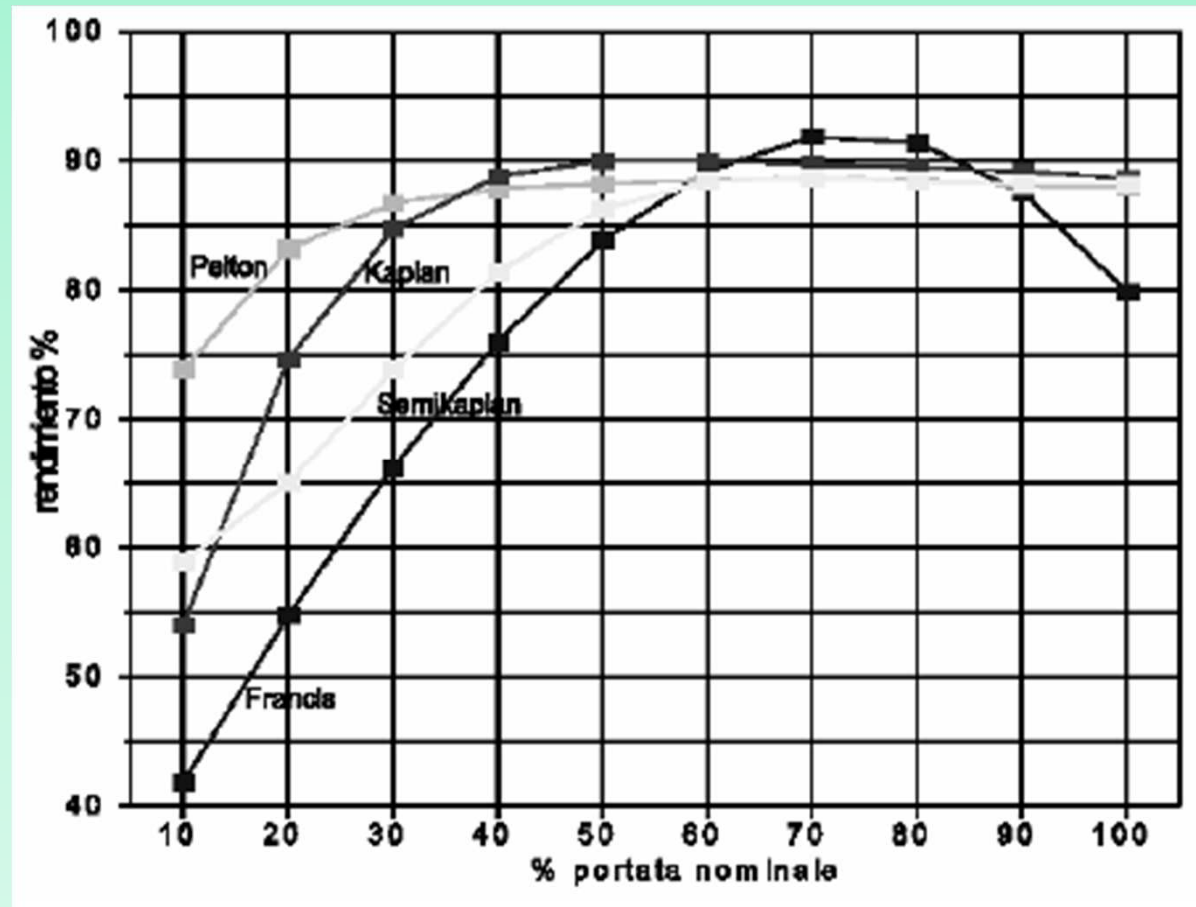
CENTRALI IDROELETTRICHE

rendimento

- E' il rapporto tra la potenza meccanica trasmessa all'asse e la potenza idraulica assorbita;
- Le turbine sono costruite per avere un massimo rendimento intorno a 80% della portata nominale;

CENTRALI IDROELETTRICHE

rendimento



CENTRALI IDROELETTRICHE

problemi delle turbine

- Cavitazione: si formano delle bolle nella turbina che deteriorano le giranti;
- Velocità caratteristica diversa dalla velocità sincrona degli alternatori obbliga l'uso di riduttori/moltiplicatori di giri: l'introduzione del riduttore/moltiplicatore (vita utile 10 anni) diminuisce il rendimento, aumenta i costi di manutenzione, aumenta la rumorosità, maggiori rischi di guasto;
- Velocità di fuga (distacco improvviso del carico);
- Colpo d'ariete nelle condotte (pozzo piezometrico);