

TECNOLOGIA DELLE ENERGIE RINNOVABILI

IMPIANTI IDROELETTRICI

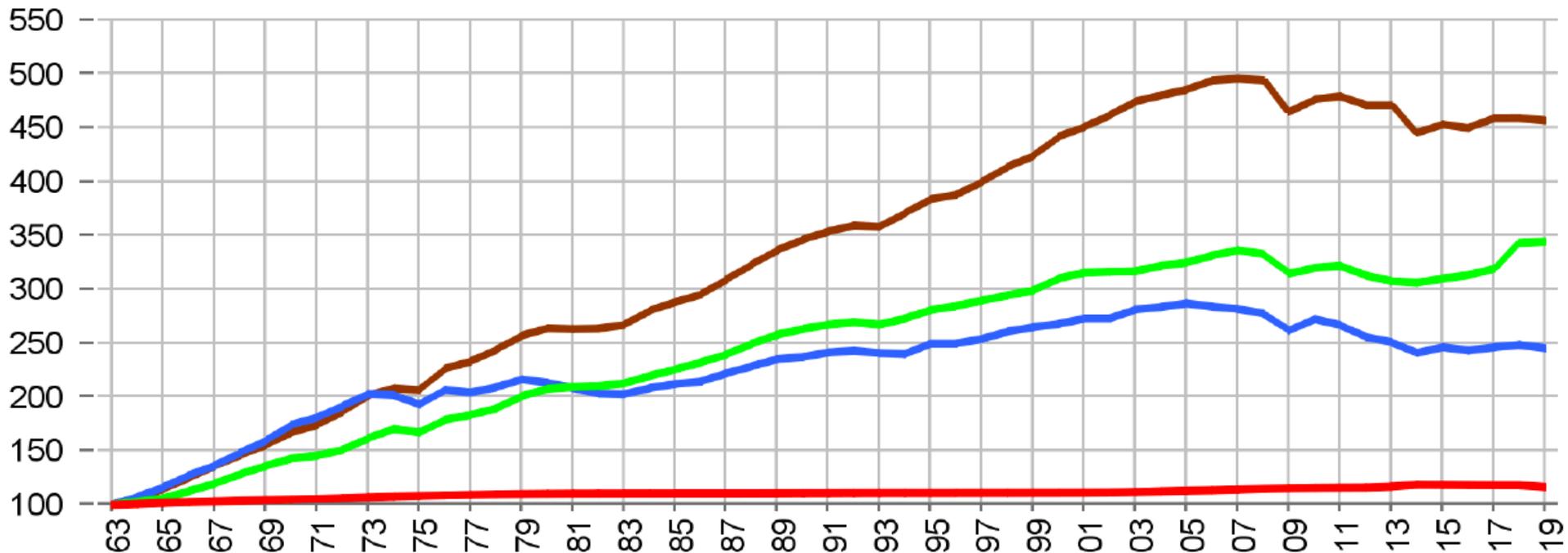
Piero Pinamonti

Docente di “Sistemi per l’Energia e l’Ambiente”
Università di Udine

Popolazione, reddito e consumi energetici in Italia

- Consumo interno lordo di energia elettrica
- Consumo interno lordo di energia
- Prodotto interno lordo ai prezzi di mercato
- Popolazione residente a metà anno

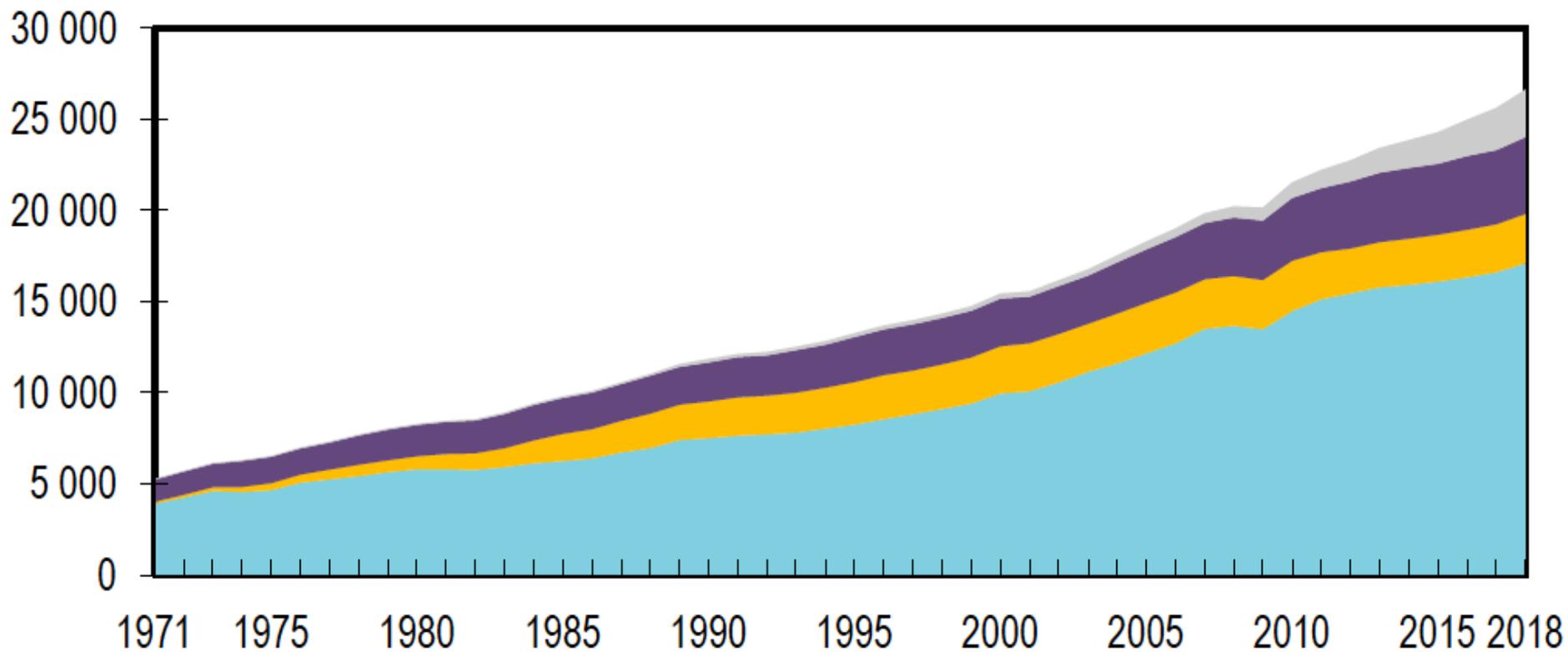
Numeri indice (base 1963=100)



fonte: TERNA



World electricity generation¹ from 1971 to 2018 by fuel (TWh)



Fossil thermal

Nuclear

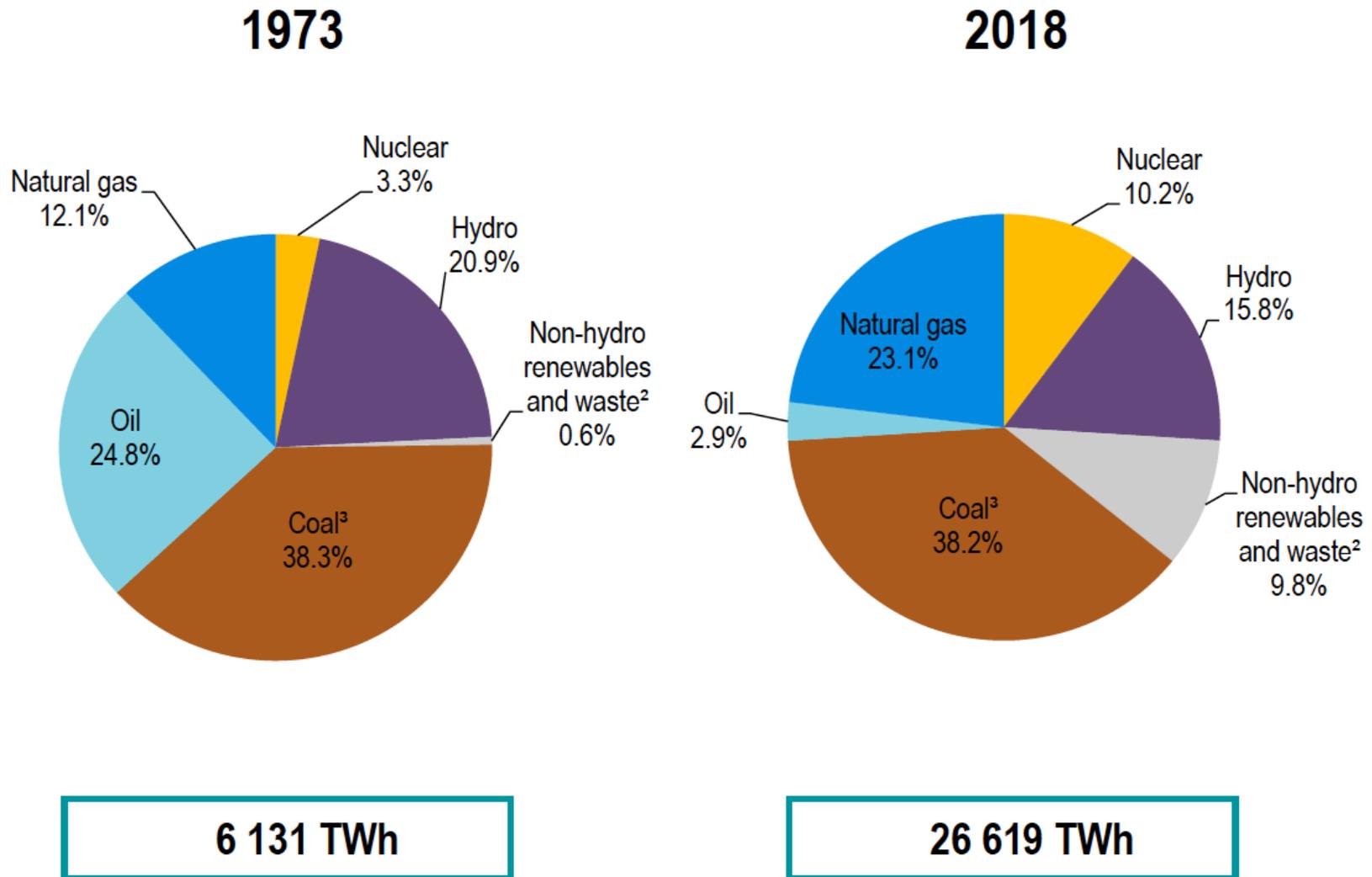
Hydro

Other renewables²

Fonte: IEA



1973 and 2018 source shares of electricity generation¹



1. Excludes electricity generation from pumped storage.

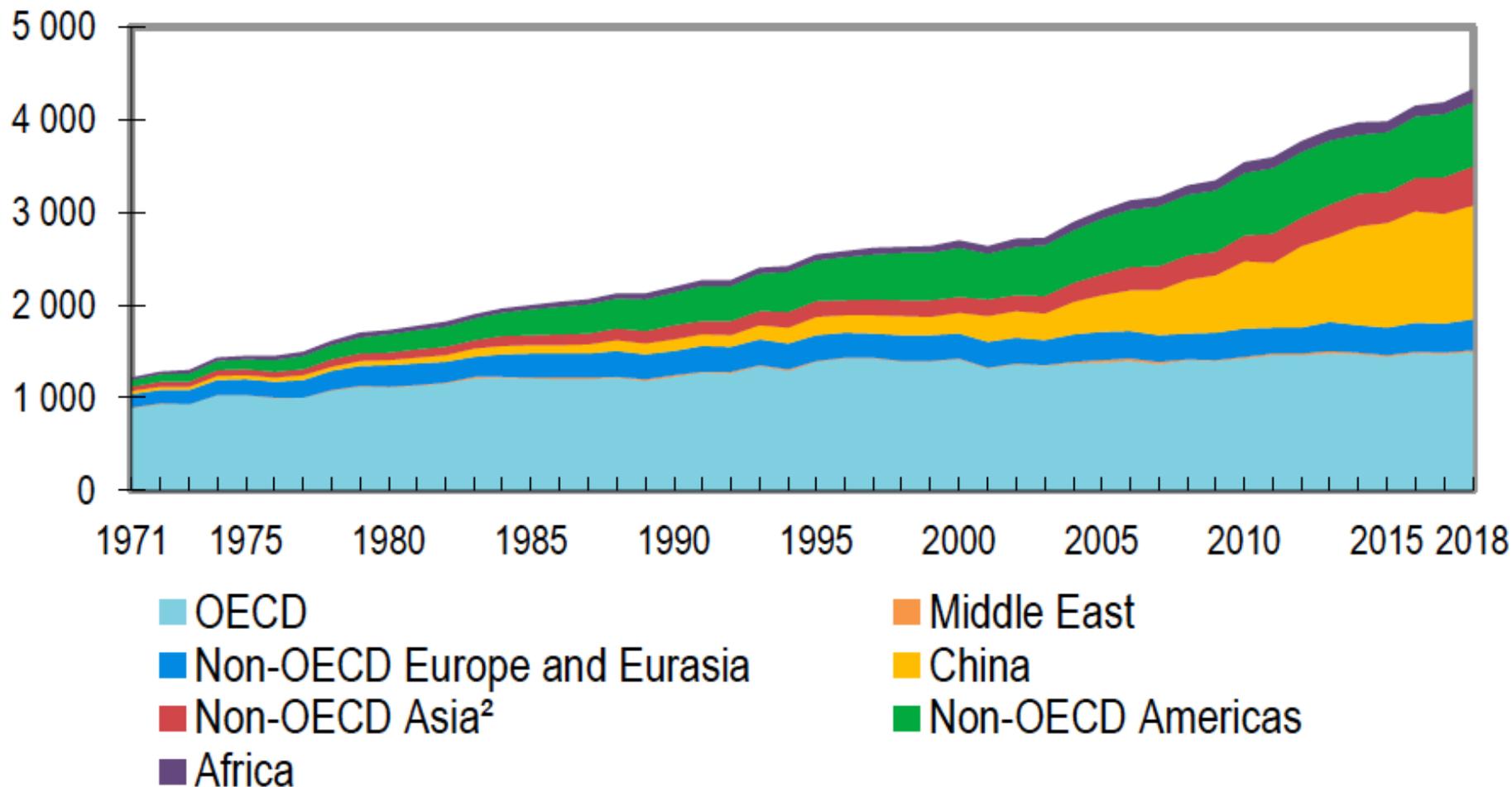
2. Includes geothermal, solar, wind, tide/wave/ocean, biofuels, waste, heat and other.

3. In these graphs, peat and oil shale are aggregated with coal.

Fonte: IEA

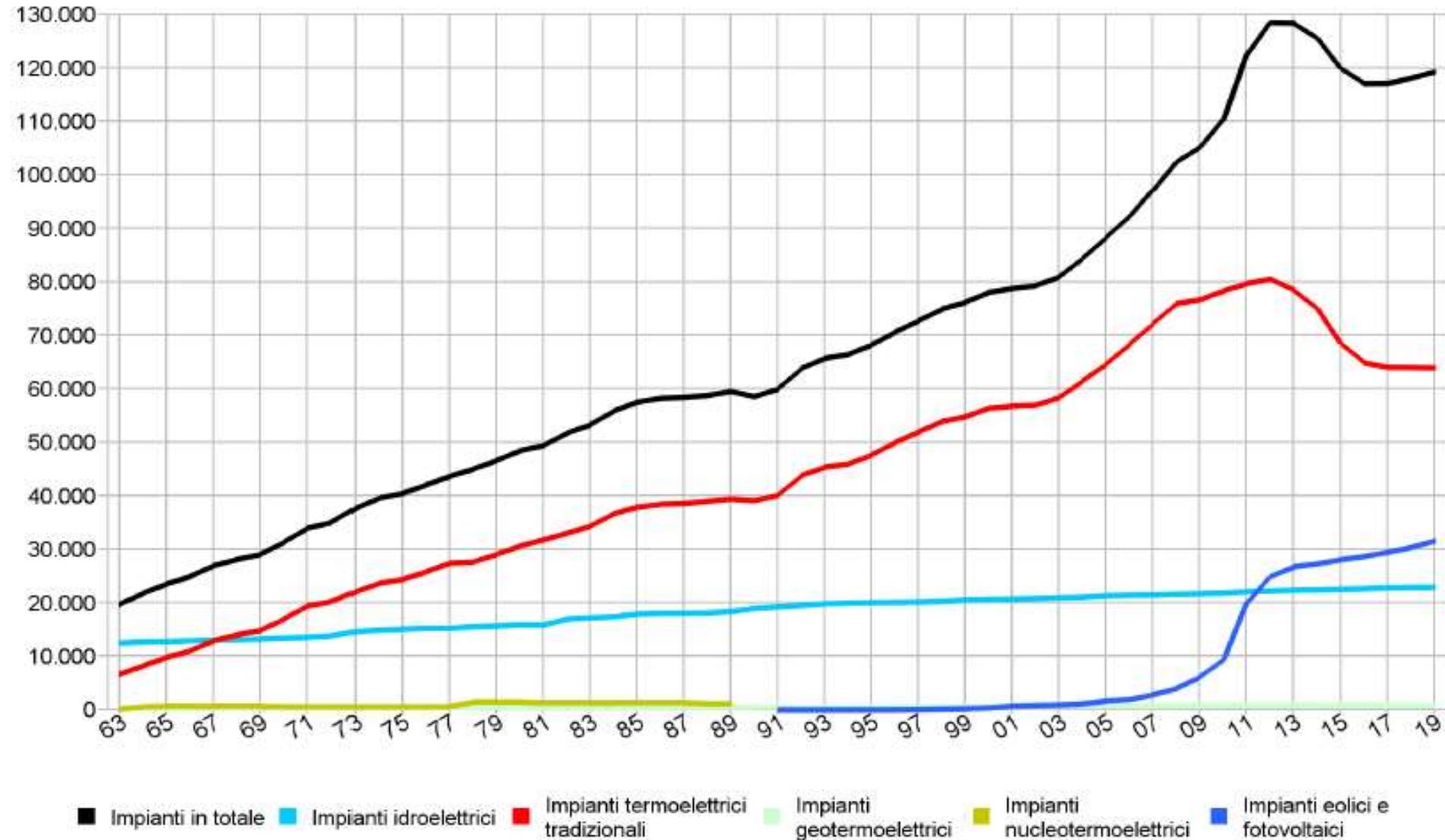


World hydroelectricity production¹ from 1971 to 2018 by region (TWh)



Potenza efficiente lorda in Italia 1963-2019

Potenza efficiente lorda MW



Potenza efficiente in Italia al 31-12-2019

	Lorda			Netta			2019
	Produttori	Autoproduttori	Totale	Produttori	Autoproduttori	Totale	
MW							
idroelettrici	22.846,8	110,5	22.957,3	22.434,7	106,4	22.541,1	
termoelettrici	59.227,3	5.534,5	64.761,8	57.023,9	5.325,1	62.348,9	
<i>tradizionali</i>	58.414,2	5.534,5	63.948,7	56.256,7	5.325,1	61.581,8	
<i>geotermoelettrici</i>	813,1	-	813,1	767,2	-	767,2	
eolici	10.714,7	..	10.714,8	10.679,4	..	10.679,5	
fotovoltaici	20.865,3	-	20.865,3	20.865,3	-	20.865,3	
totale	113.654,2	5.645,0	119.299,2	111.003,3	5.431,5	116.434,8	

FONTE	%	2016	%	2019
TERMOELETTRICO	55.4%		53.5 %	
EOLICO	8.2%		9.2 %	
FOTOVOLTAICO	16.9%		17.9 %	
IDROELETTRICO	19.5%		19.4 %	

fonte: TERNA



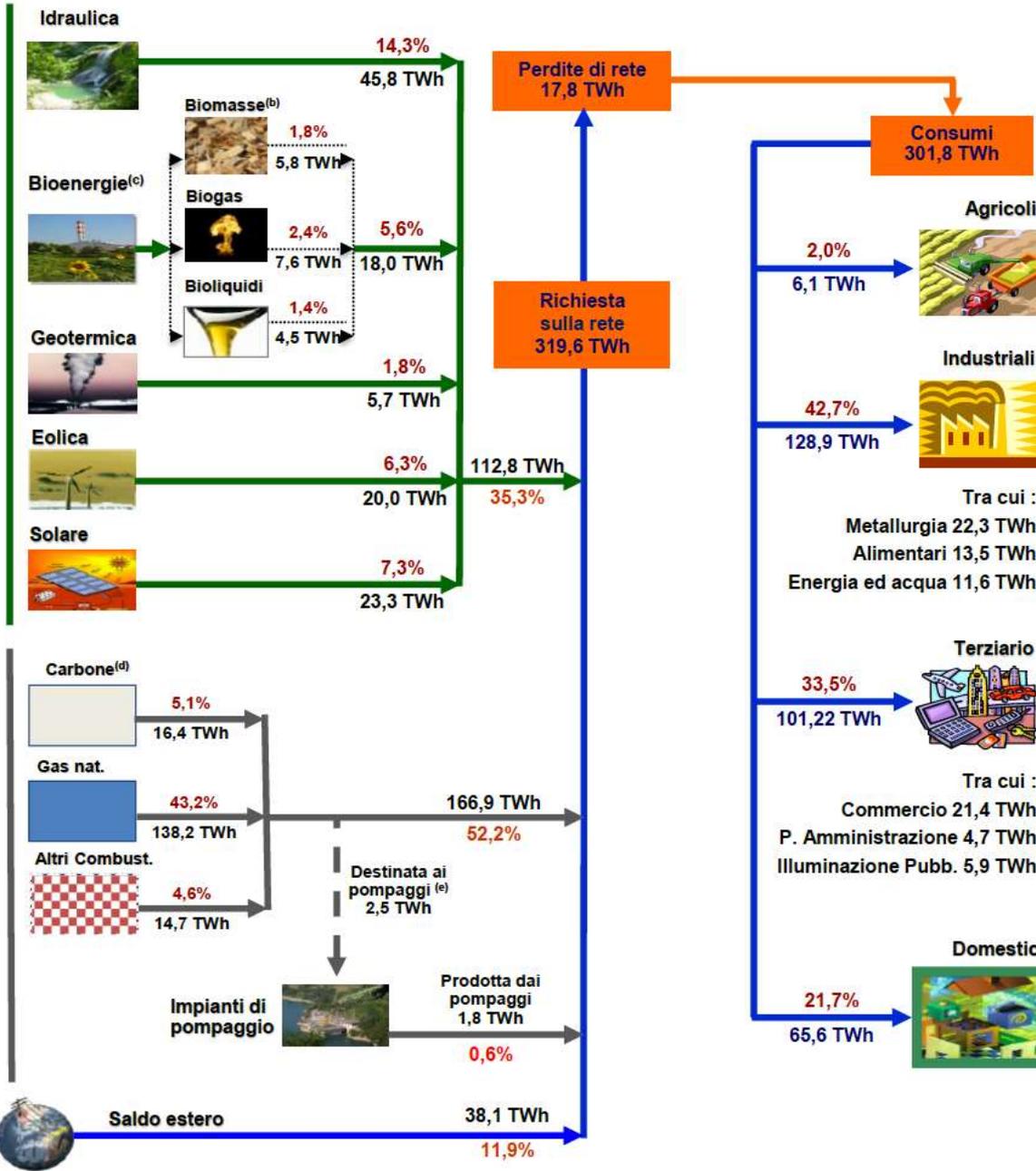
Produzione netta^(a) + Saldo estero

Consumi

R
i
n
n
o
v
a
b
i
l
i

N
o
n

R
i
n
n
o
v
a
b
i
l
i



BILANCIO ENERGIA ELETTRICA in ITALIA Anno 2019

Fonte: GSE



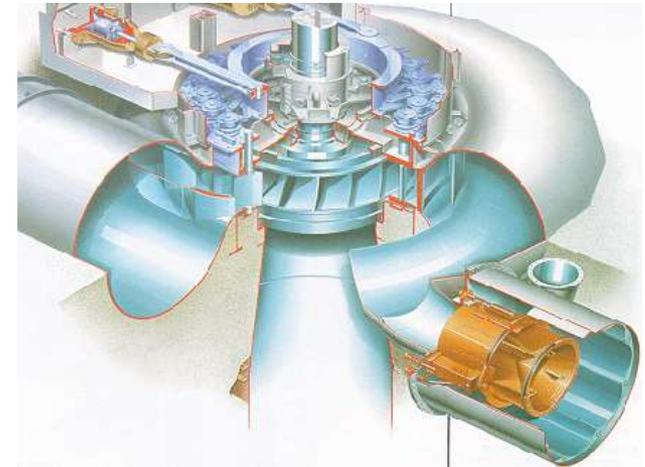
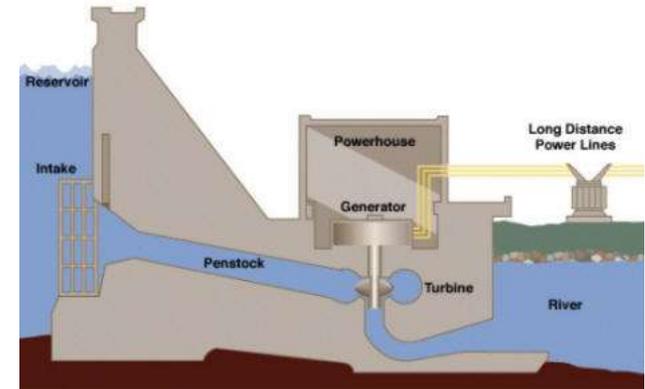
INTRODUZIONE: Impianti Idroelettrici

Gli impianti idroelettrici consentono di produrre potenza elettrica a partire dalla disponibilità di una determinata portata ed un corrispondente salto geodetico.

Tali impianti sono basati sull' utilizzo di turbine idrauliche, in grado di convertire energia potenziale in energia meccanica e quindi elettrica disponibile ai morsetti dell' alternatore

Vantaggi:

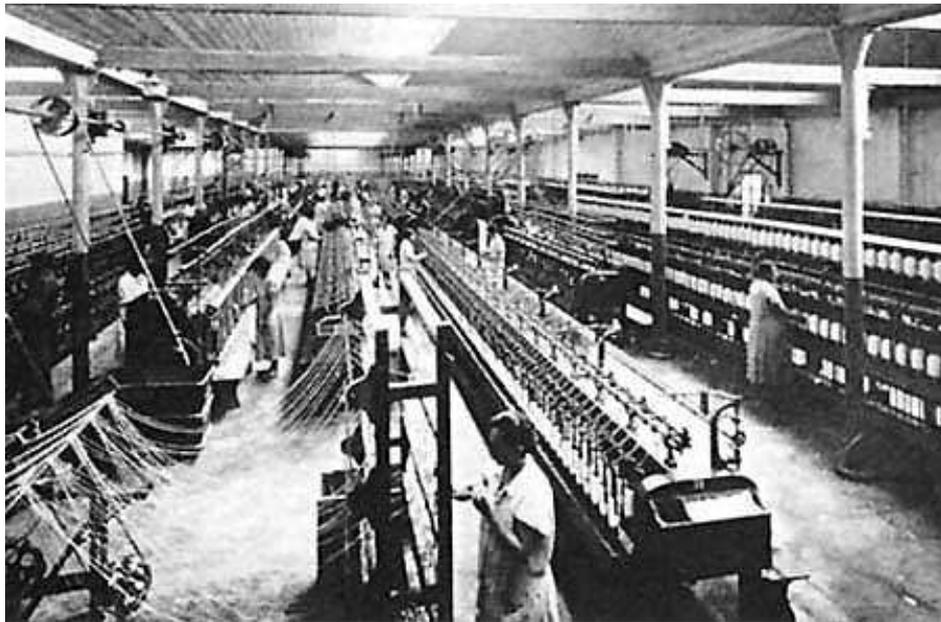
Affidabilità e disponibilità elevata (richiedono scarsa manutenzione), vita lunga, assenza inquinamento aria e acqua, transitori rapidi, elevata automazione.



Svantaggi:

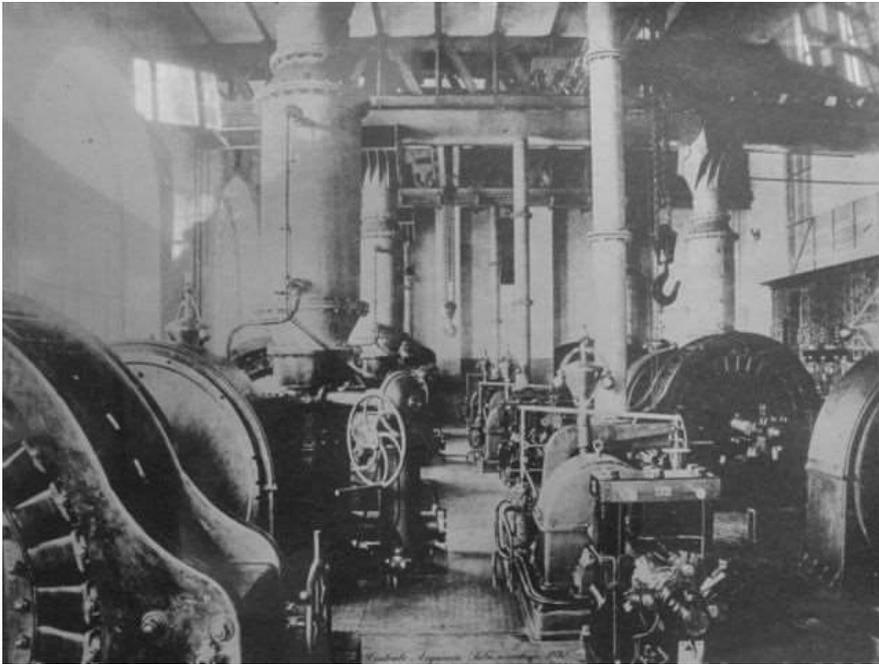
Notevole impatto paesaggistico (e ambientale) nel caso di grossi impianti. Costi a volte elevati.

Le prime “Turbine ad Azione” per ottenere lavoro meccanico



Le prime centrali idroelettriche in Italia:

- Centrale di Isoverde - Genova (1887)
- Centrale di Tivoli - Roma (1892)
- Centrale Bertini a Paderno d'Adda (1898)



Centrale di Malnisio – Pordenone (1905)



Diga vecchia sul torrente Cellina



Impianti idro-elettrici in Italia (Dati 2019)

	Produttori	Autoproduttori	Italia
N° impianti	4.310	91	4.401
Pot.Efficiente lorda (MW)	22.847	110	22.957
Di cui di pompaggio (MW)	7.322	-	7.322
Produzione lorda (GWh)	47.671	492	48.153

In Friuli Venezia Giulia

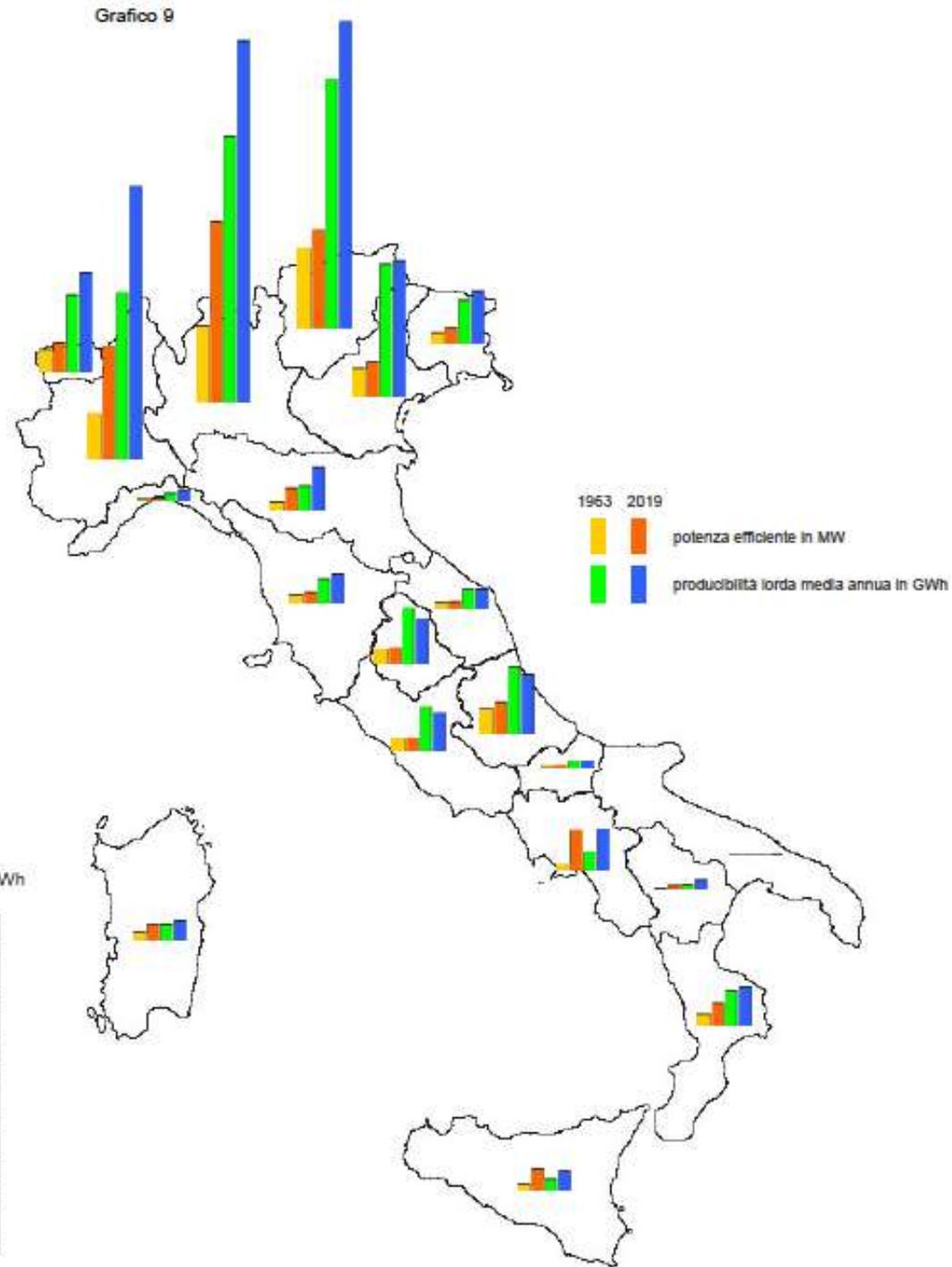
N° impianti	227	11	238
Pot.Efficiente lorda (MW)	514	10	524
Produzione (GWh)	1.195	41	1.236

(Fonte: TERNA)



Grafico 9

Potenza efficiente lorda media annua impianti idro-elettrici in Italia al 31 dicembre degli anni 1963 e 2019

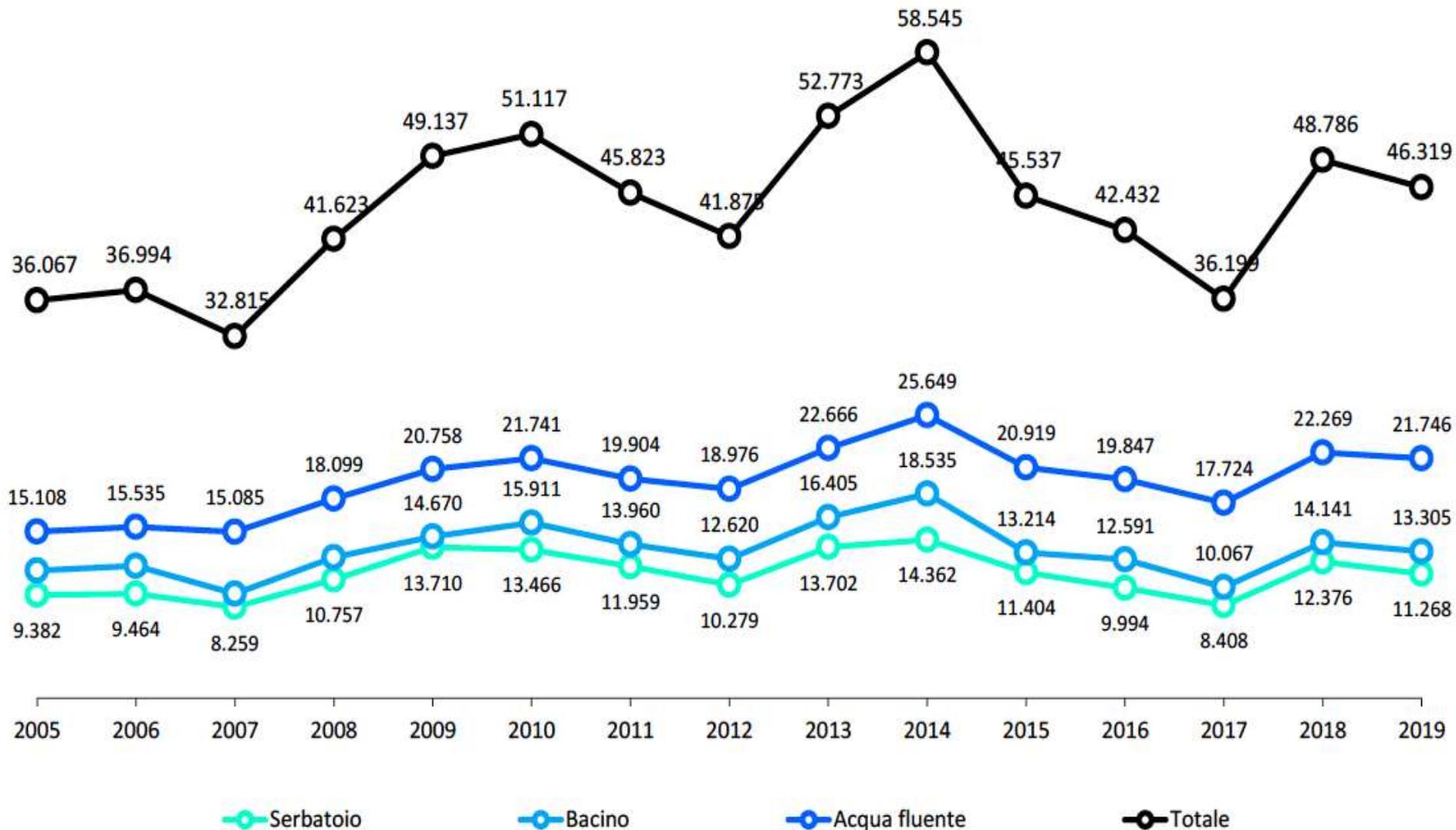


(Fonte: TERNA)



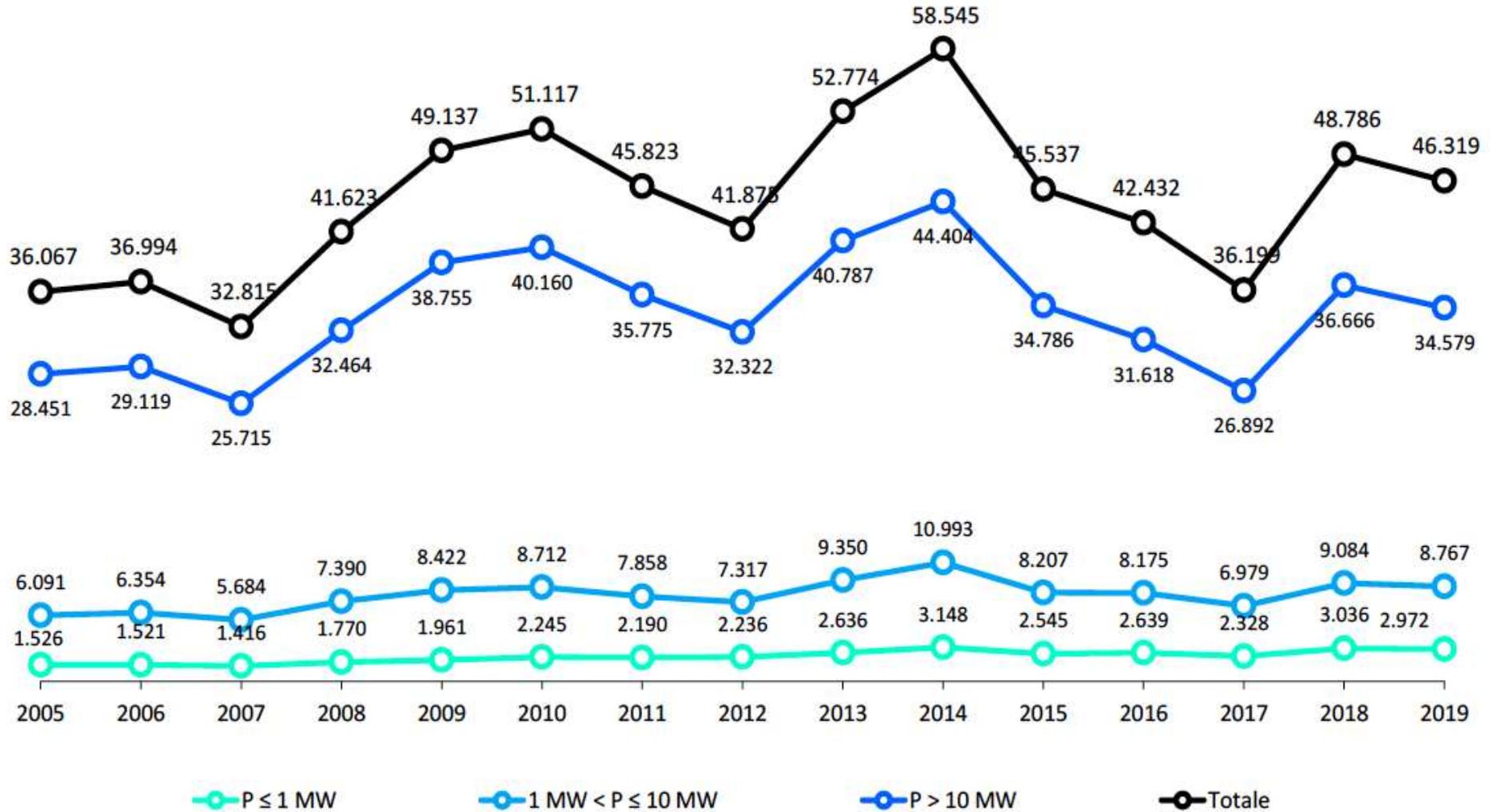
Evoluzione della Produzione idroelettrica in Italia

Secondo tipologia di impianto



Evoluzione della Produzione idroelettrica in Italia

Secondo classe di potenza



Fonte GSE

Impianti idroelettrici - Trieste – maggio, 2021 – P.Pinamonti

Potenza efficiente producibilità annua

Impianti idro-elettrici in Italia

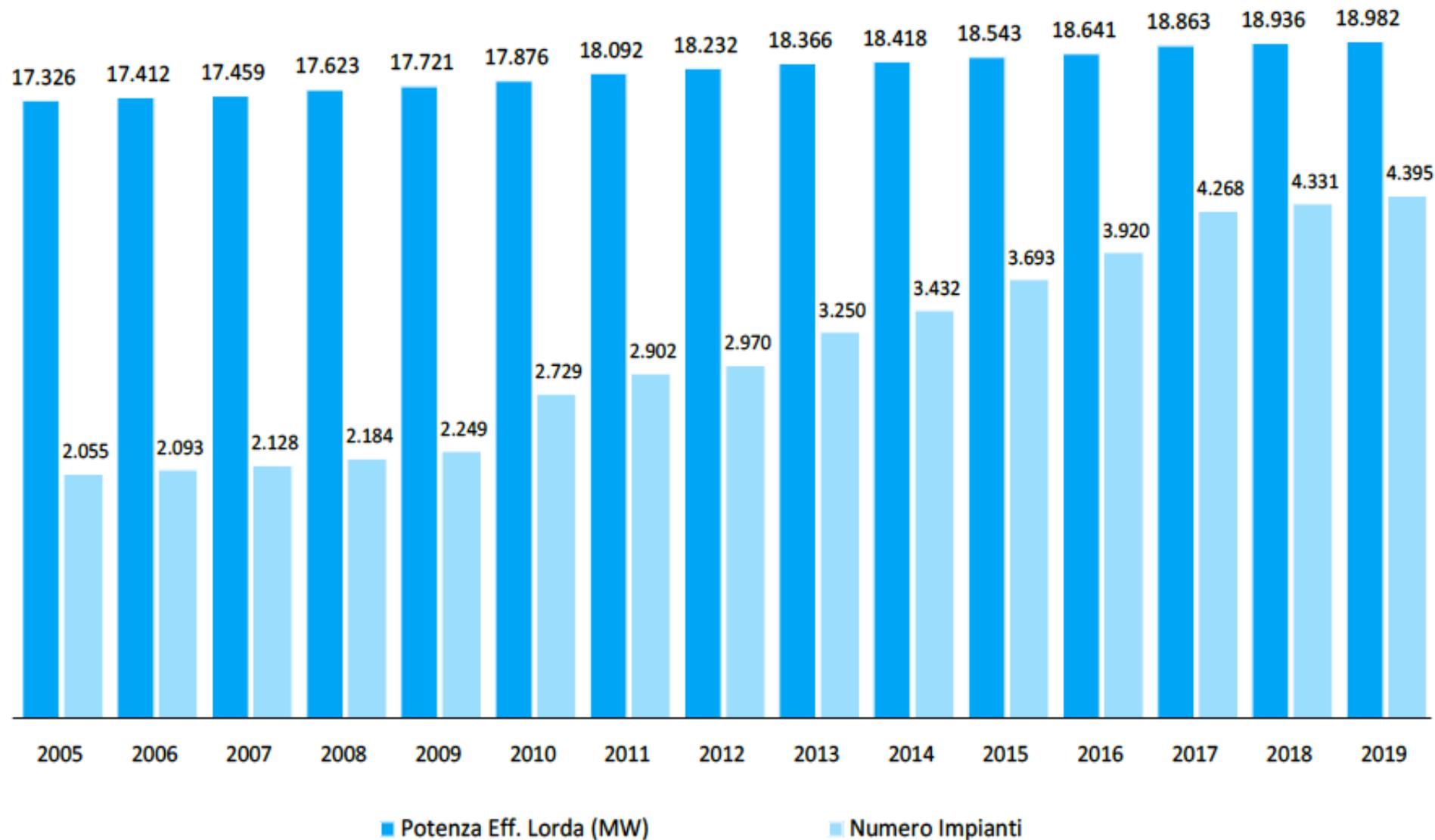
al 31/12/2019

	impianti	potenza efficiente		producibilità
		lorda	netta	lorda media annua totale
	n.	MW	MW	GWh
impianti a serbatoio	188	12.068	11.895	15.209
impianti a bacino	203	5.084	4.992	14.618
impianti ad acqua fluente	34.010	5.805	5.654	24.777
ITALIA	4.401	22.957	22.541	54.605

Fonte dati TERNA



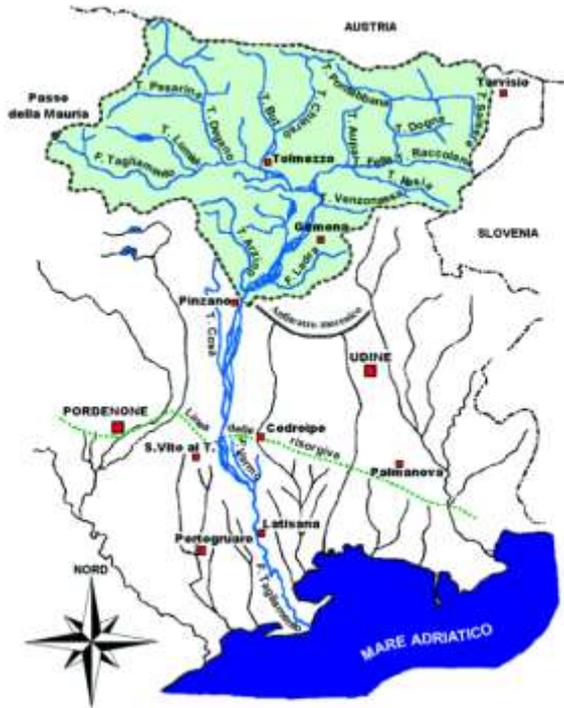
Evoluzione della potenza e della numerosità degli impianti idroelettrici



Fonte GSE

Impianti idroelettrici - Trieste – maggio, 2021 – P.Pinamonti

UTILIZZAZIONE DELL' ENERGIA IDRAULICA



Per dimensionare gli impianti e ottimizzarne la collocazione bisogna prima valutare la disponibilità della risorsa idrica all' interno del **bacino idrografico** di interesse.

$$V_a = S \cdot p \text{ [m}^3\text{]}$$

V_a

volume d' acqua affluito in un anno [m³]

S

superficie del bacino [m²]

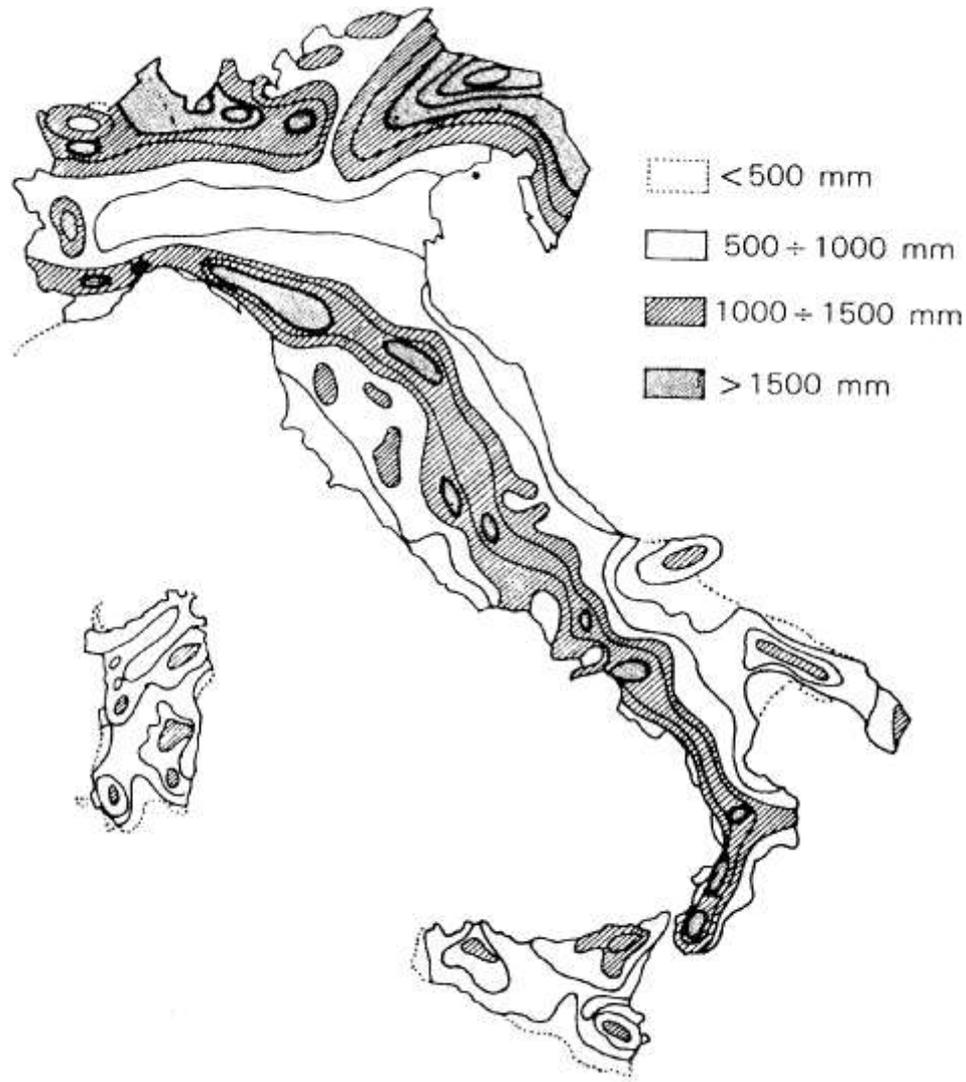
p

precipitazione annue [mm]

Valutazione dell' acqua disponibile = condizioni idrologiche e orografiche

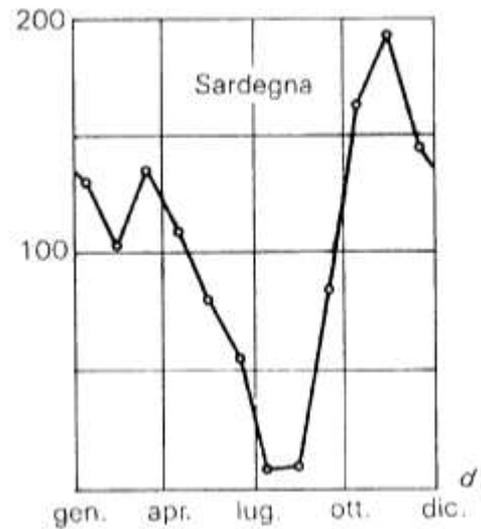
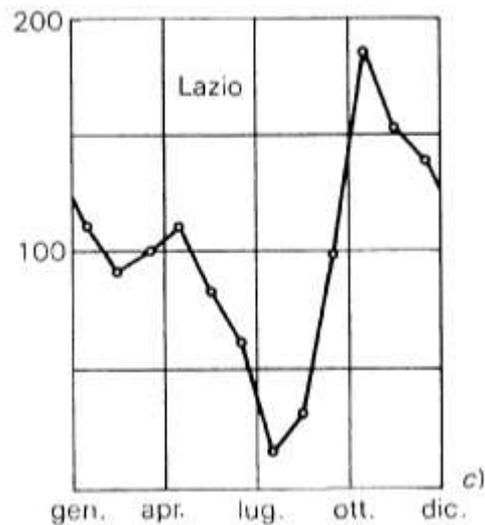
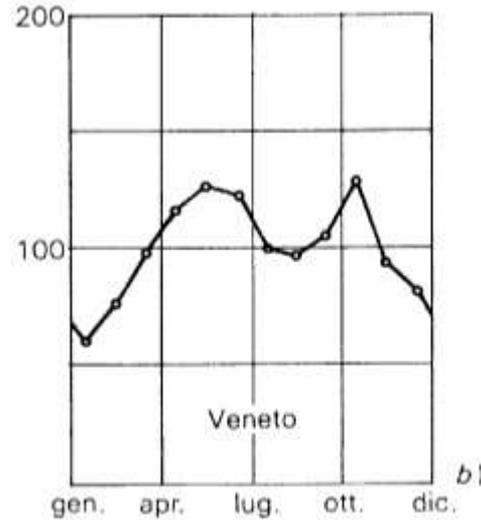
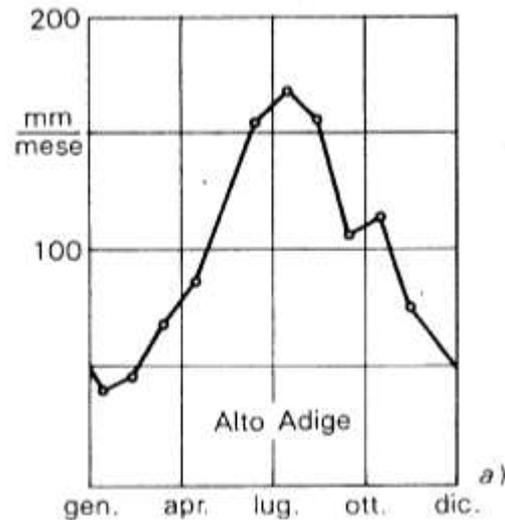
PLUVIOMETRIA E IDROLOGIA

UTILIZZAZIONE DELL' ENERGIA IDRAULICA



PRECIPITAZIONI
NORMALI IN ITALIA

UTILIZZAZIONE DELL' ENERGIA IDRAULICA



REGIMI PLUVIOMETRICI:

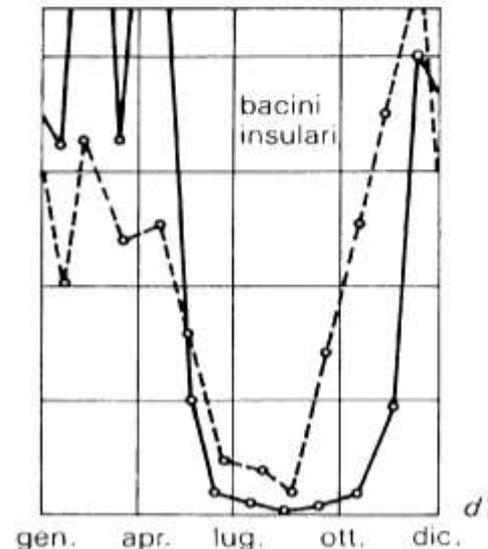
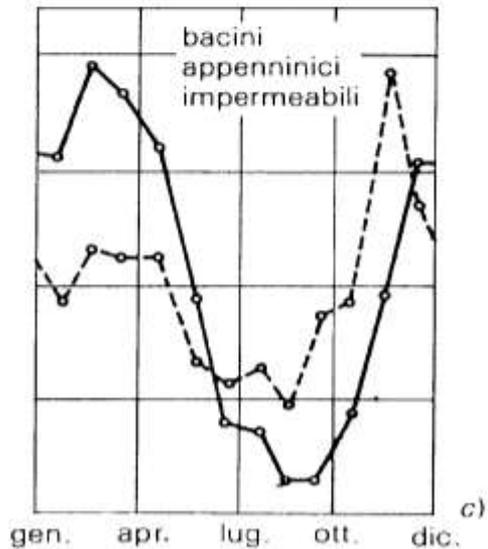
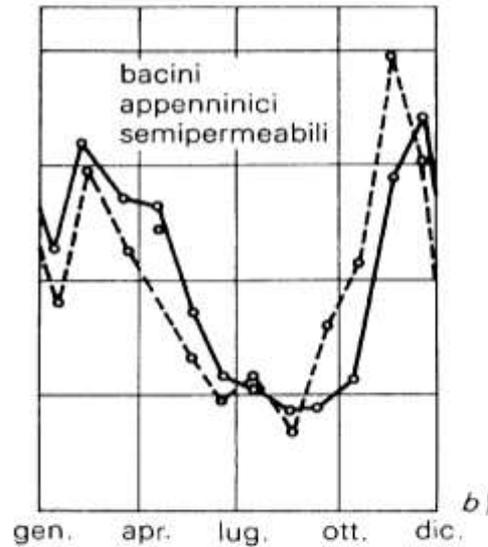
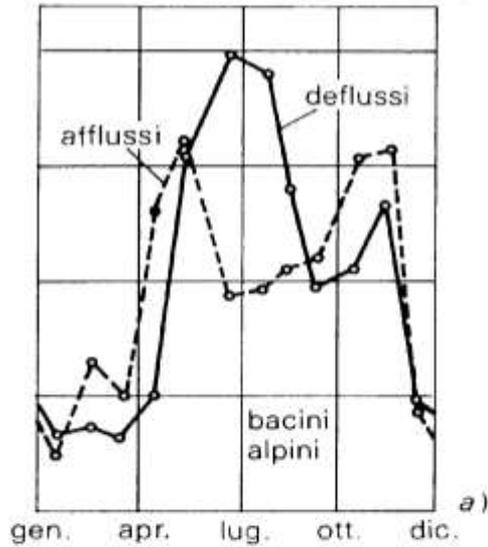
a) Continentale

b) Sublitoraneo alpino

c) Sublitoraneo appenninico

d) Marittimo

UTILIZZAZIONE DELL' ENERGIA IDRAULICA



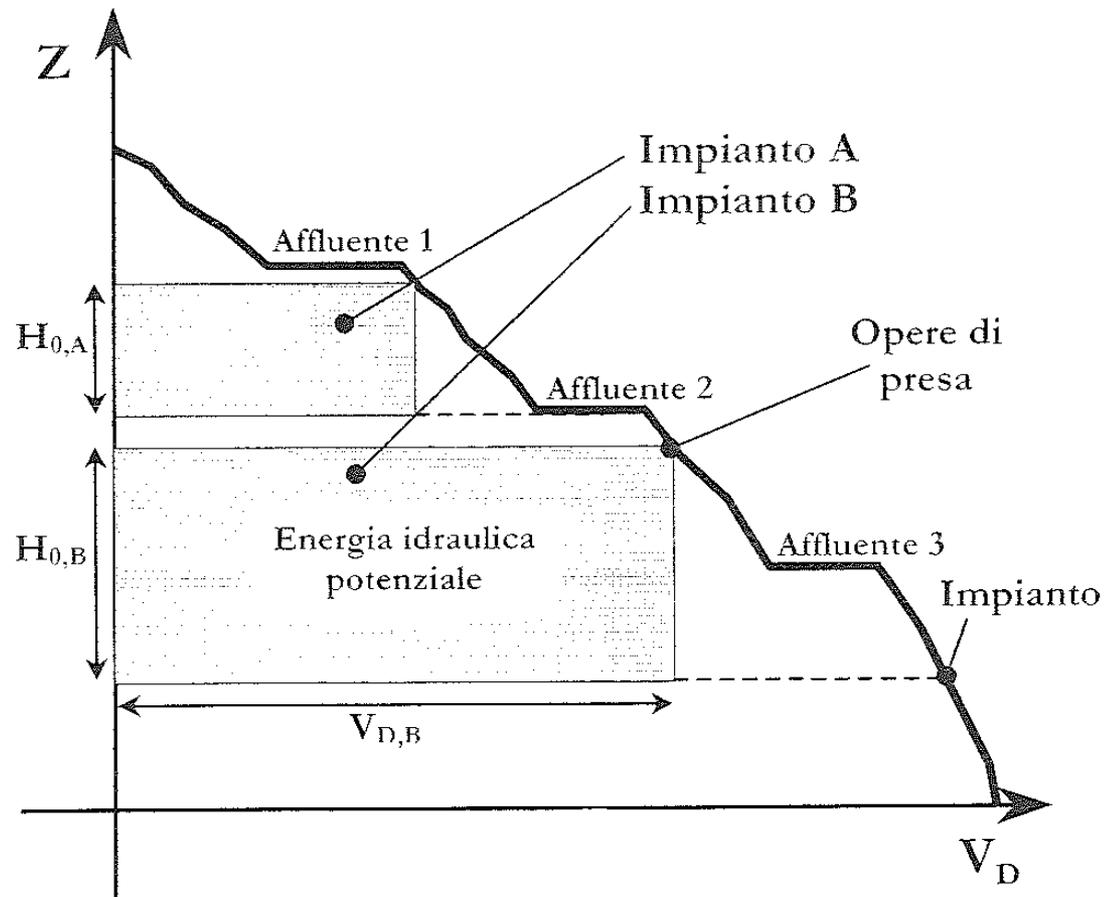
CARATTERISTICHE
IDROGRAFICHE
DEI CORSI D' ACQUA:

4 regimi idrografici tipici

UTILIZZAZIONE DELL' ENERGIA IDRAULICA

Il volume d' acqua che defluisce in ogni sezione del bacino può essere messo in relazione alla corrispondente quota geodetica, ottenendo un diagramma utile per definire la localizzazione degli impianti. L' obiettivo è di massimizzare lo sfruttamento (area sottesa alla curva), nel rispetto dei vincoli di natura tecnica, economica e ambientale.

Definita la localizzazione, il dimensionamento dell' impianto richiede la conoscenza degli andamenti annuali della portata disponibile.



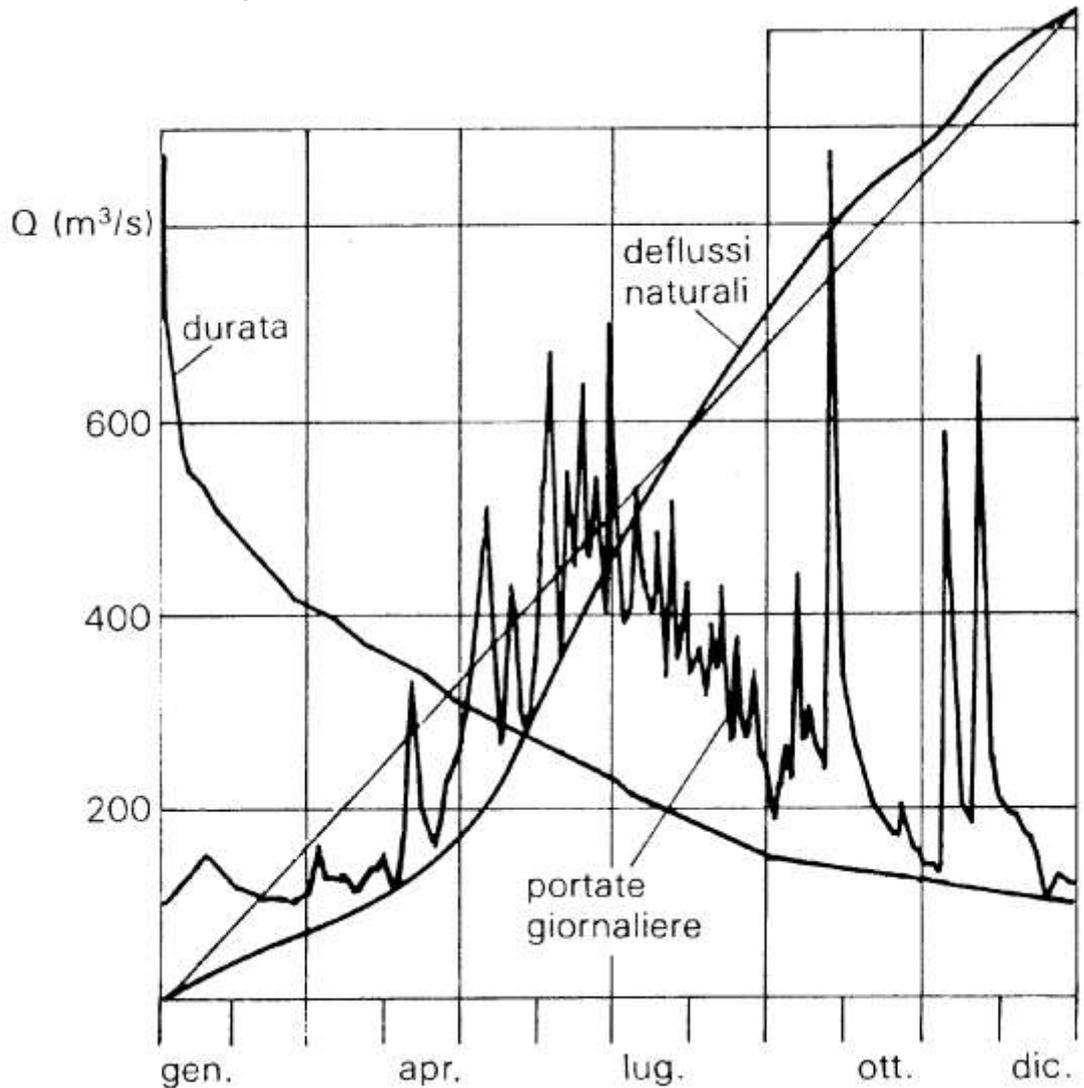
UTILIZZAZIONE DELL' ENERGIA IDRAULICA

DISPONIBILITA' DELLE PORTATE:

Portate giornaliere

Diagramma dei Deflussi

Diagramma di Durata



UTILIZZAZIONE DELL' ENERGIA IDRAULICA

Diagramma cronologico delle portate

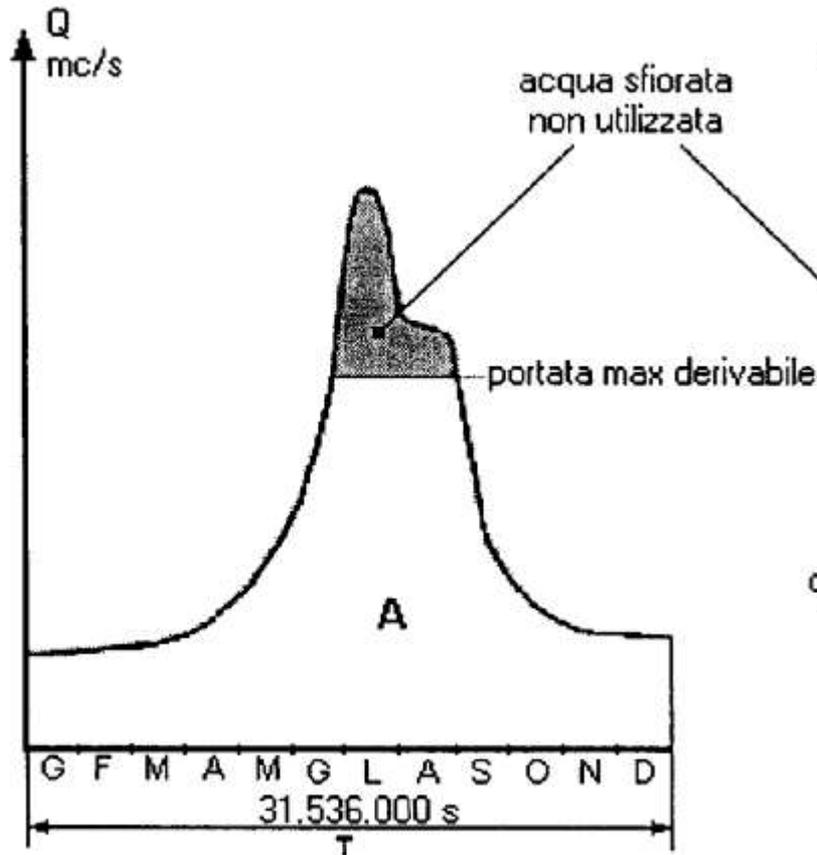
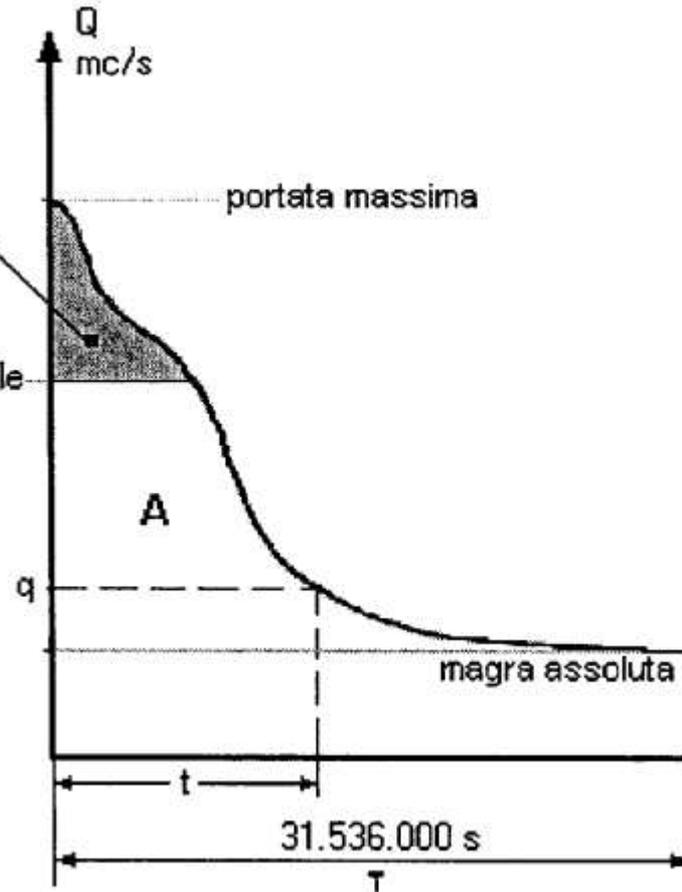


Diagramma delle durate delle portate



$A =$ volume utilizzato (proporzionale all'energia producibile)

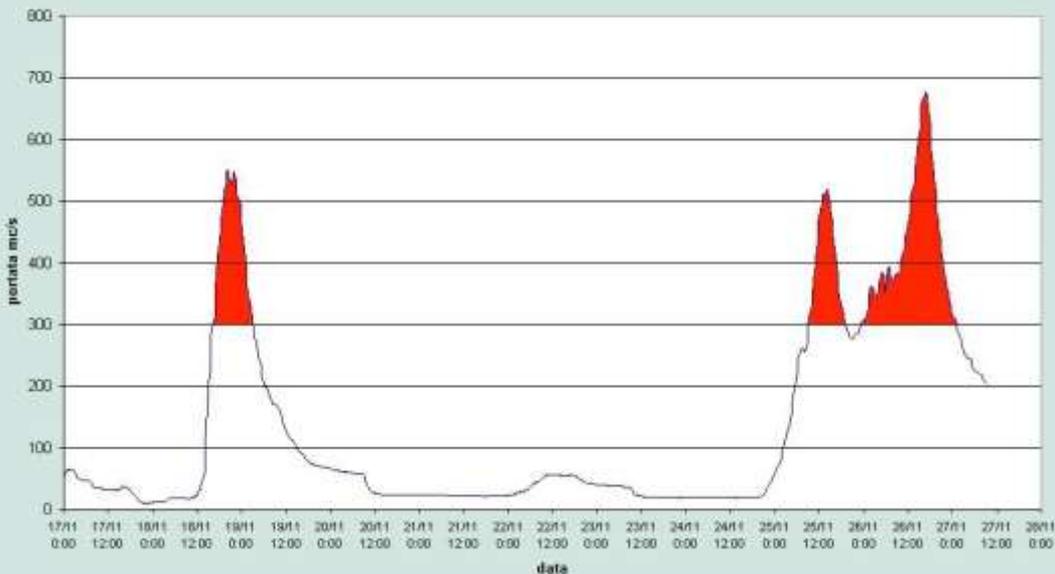
UTILIZZO PLURIMO DELLE ACQUE

La scelta della tipologia dell' impianto non segue soltanto considerazioni di carattere energetico ma anche aspetti legati all' orografia della zona, al l' impatto ambientale, all' investimento richiesto e al tipo di servizio che eventualmente l' impianto deve svolgere oltre a quello di conversione energetica. Ad esempio potrebbe convenire realizzare un impianto a bacino per garantire un accumulo dell' acqua anche per usi potabili od irrigui, oltre che per il controllo delle piene.

ESEMPIO SERBATOIO DI RAVEDIS (PN)



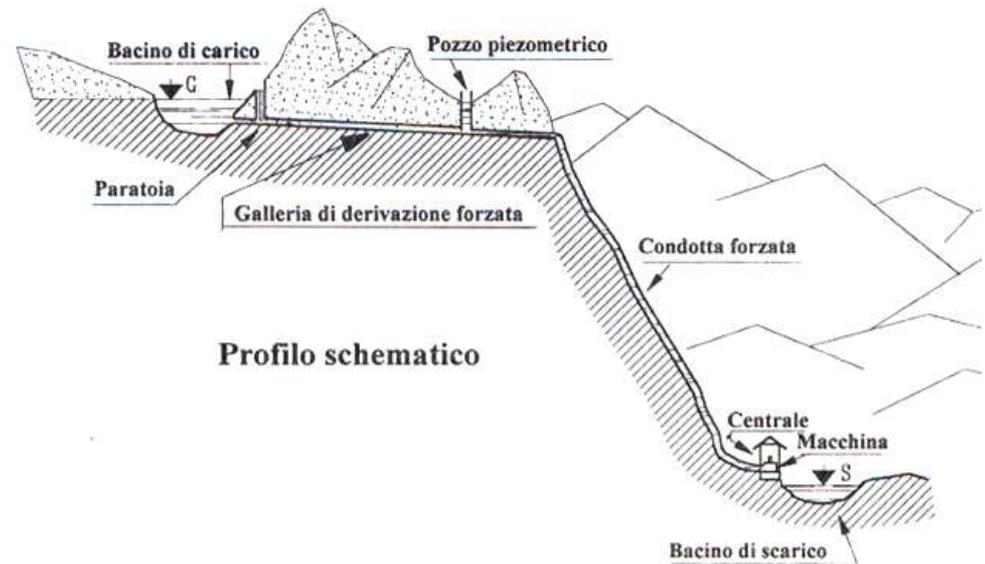
Novembre 2002



Caratteristiche Impianti idroelettrici: componenti principali

Una macchina idraulica ha quindi bisogno di una serie di strutture di tipo civile per potere convogliare l'acqua dal livello superiore fino al livello della centrale cioè di un **impianto idroelettrico**, i cui componenti sono generalmente:

- Serbatoio (naturale o artificiale)
- Opera di presa
- Galleria di derivazione (in pressione o a pelo libero)
- Condotta forzata (tubazione in pressione)
- Pozzo piezometrico (o vasca di carico)
- Centrale (sito di installazione di macchina idraulica e macchina elettrica)
- Bacino di scarico (permette all'acqua di allontanarsi dalla centrale)



Caratteristiche Impianti idroelettrici: DIGHE

Opere di sbarramento di valli e fiumi costruite per creare una riserva d'acqua.

Scopi: per produrre energia, irrigare, regolare le portate fluviali, trattenere il materiale solido trasportato dal corso d'acqua, etc.).

Traversa fluviale: se l'opera di sbarramento non comporta un dislivello notevole tra monte e valle (altezza inferiore a 10 m).



Caratteristiche Impianti idroelettrici: DIGHE

Tipologia dighe		
Dighe murarie	a gravità <small>si oppongono alla spinta dell'acqua con il proprio peso</small>	ordinarie (massicce);
		a speroni, a vani interni;
	a volta	ad arco <small>la pressione idrostatica, per l'effetto arco, viene scaricata sulle spalle della stretta da sbarrare.</small>
		ad arco-gravità
		a cupola
	a volte o solette, sostenute da contrafforti.	
Dighe di materiali sciolti	in terra <small>adatte a terreni sciolti coesivi e non coesivi</small>	
	in pietrame (scogliere) <small>indicate per terreni rocciosi eterogenei fratturati e/o alterati</small>	
	di terra e/o pietrame, zonate, con nucleo di terra per la tenuta	
	di terra permeabile o pietrame, con manto o diaframma di tenuta di materiali artificiali	
Sbarramenti di tipo vario		
Traverse fluviali		

Caratteristiche Impianti idroelettrici: SCARICHI delle DIGHE

La diga deve essere provvista di scarichi per:

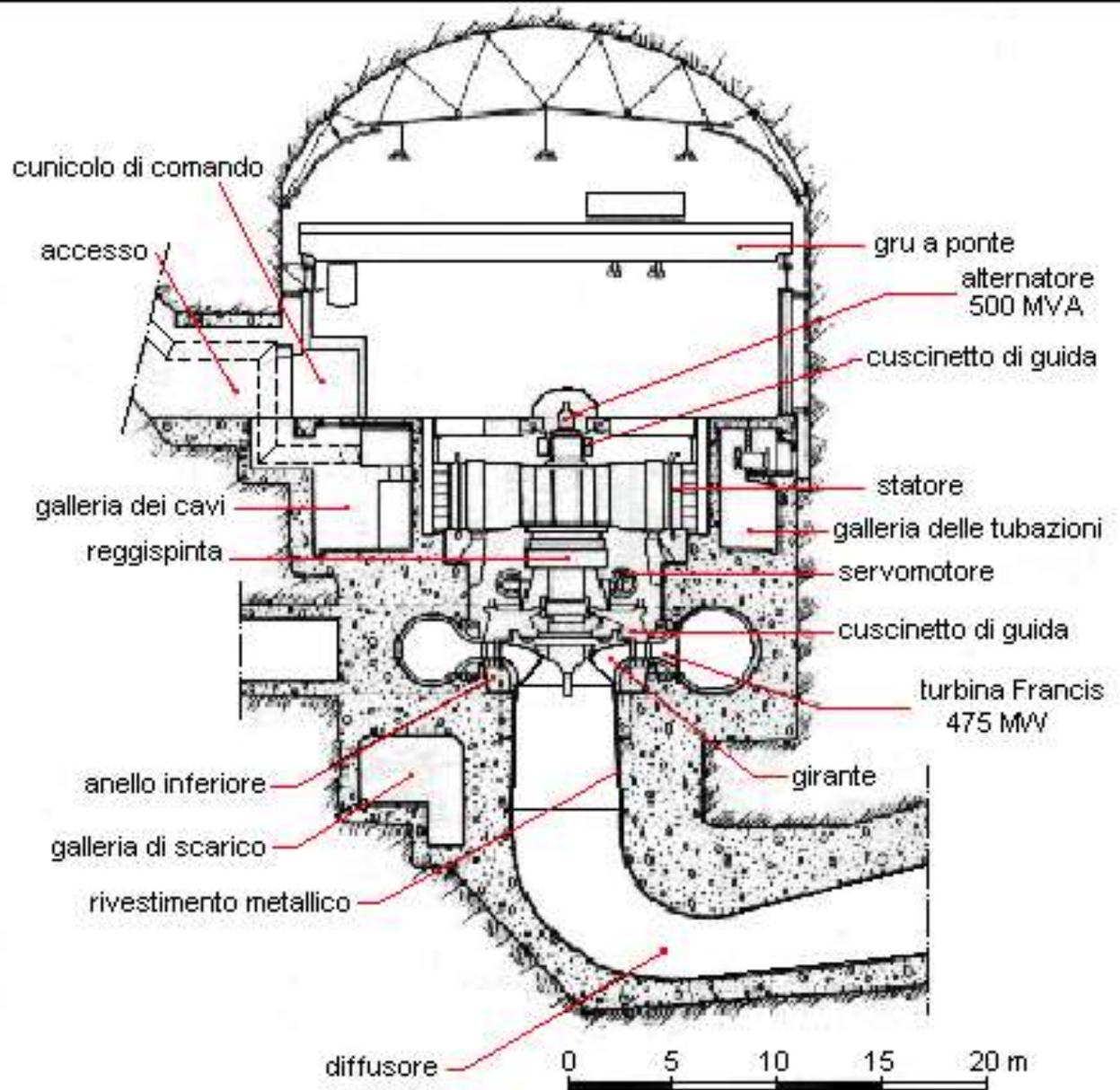
- svuotare il serbatoio
- mantenere il livello voluto nel serbatoio
- incanalare parte dell' acqua per uso idroelettrico/irriguo

Tipi di scarichi/prese presenti su ogni diga:

- Opere di presa
- Scarichi di superficie
- Scarichi di fondo
- Scarichi di esaurimento



Schema di centrale idro- elettrica



Classificazione Impianti idroelettrici

Classificazione in base alla potenza nominale dell' impianto:

- **Micro centrali idroelettriche** **P < 100 kW**
- **Mini centrali idroelettriche** **P < 1000 kW**
- **Piccole centrali idroelettriche** **P < 10 MW**
- **Grandi centrali idroelettriche** **P > 10 MW**

Classificazione in base al Salto H

- Bassa caduta $H < 50$ m
- Media caduta $H = 50-250$ m
- Alta caduta $H = 250-1000$ m
- Altissima caduta $H > 1000$ m

Classificazione in base alla Portata (Q)

- Piccola portata $Q < 10$ m³/s
- Media portata $Q = 10-100$ m³/s
- Grande portata $Q = 100-1000$ m³/s
- Altissima portata $Q > 1000$ m³/s

Classificazione in relazione alla derivazione idraulica che alimenta l' impianto:

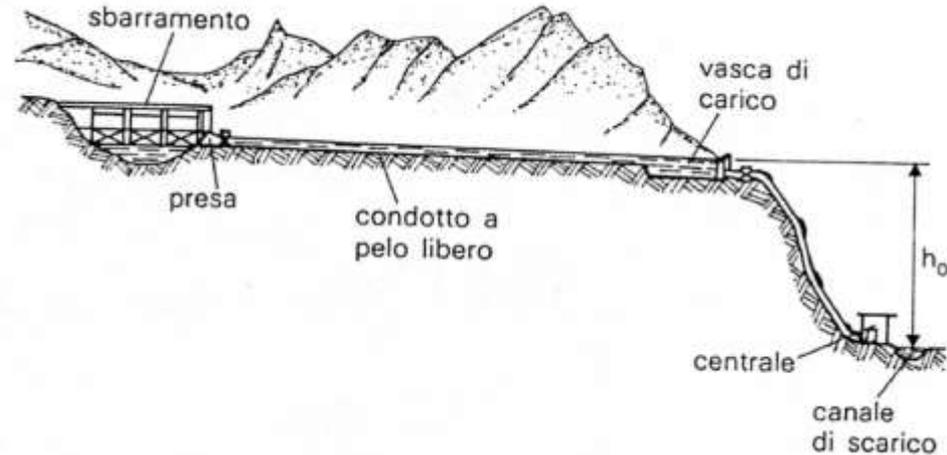
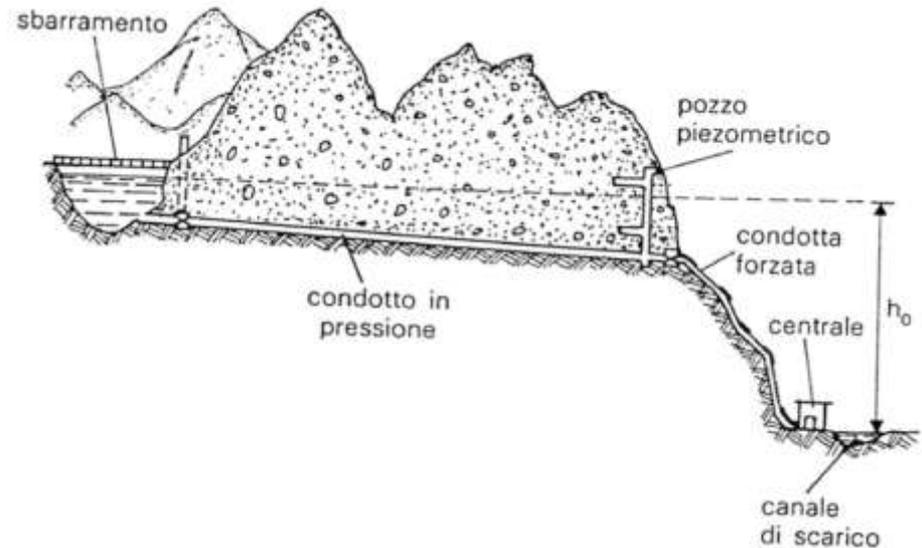
- **Impianti ad acqua fluente**
- **Impianti a bacino (a regolazione parziale)**
- **Impianti a serbatoio (a regolazione totale)**

Tipologie di impianti idroelettrici

Impianto a bacino o a serbatoio

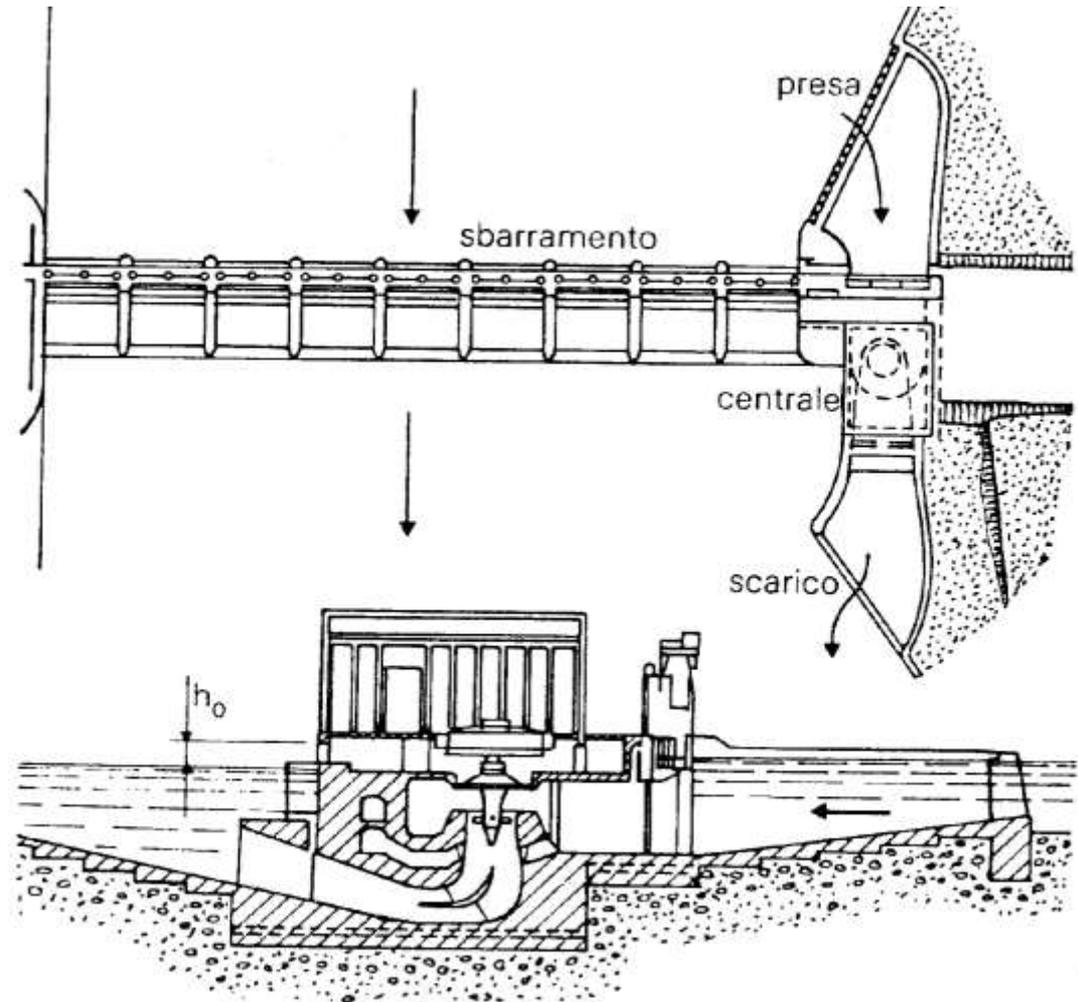
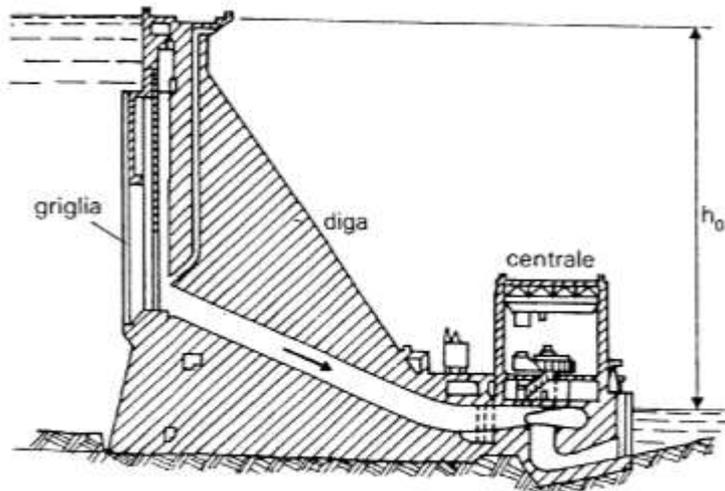
Presenza di un bacino di carico; si dice a serbatoio se la durata di invaso è maggiore di 400 ore.

Possono essere con condotto in pressione (moderni) o con canale a pelo libero (primi impianti idro).

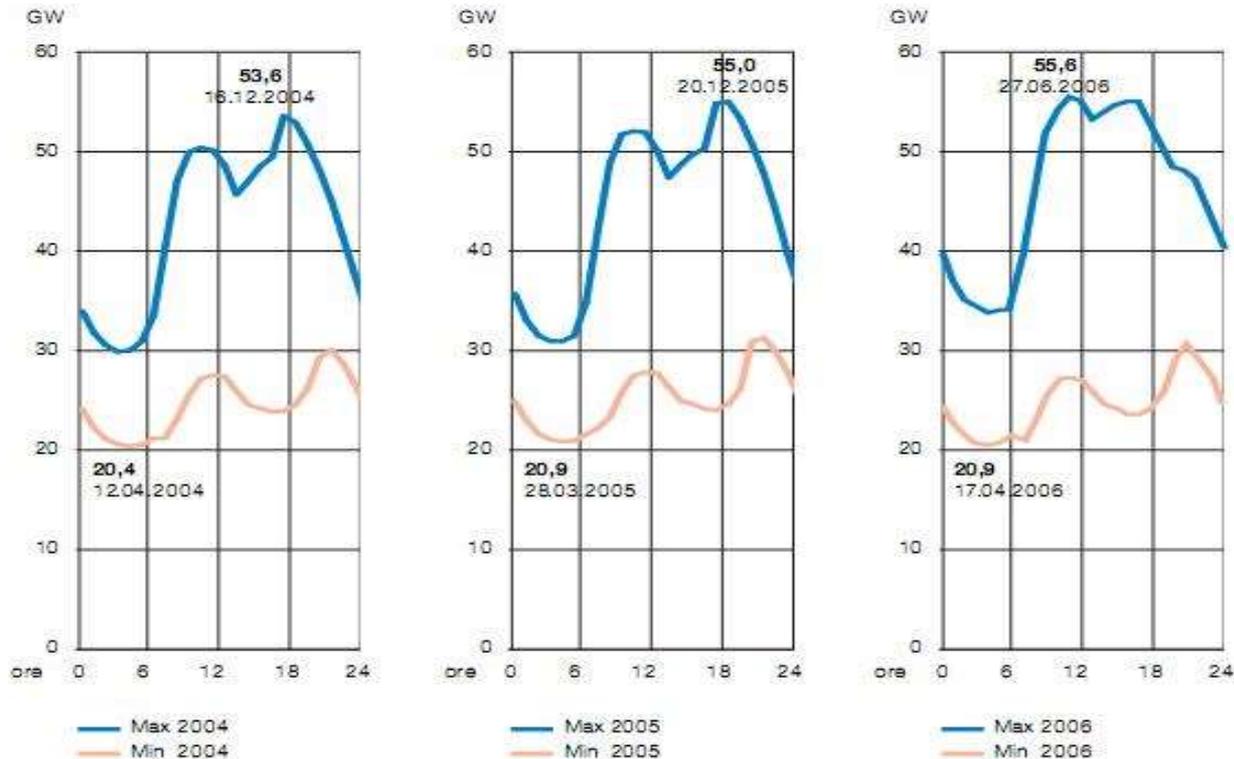


Tipologie di impianti idroelettrici

Impianto ad acqua fluente



Diagrammi di carico giornaliero



- La richiesta di energia elettrica della rete di un Paese industriale viene rappresentata dalla curva del *diagramma di carico giornaliero*.
- La variabilità del diagramma di carico è un problema tecnico-economico legato al tipo di centrali che alimentano la rete.
- Gli impianti termoelettrici di grande potenza hanno ridotti campi di regolazione e limiti di funzionamento ad alto rendimento estremamente limitati, al contrario degli impianti idraulici.

Copertura del diagramma di carico

- Dalla base del carico alle punte, utilizzando gli impianti seguenti:
- **Impianti idraulici ad acqua fluente**
- **Impianti geotermici**
- **Impianti termonucleari**
- **Impianti termici a vapore**
- **Impianti idraulici a bacino di modulazione**
- **Impianti idraulici a bacino di regolazione**

Per i primi quattro tipi di impianti, necessario/ottimale il funzionamento il più possibile a carico nominale (*rendimento, coefficiente di utilizzazione di impianti costosi, "lentezza" di variazioni di carico*).

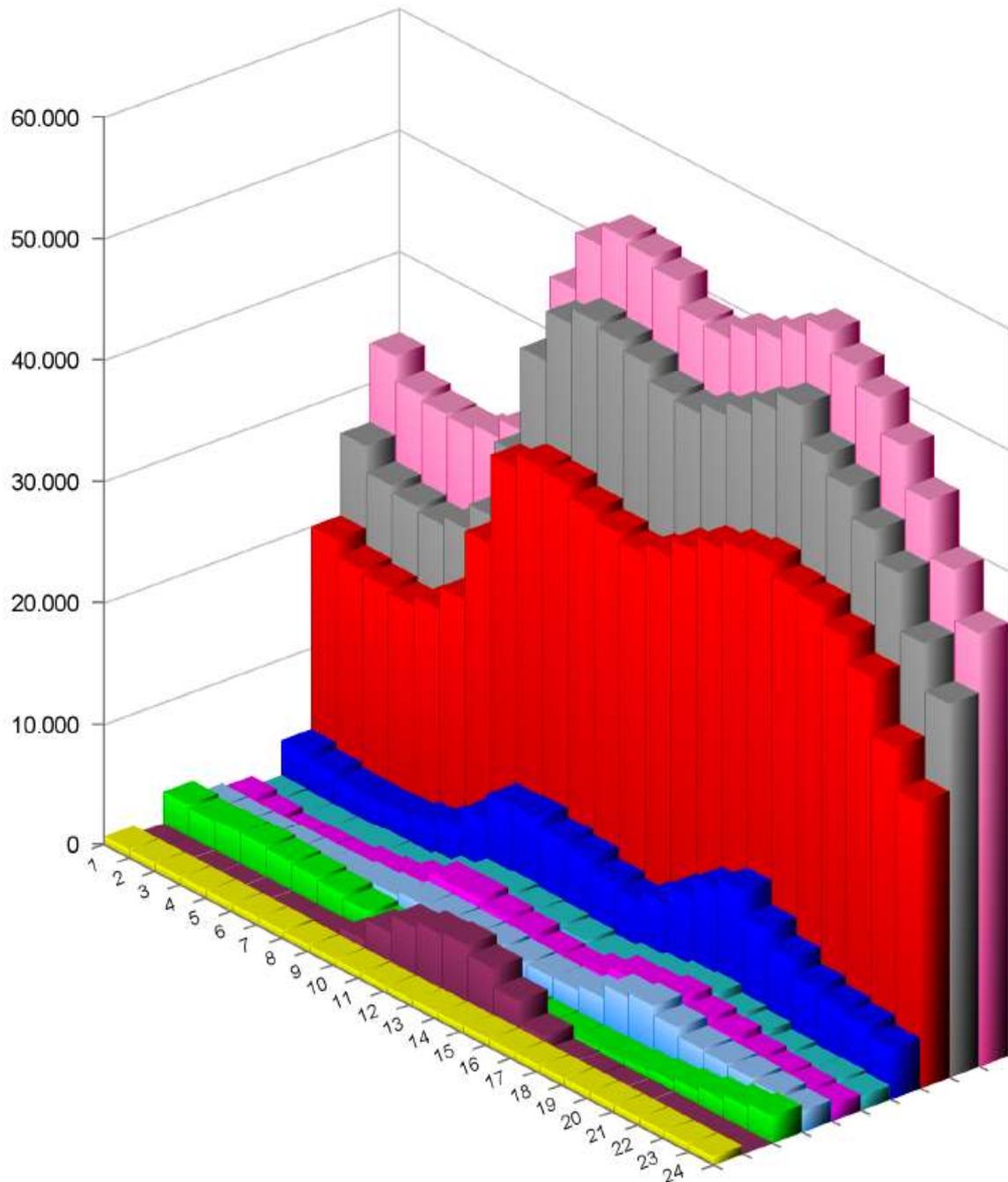
Gli impianti idro-elettrici a bacino ideali per effettuare la regolazione (*capacità di forti e rapide variazioni di carico, rendimenti elevati anche a carichi parziali, forte automazione*).

La loro presenza costituisce per il sistema di produzione un punto di forza per una gestione ottimale sia tecnica che economica.

Introduzione

MW

Curva di Carico Giornaliero – Italia 3° mercoledì dicembre 2018



fonte: TERNA

Impianti ad accumulo mediante pompaggio

Impianto di pompaggio

Nelle ore di minor carico (notte), è spesso disponibile energia termoelettrica a costo ridotto. In tali situazioni è economicamente conveniente ricorrere all'accumulo dell'energia idraulica mediante pompaggio. Si utilizza cioè l'energia prodotta dalle centrali termoelettriche, al costo marginale nelle ore di basso carico, per pompare acqua nei serbatoi in quota e produrre quindi energia idroelettrica nelle ore di punta.



Dal punto di vista tecnico, gli impianti di pompaggio sono realizzati secondo due tipologie:

Impianti ternari: con una sola macchina elettrica (motore-generatore) e due macchine idrauliche (turbina e pompa).

Impianti binari: con una sola macchina elettrica e una sola macchina idraulica.

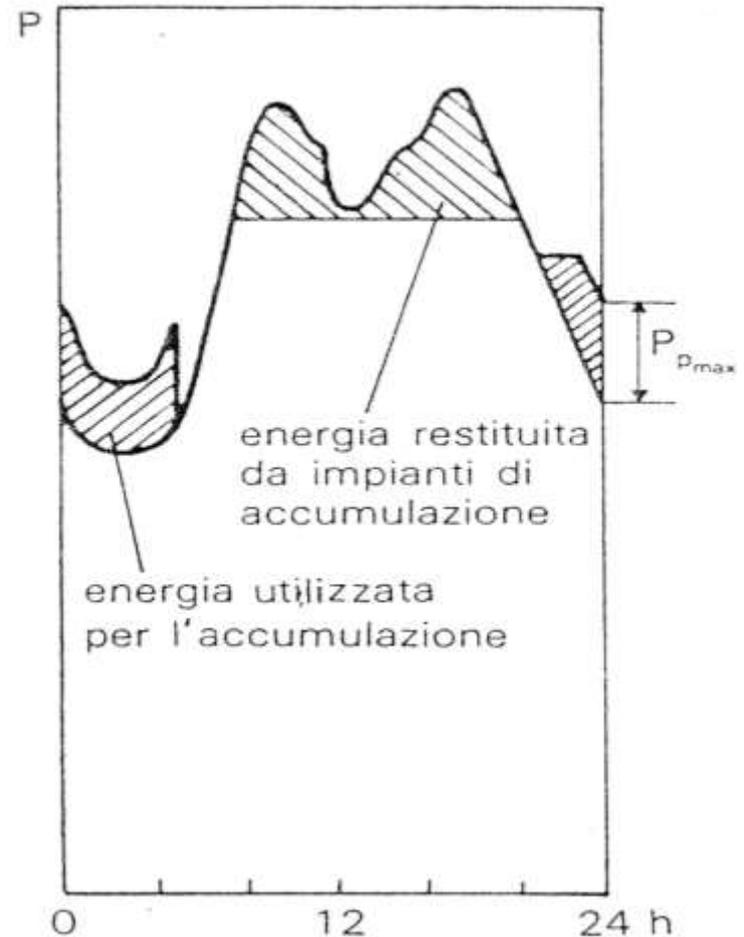
Vantaggi Impianti idroelettrici di pompaggio

“Appiattimento” del diagramma di carico

Operazione economicamente conveniente

che porta sia alla riduzione delle potenze installate degli impianti di base,

sia al consumo di energia elettrica a basso valore commerciale per l'accumulo di energia che sarà utilizzata nei periodi di maggiore richiesta della rete e quindi con un valore commerciale nettamente superiore (*rapporto circa 3/1*).

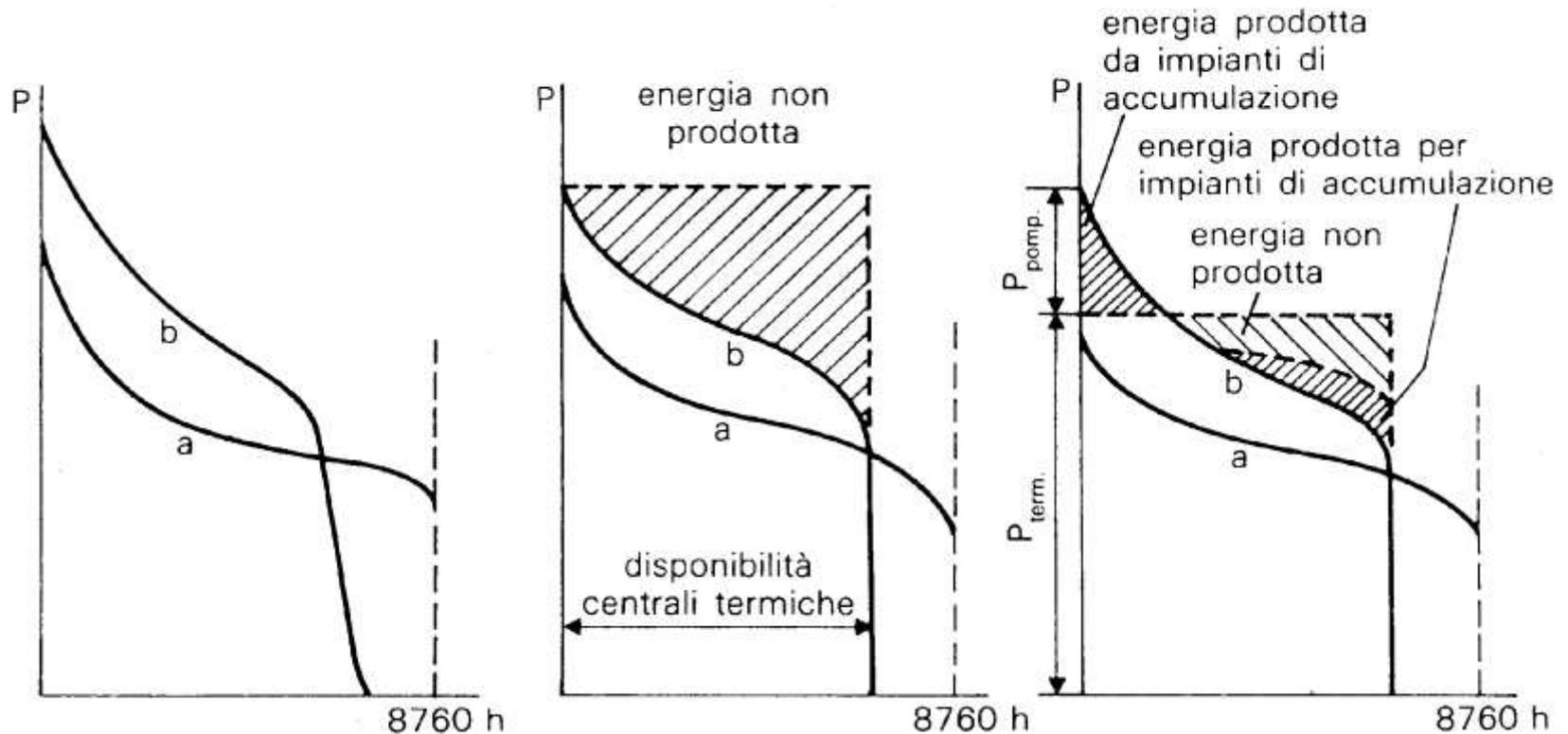


I servizi offerti dagli impianti di accumulazione

- L' inserimento di un sistema di questo genere in una rete elettrica consente di effettuare
- una serie di servizi:
 - Servizio di potenza.
 - Servizio di trasferimento.
 - Servizio di rampa.
 - Servizio di riserva rotante.
 - Servizio di regolazione.
- I quali corrispondono a quelli relativi agli impianti idraulici a bacino, salvo per il servizio di
- trasferimento.

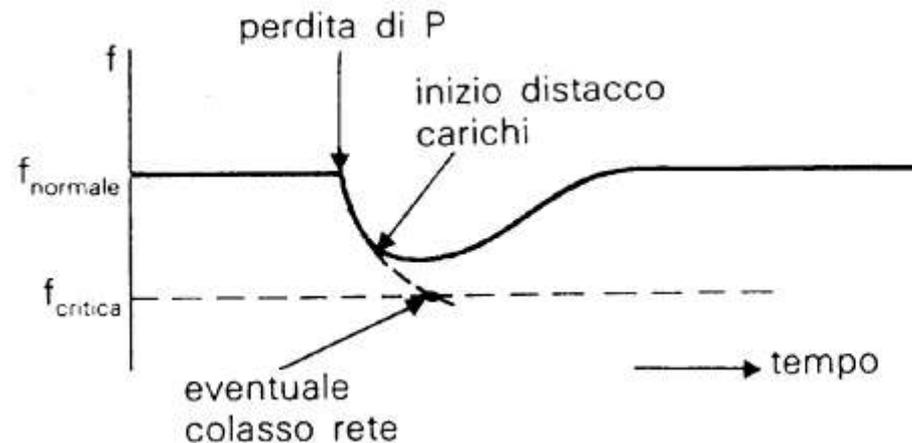
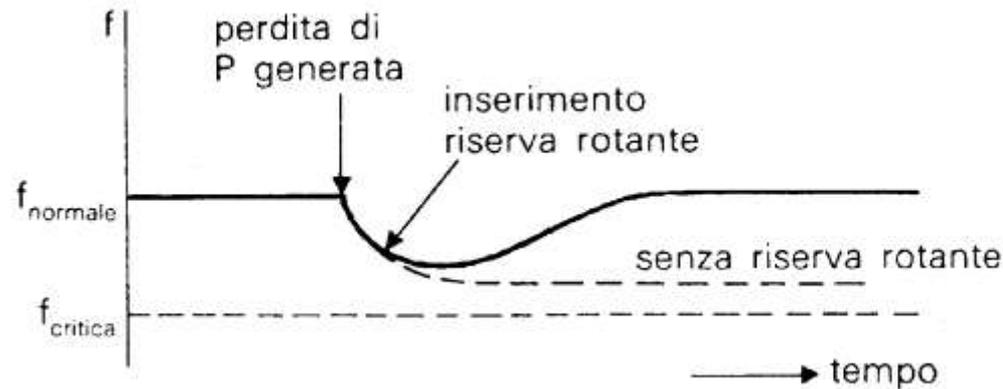
Impianti ad accumulo mediante pompaggio

Monotona di carico e Monotona di produzione



Impianti ad accumulo mediante pompaggio

Andamento della frequenza di rete per perdita di potenza di generazione



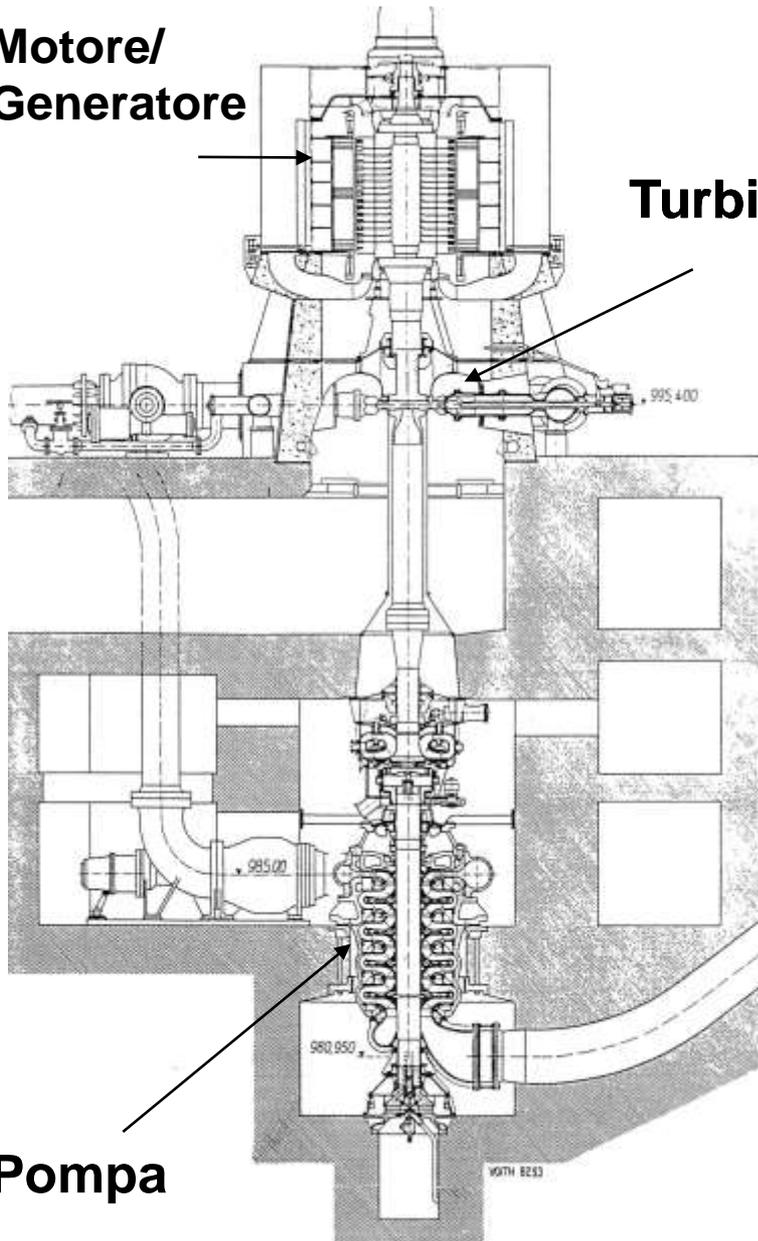
Scelta dello schema d' impianto

- La scelta dello schema della centrale di pompaggio dipende dalle caratteristiche dell' impianto (portata massima e dislivello tra i bacini) ed è condizionata dall' esigenza di ottenere il più elevato rendimento nel doppio trasferimento di energia pompa-acqua e acqua-turbina che interviene nel ciclo di accumulazione ed utilizzazione.
- L' energia utile prodotta dalla turbina raggiunge normalmente il 70-80 %, di quella utilizzata dalla pompa (a causa dei rendimenti delle singole trasformazioni energetiche).
- I gruppi macchina installati in una centrale di pompaggio possono essere così strutturati:
 - Un gruppo motore-pompa più un gruppo turbina-generatore.
 - **Un gruppo turbina-pompa-generatore/motore (“*impianto ternario*”).**
 - **Un gruppo pompa/turbina-generatore/motore (“*impianto binario*”).**

Gruppi ternari

**Motore/
Generatore**

Turbina



Pompa

- Nei gruppi ternari le 3 macchine (generatore/motore, turbina e pompa) sono disposte sullo stesso asse, generalmente con disposizione verticale.
- Questa configurazione permette di installare l'alternatore e la turbina al di sopra del livello dell'acqua dello scarico, mentre la pompa si trova al di sotto di tale livello.

**Motore/
Generatore**

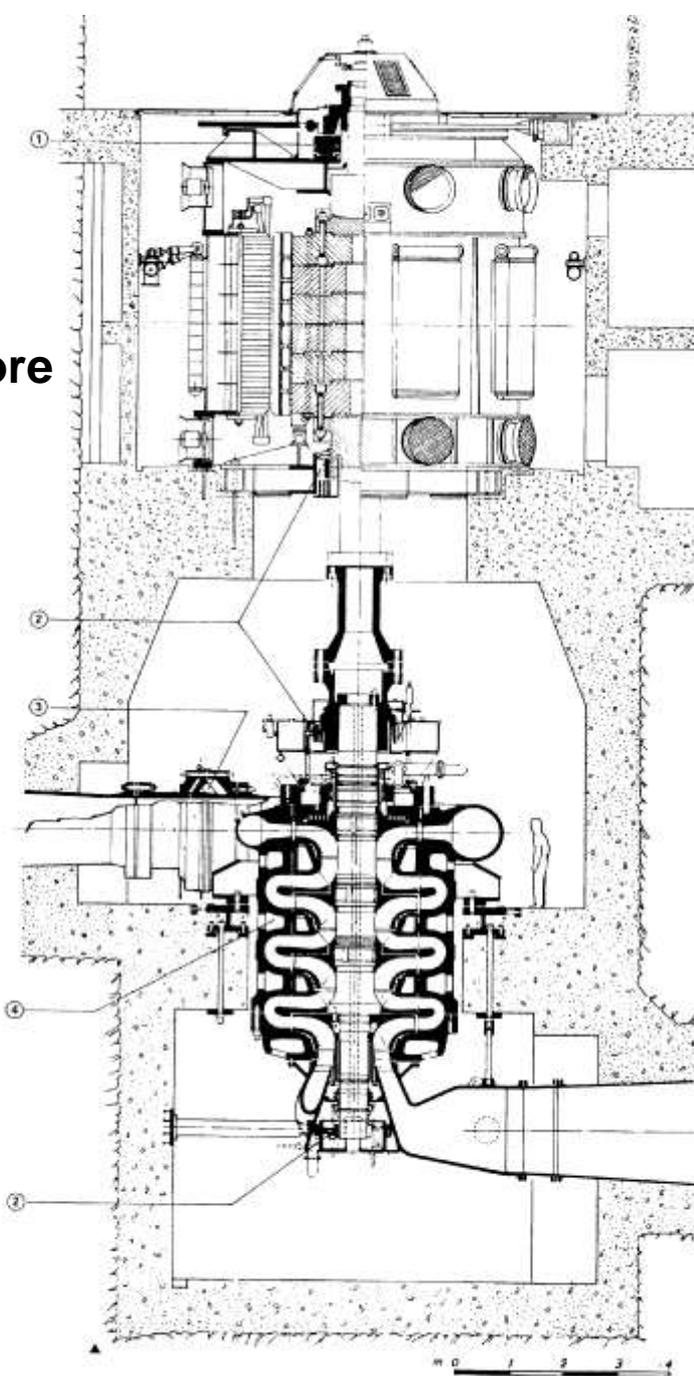


Fig. 1.5.6. —
Impianto «binario»
(da HYDROART 1984).

Generazione: $H=1046,5$
m; $Q=16,1$ m³/s; $P=147,3$
MW; $n=600$ r/min.

Pompaggio: $H=1068,8$ m;
 $Q=12,3$ m³/s; $P=145,1$
MW; $n=600$ r/min.

1 - supporto di guida e
spinta; 2 - supporto di guida;
3 - giunto equilibratore; 4 -
pompa-turbina.

Gruppi binari

- Nei gruppi binari le 2 macchine (generatore/motore, Pompa/turbina e pompa) sono disposte sullo stesso asse, generalmente con disposizione verticale.
- Questa configurazione permette di installare l'alternatore al di sopra del livello dell'acqua dello scarico, mentre la pompa si trova al di sotto di tale livello.

Ci possono essere problemi di cavitazione in pompaggio.

**Pompa-
Turbina**

Produzione lorda di Energia Idro-elettrica da apporti di pompaggio in Italia (GWh) *secondo regione*

Regione	Anno 2008	Anno 2013	Anno 2016
Piemonte	1.167	406	556
Lombardia	1.505	430	515
Trentino Alto Adige	45	29	49
Veneto	0,3	1,3	1,4
Emilia Romagna	326	22	20
Abruzzo	165	46	19
Campania	609	466	316
Sicilia/Sardegna	375	470	321
ITALIA	5.570	1868	1825

(Fonte: TERNA)

Tipi di turbine: Pelton



Alta caduta

Bassa portata

Turbina
tangenziale

Turbina ad
azione

Tipi di turbine: Francis



Media caduta

media portata

Turbina radiale

Turbina a
reazione

Turbina tipo Kaplan



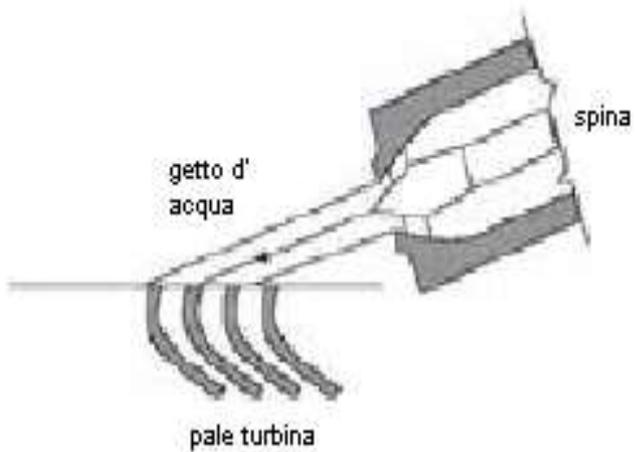
Bassa caduta

alta portata

Turbina assiale

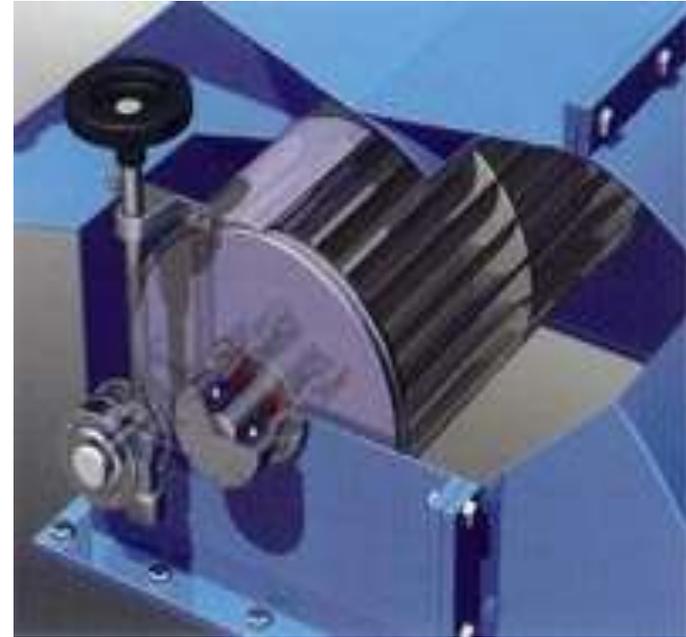
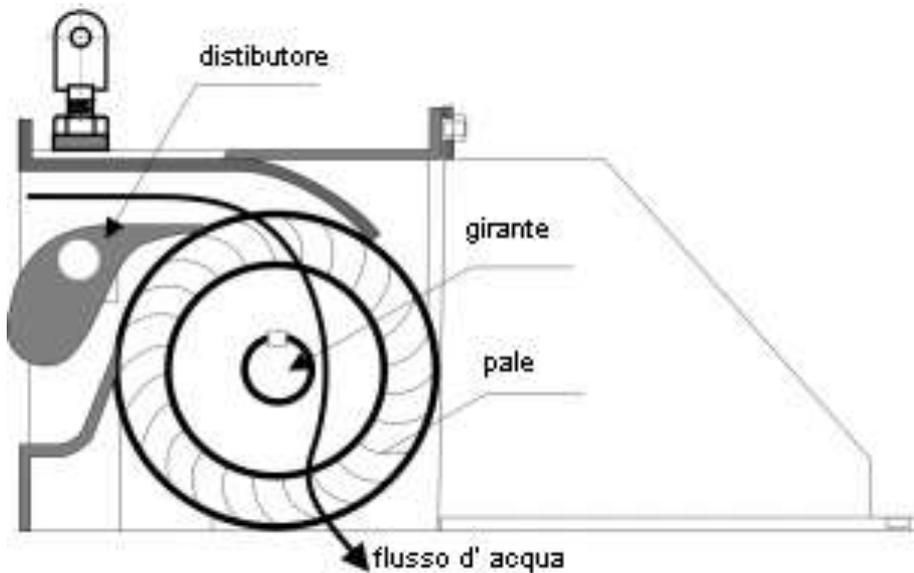
Turbina a
reazione

Turbina Turgo



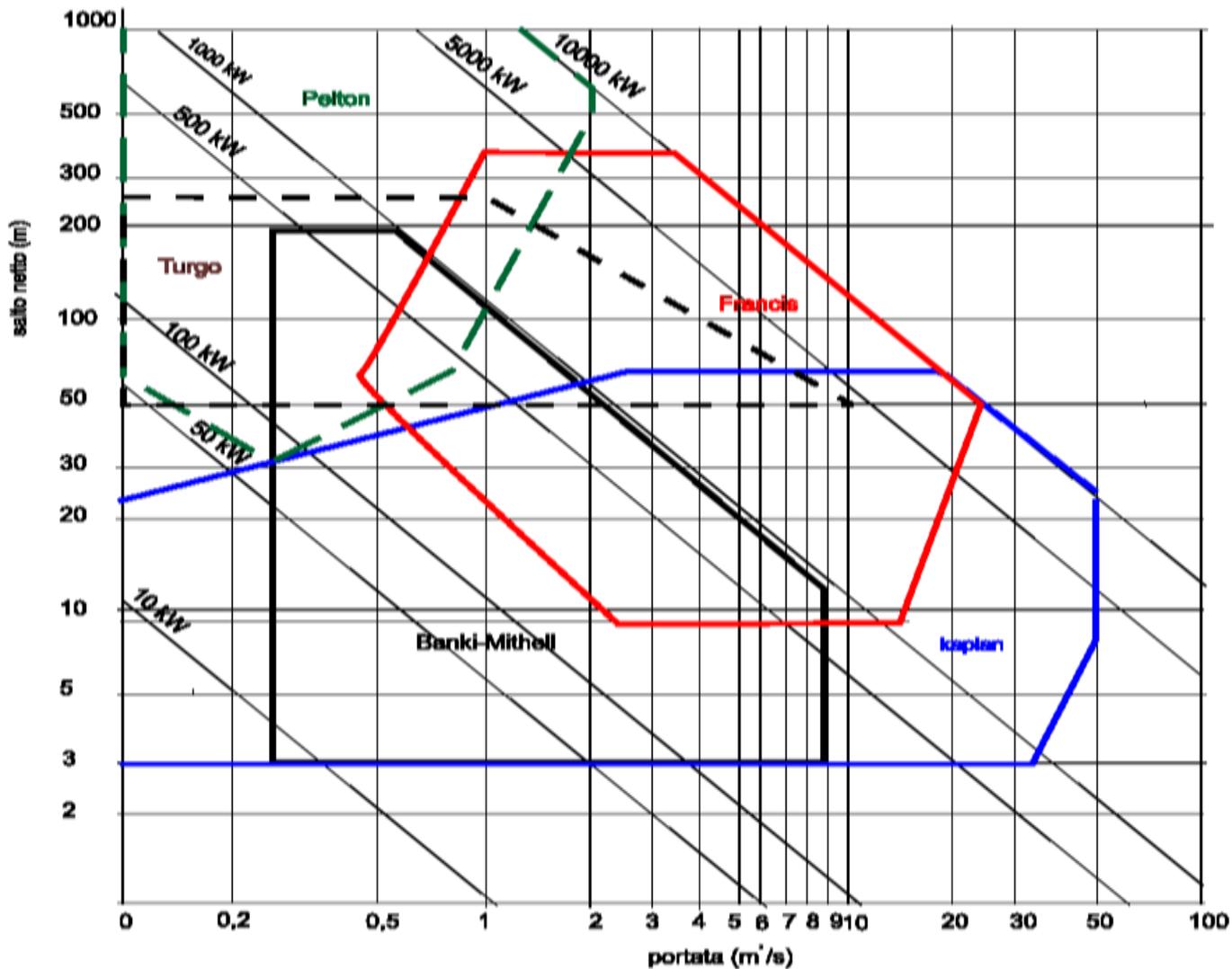
Media caduta
Bassa portata
Turbina tangenziale
Turbina ad azione

Turbina Banki-Mitchell



bassa caduta
Bassa portata
Turbina radiale
Turbina ad azione

Campi funzionamento turbine idrauliche



Impianti Mini-idroelettrici

Il mini-idro è considerato, nei documenti programmatici sulle fonti rinnovabili, come uno dei settori dove è possibile operare maggiori sviluppi. Alcuni fattori che rendono interessante questa categoria di impianti:

Copertura della domanda elettrica nazionale: Pur essendo di limitata potenza unitaria, possono diventare complessivamente molto numerosi, e quindi apportare un contributo non trascurabile. Contribuiscono inoltre positivamente alla generazione distribuita e all' ampliamento del mix energetico.

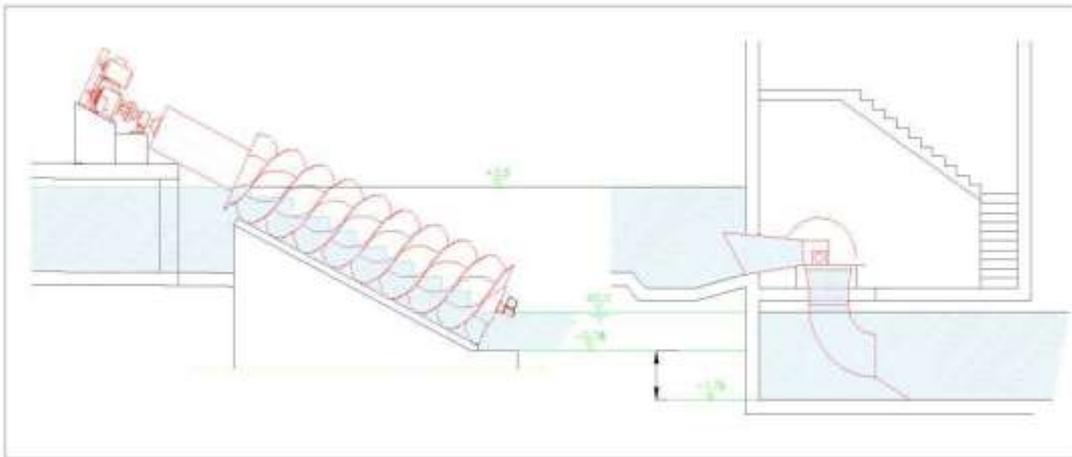
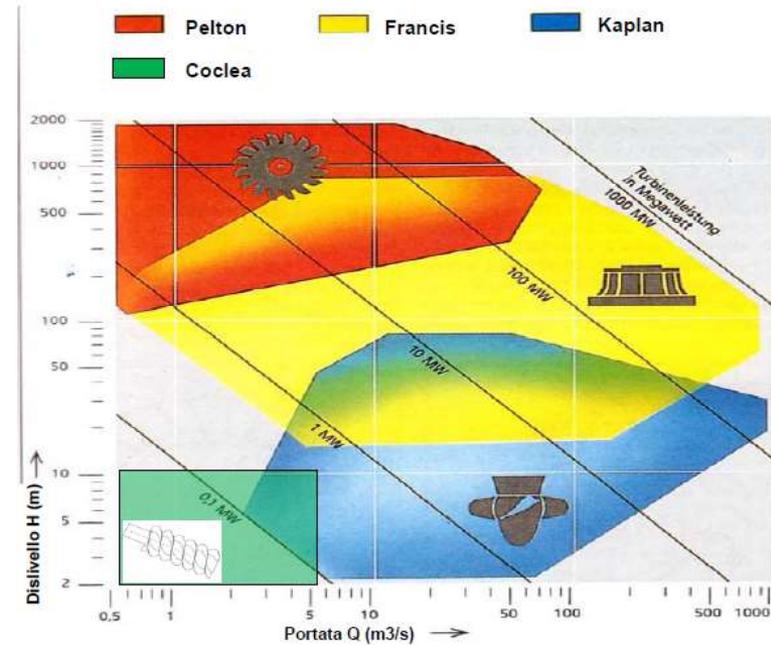
Salvaguardia dell'ambiente: Gli impianti idroelettrici di piccola taglia sono caratterizzati da modalità costruttive e organizzative di scarso impatto sul territorio; inoltre possono essere gestiti, almeno per l'ordinario funzionamento, anche da piccole comunità (alcuni impianti, ad esempio, sono condotti dai gestori di rifugi alpini) ed anche integrati in un uso plurimo ed equilibrato della risorsa acqua.

Tutela del territorio: la presenza di piccoli impianti sul territorio induce all' osservazione e manutenzione del territorio.

Tecnologia: i mini-idro sono impianti idroelettrici che si basano sulle tecnologie consolidate degli impianti maggiori; nel caso delle taglie “micro” le tecnologie sono più innovative e stanno mostrando ampi margini di sviluppo.

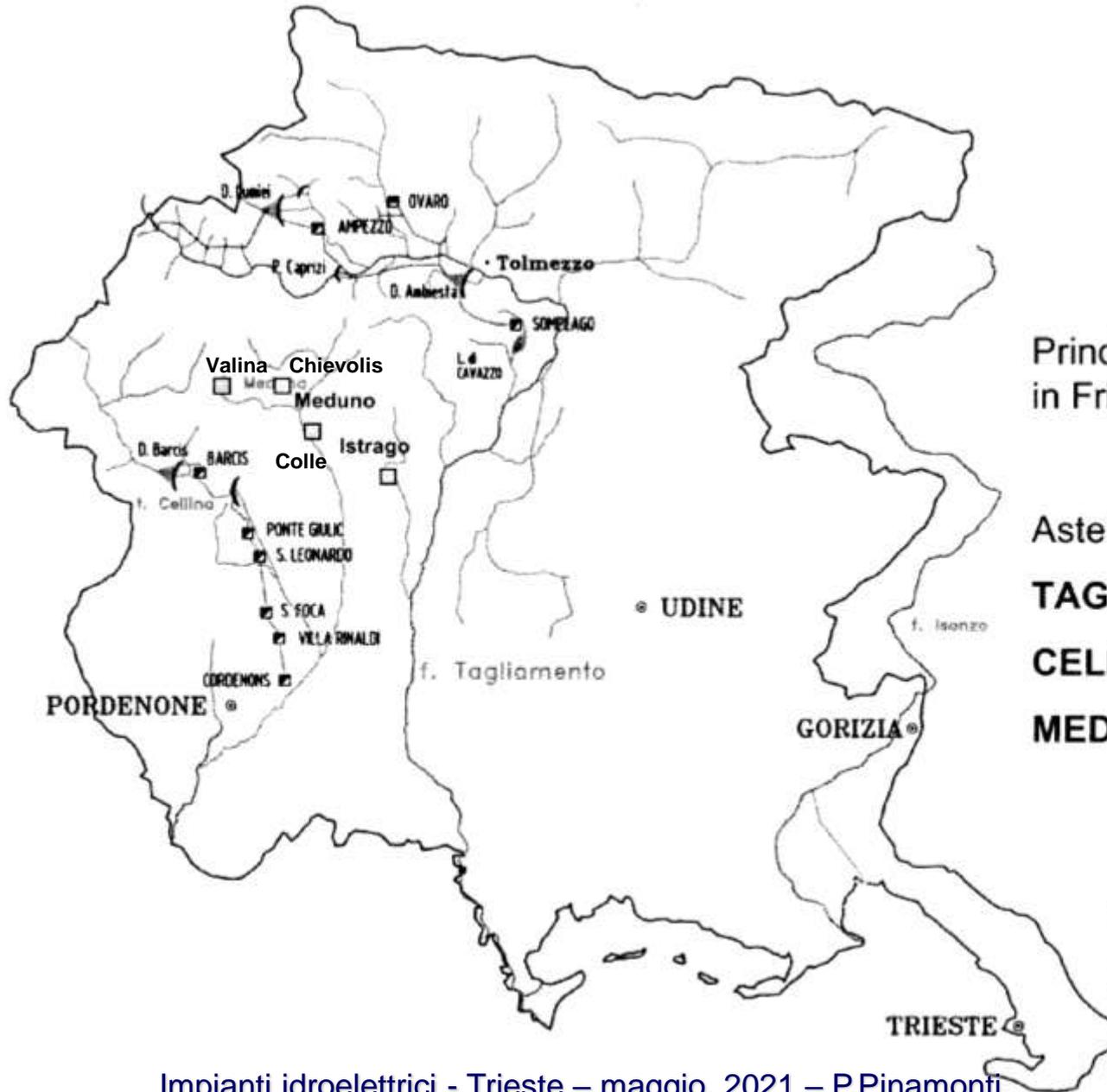
Costi di installazione e tempi di ritorno di investimento competitivi rispetto alle altre fonti di energia rinnovabili, grazie anche alle forme di incentivazione.

Mini-idro: Turbine a Vite



Campo di impiego
Portata fino a 5500 l/s
Dislivello idraulico fino a 10 m

Impianti idro-elettrici Friuli Venezia Giulia



Principali impianti idroelettrici
in Friuli Venezia Giulia

Aste idrauliche

TAGLIAMENTO

CELLINA

MEDUNA

Impianti idro-elettrici Friuli Venezia Giulia

Centrale	Entrata in esercizio	Potenza installata (turbina)	Producibilità media annua *	Turbine	Bacino/serbatoio	Capacità serbatoio
		<i>MW</i>	<i>GWh</i>			<i>milioni m³</i>
Ampezzo	1948	59.1	132.2	6 Pelton	Lumiei	70
Somplago	1957	166.2	414.4	3 Francis	Ambiesta	3,6
Barcis	1954	25	72.7	2 Kaplan	Ponte Antoi	20
Ponte Giulio	1988	16.3	33.8	2 Kaplan	Ravedis	22
S.Leonardo	1988	22	89.1	2 Francis	-	fluente
S.Foca	1954	13.5	55.8	2 Francis	-	fluente
Villa Rinaldi	1954	12	44.3	2 Francis	-	fluente
Cordenons	1997	13.5	40.5	2 Francis	-	fluente
Valina	1965	10	12,3	1 Francis	Ca'Zul	11
Chievolis	1964	20,5	32,3	2 Francis	Ca'Selva	36
Meduno	1952	9,1	45,9	2 Francis	Ponte Racli	27,5
Colle	1949	4	24,2	1 Kaplan	-	fluente
Istrago	1953	7,3	40,9	2 Francis	-	fluente

*media ultimi 10 anni (2001-2010)

Tab. 2 – Dati tecnici delle principali centrali idroelettriche in esercizio nel Friuli Venezia Giulia (fonte dati EDIPOWER ed EDISON).

Impianti idro-elettrici Friuli Venezia Giulia

Centrale di Ampezzo:

- Inizio esercizio 1948
- potenza nominale 60 MW
- 3 gruppi Pelton a due giranti, ad asse orizzontale
- Salto utile 477m
- Portata massima 16,5 m³/s

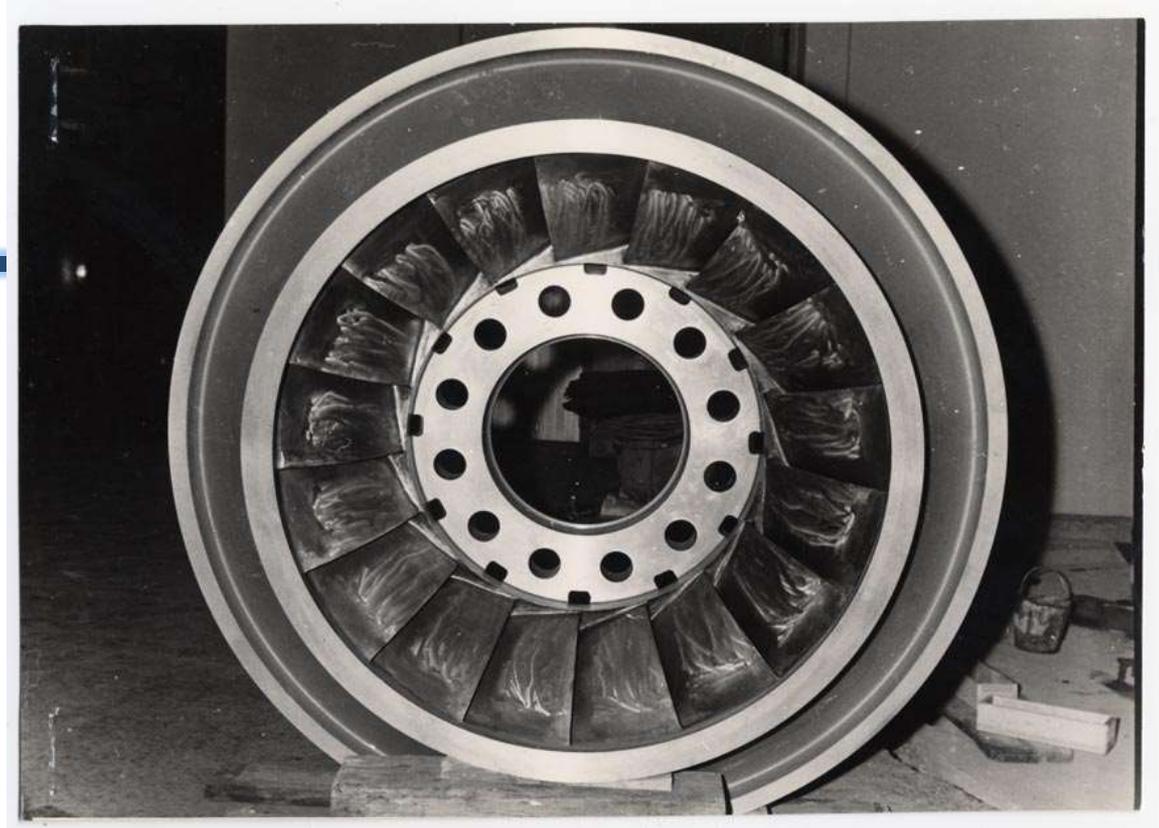


Impianti idro-elettrici Friuli Venezia Giulia

Centrale di Somplago:

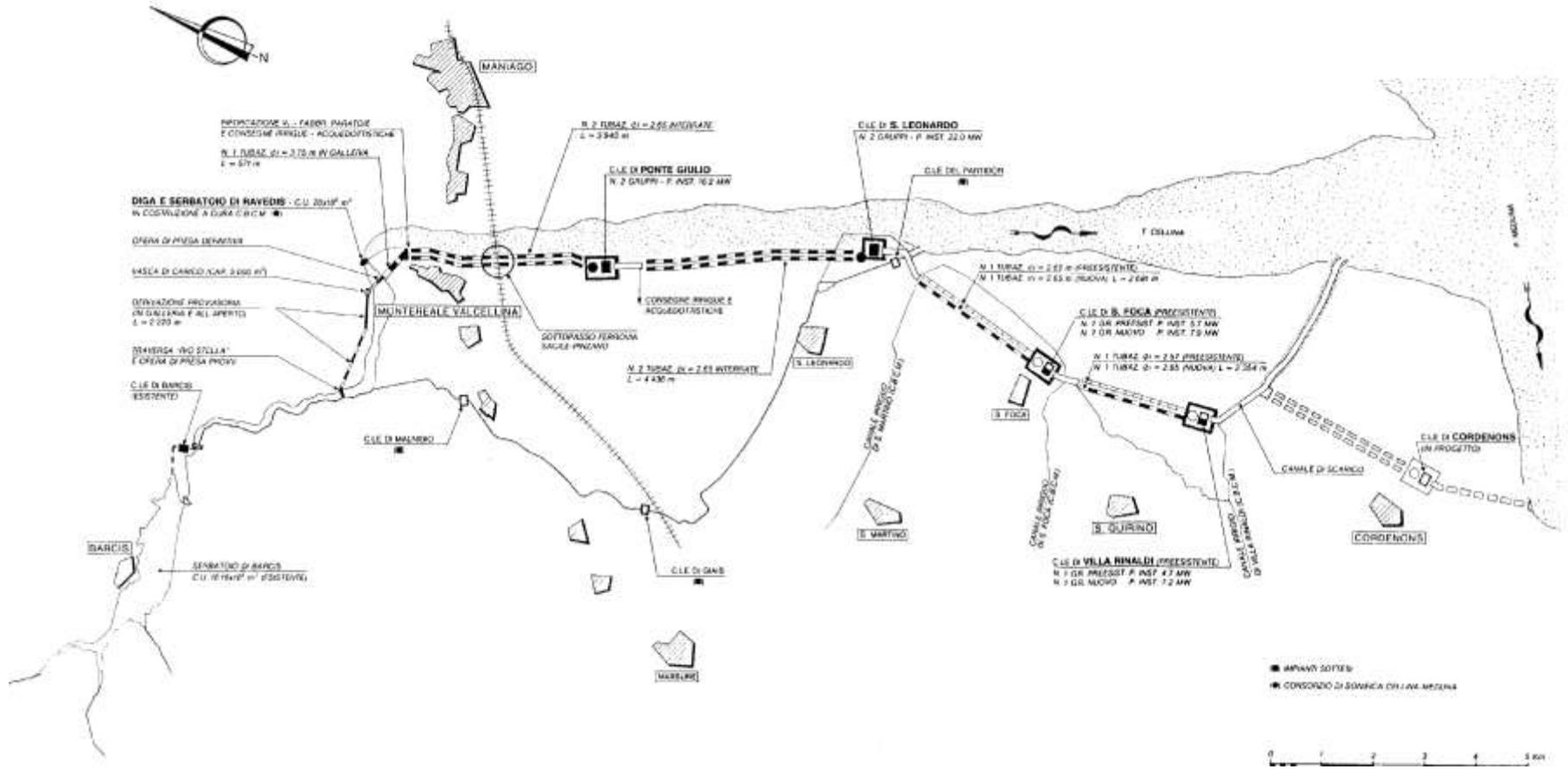
- potenza nominale 165 MW
- 3 gruppi Francis ad asse verticale
- Salto utile 286m
- Portata massima 66 m³/s

Girante Francis
Diametro 2300 mm



Impianti idro-elettrici Friuli Venezia Giulia

Impianti del Cellina

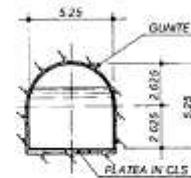


Impianti idro-elettrici Friuli Venezia Giulia

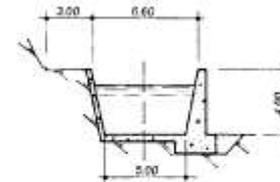
Impianti del Cellina

- (A) REMPIMENTO CON MATERIALE INERTE AVENTE PEZZATURA DA 5-30 mm
- (B) REMPIMENTO CON MATERIALE INERTE AVENTE PEZZATURA \leq 80 mm
- (C) REMPIMENTO CON MATERIALE PROVENIENTE DAGLI SCAVI

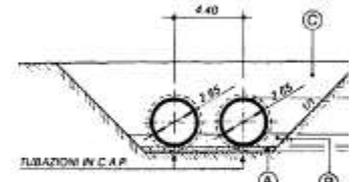
SEZIONE 1



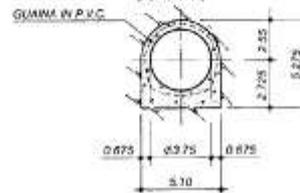
SEZIONE 2



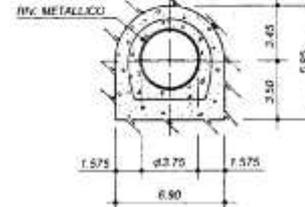
SEZIONE 5



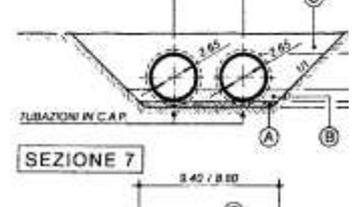
SEZIONE 3



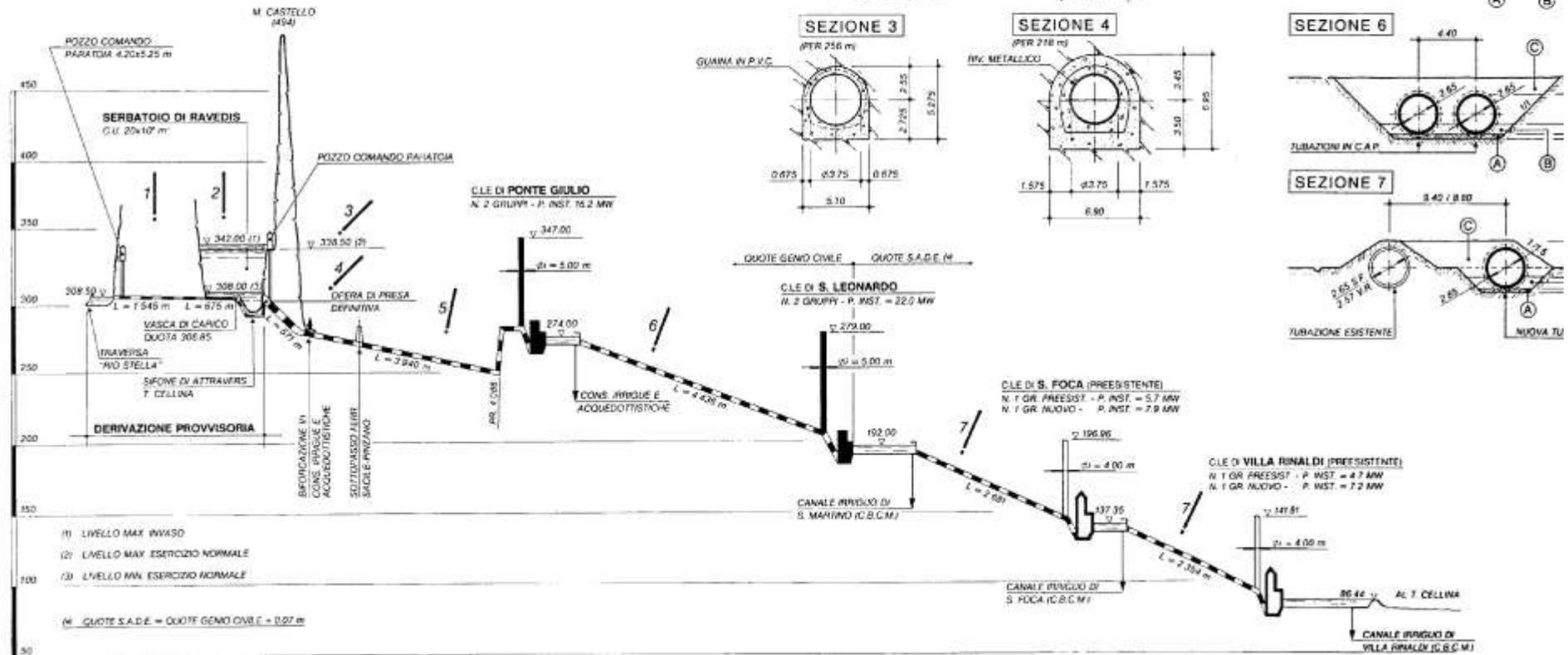
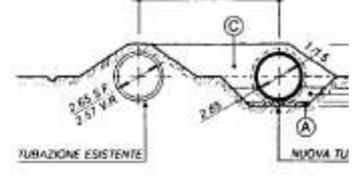
SEZIONE 4



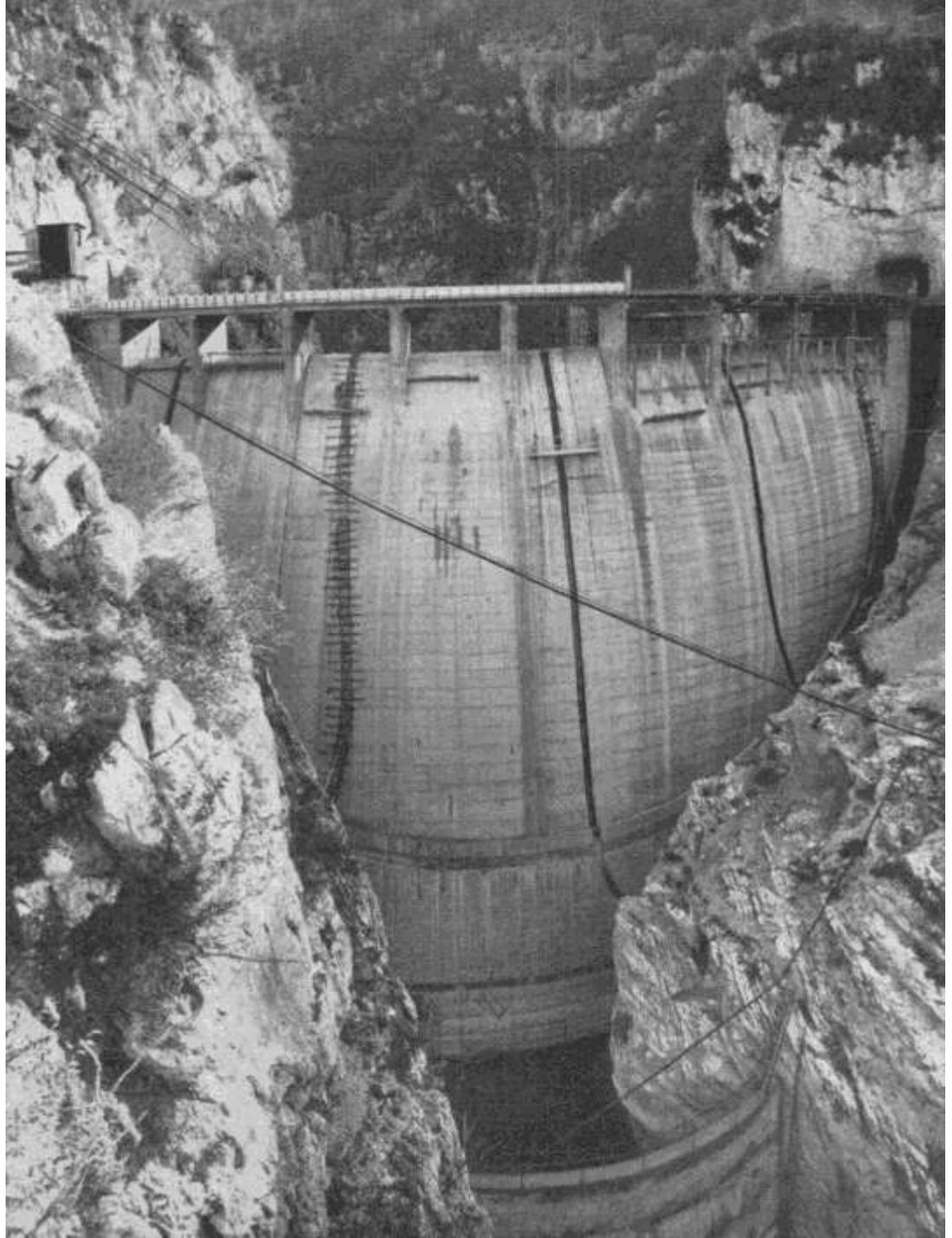
SEZIONE 6



SEZIONE 7



Bacino di Barcis
invaso 21.000.000 m³



Impianti idro-elettrici Friuli Venezia Giulia

Impianti del Meduna:

Valina, Chievolis, Meduno, Colle, Istrago

Centrale di Meduno:

- Inizio esercizio 1952
- 2 turbine Francis ad asse verticale
- salto nominale 68m
- portata massima 17 m³/s
- potenza massima 9 MW



***Grazie per
la Vostra
attenzione***

Piero

Pinamonti