

# Regimi idrologici e produzione idroelettrica nell'arco alpino

*Giovanni Rocchi*

*Enel Green Power  
O&M Hydro Italy  
Northern Area*

Milano, 28 Novembre 2023



1

INTERNAL

## L'acqua...



Se vi è una magia su questo pianeta,  
è contenuta nell'acqua

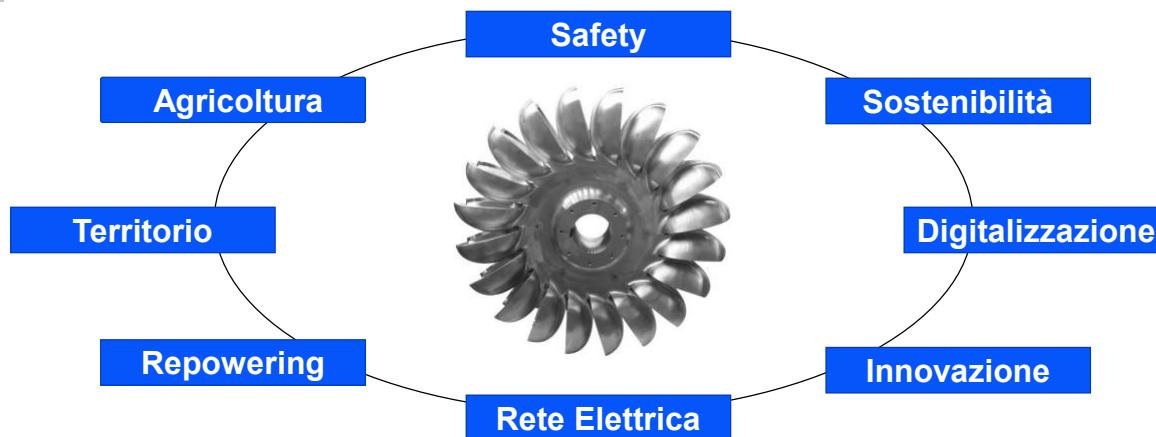
*(Loren Eiseley)*



2

INTERNAL

## Idroelettrico: drivers e priorità



**Ruolo fondamentale nel mix di produzione di energia elettrica del futuro**

3

INTERNAL

## Idroelettrico: un abilitatore della transizione energetica



Tecnologia consolidata che assume un ruolo strategico, considerando l'attuale contesto geopolitico, il mercato energetico e i cambiamenti climatici :

**Fonte rinnovabile** che garantisce **stoccaggio, flessibilità e programmabilità della risorsa**

Svolge un'azione di **stabilizzazione sulla rete elettrica** rendendo sistema energetico più sicuro, **resiliente** e stabile.

**Abilitatore** naturale per l'**integrazione** nel sistema elettrico di maggiori quantità di **eolico e fotovoltaico**

Ruolo strategico nella **mitigazione dei cambiamenti climatici**, presentando la più bassa intensità emissive di CO2 nel ciclo di vita

Rappresenta una delle fonti di produzione di energia elettrica più economiche, contribuendo ad un **prezzo finale dell'energia più competitivo**

**L'idroelettrico svolge un ruolo fondamentale per il sistema Paese e per la transizione energetica**

4

INTERNAL

## Idroelettrico Enel in Italia – Arco alpino

Organizzazione e Numeri chiave

- 280 impianti
- 7,428 GW Potenza eff.
- 12,986 TWh producibilità tot.
- 244 opere idrauliche, di cui:
- n. 90 grandi dighe
- 3 Posti di Teleconduzione (PT)



### Piemonte

110 impianti  
2,6 GW  
4,5 TWh

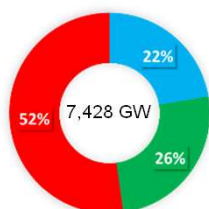
### Lombardia

96 impianti  
3,8 GW  
4,0 TWh

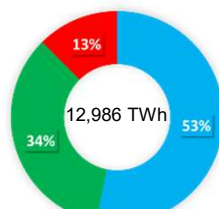
### Veneto

73 impianti  
1 GW  
3,2 TWh

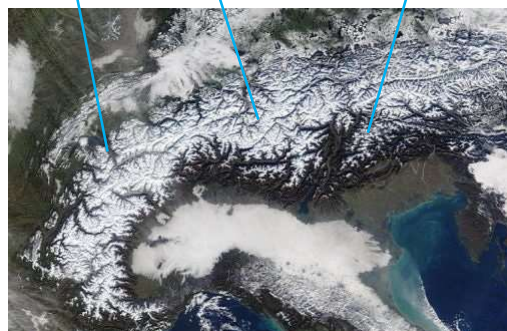
Potenza eff.



Produttività tot



■ Fluyente ■ Bacino ■ Pompaggio



5

INTERNAL

## L'acqua...



Serenamente contemplava la corrente del fiume; mai un'acqua gli era tanto piaciuta come questa, mai aveva sentito così forti e così belli la voce e il significato dell'acqua che passa. Gli pareva che il fiume avesse qualcosa di speciale da dirgli, qualcosa ch'egli non sapeva ancora, qualcosa che aspettava proprio lui.

(Hermann Hesse)



6

INTERNAL

## Energia idroelettrica: uso plurimo delle acque



Uso potabile



Uso irriguo



Uso per antincendio



Valenza paesaggistica



Valenza sportiva



Presidio territorio

L'idroelettrico non è solo produzione di energia elettrica ma è coinvolto in una molteplicità di valorizzazioni ed usi plurimi diretti ed indiretti e nel presidio e sicurezza del territorio

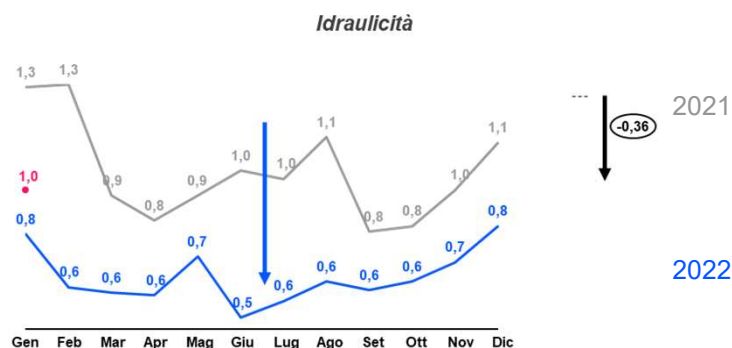
7

INTERNAL

## Regimi meteo ed idrologici



Riduzione della piovosità annuale ....



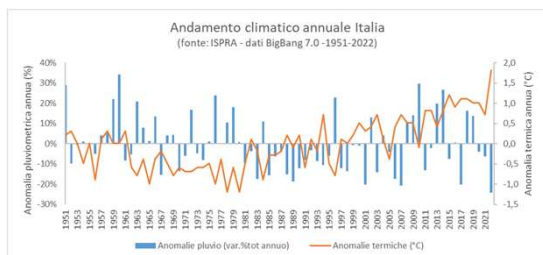
8

INTERNAL

## Regimi meteo ed idrologici

.... ma anche cambiamenti termici e forse pluviometrici:

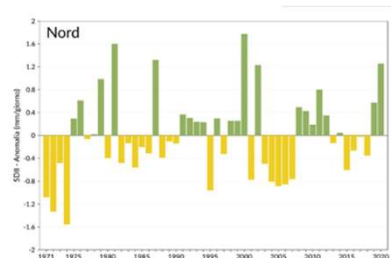
Andamento anomalie termiche e pluviometriche...



Fonte: Enel Green Power –  
Hydrology and Hydraulic Analysis

Indizi:

- cambi del pattern delle precipitazioni
- pioggia piuttosto che neve



Anomalie medie  
dell'intensità di pioggia  
giornaliera (SDII = Simple  
Daily Intensity Index),  
rispetto al valore normale  
1971-2000.

da: «Gli indicatori del clima in  
Italia nel 2020», ISPRA 2021,  
Guido Fioravanti, Piero  
Fraschetti, Francesca Lena,  
Walter Perconti, Emanuela  
Pervitali (ISPRA); Valentina  
Pavan (ARPAE).



da: Cittacima.it,  
Repubblica.it

**Quali impatti sulla producibilità di energia idroelettrica, della risorsa idrica invasata?  
Massima attenzione all'esercizio delle opere idrauliche.**

9

INTERNAL

## I serbatoi in quota



Foto: M. Donadoni

**Raccolta della fusione delle nevi invernali, in diminuzione,  
stoccaggio da eventi meteo brevi ed intensi**

10



INTERNAL

## I serbatoi a fondovalle



Foto: S. Marianetti

**Grande capacità di stoccaggio a scala annuale e stagionale, anche durante eventi estremi.  
Ottima possibilità di programmazione ad usi idroelettrici e plurimi**

11

INTERNAL

## I serbatoi nelle emergenze idrauliche



Foto: G. Rocchi

**Laminazione delle piene, sezione di comunicazioni di portata alla Protezione Civile,  
filtro e recupero di materiali naturali e antropici**

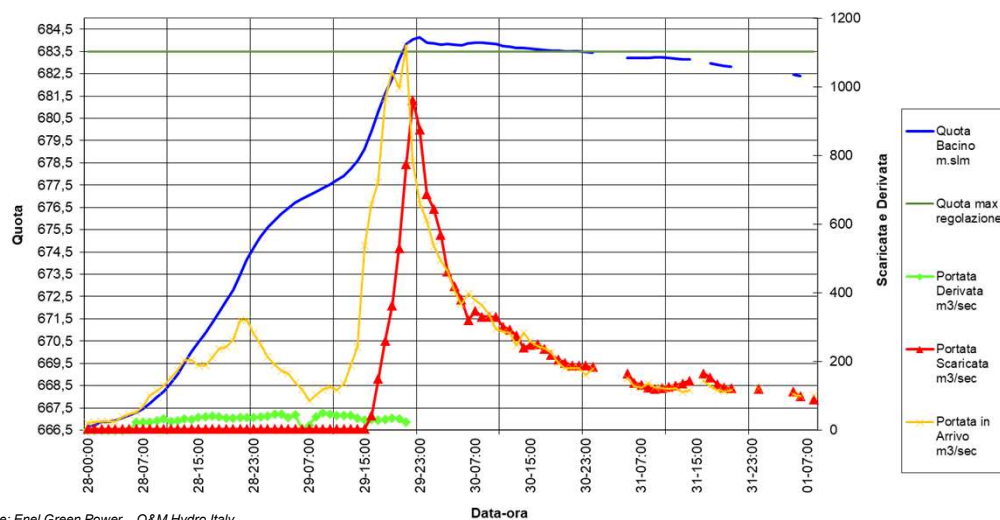
12

INTERNAL

## I serbatoi nelle emergenze idrauliche



Vaia, invaso in laminazione statica anticipata



13

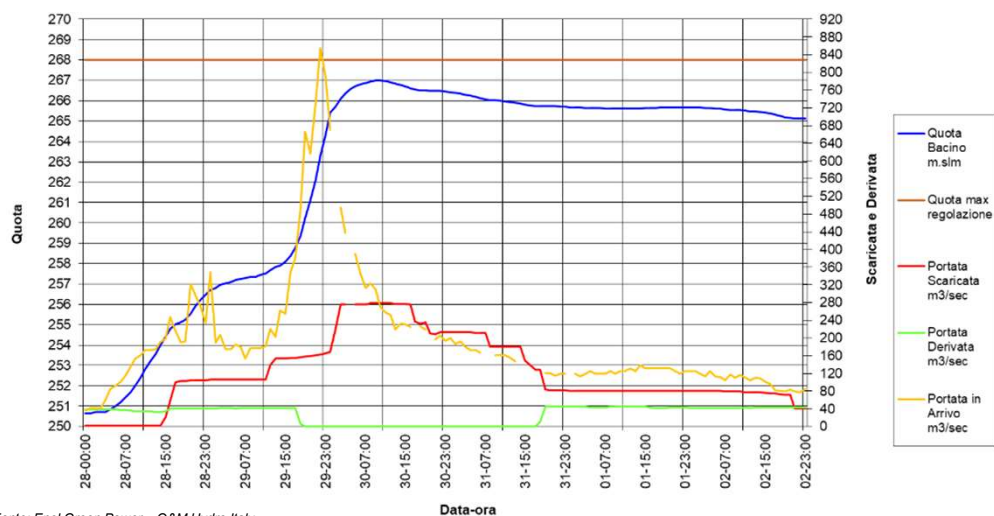
13

INTERNAL

## I serbatoi nelle emergenze idrauliche



Vaia, invaso in laminazione dinamica con modello afflussi-deflussi bacinali



14

14

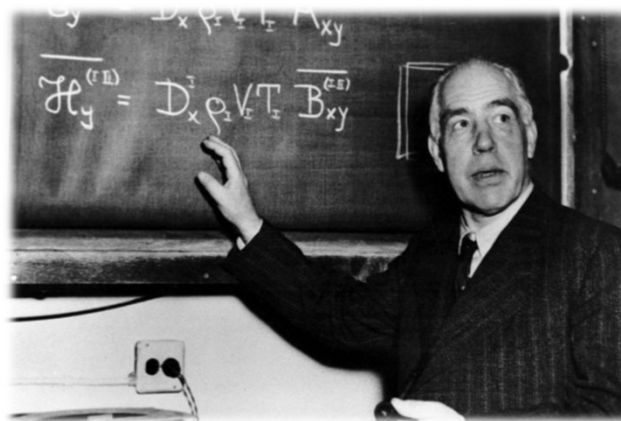
INTERNAL

## E domani?



Fare previsioni è una cosa molto difficile, specialmente se riguardano il futuro

(Niels Henrik David Bohr)

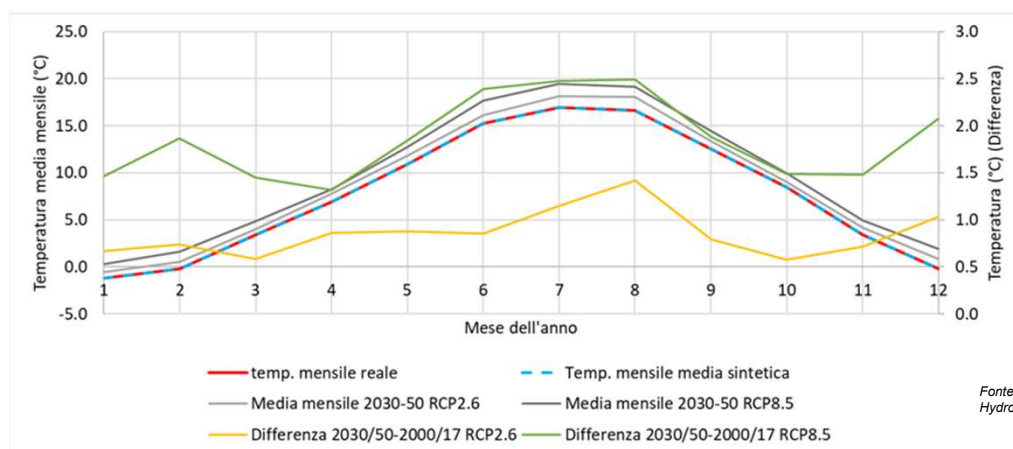


...infatti noi facciamo proiezioni...

15

INTERNAL

## Regimi meteo ed idrologici



Fonte: Enel Green Power – Hydrology and Hydraulic Analysis

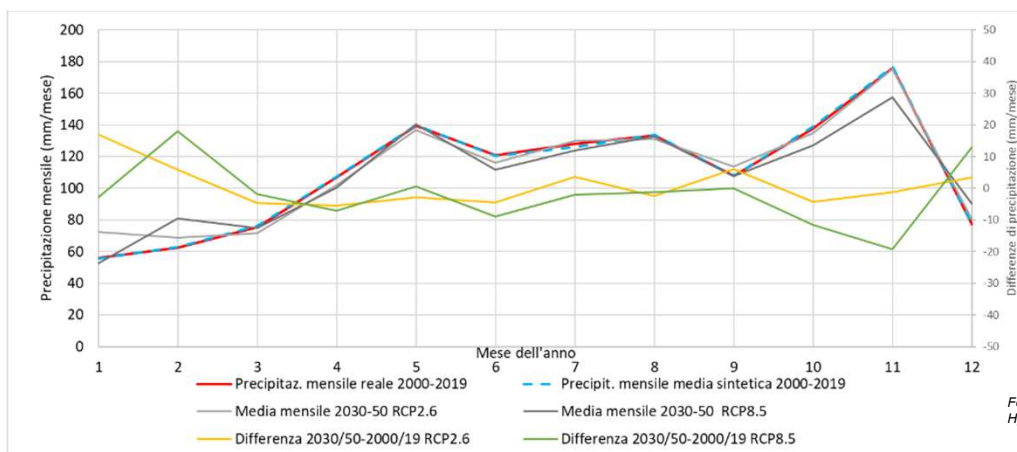
**Cambiamenti sensibili nelle medie e in valori mensili**

RCP (Representative Concentration Pathways)  
Scenari climatici in termini di gas serra  
RCP8.5 = nessuna mitigazione  
RCP < = scenari con mitigazioni crescenti

16



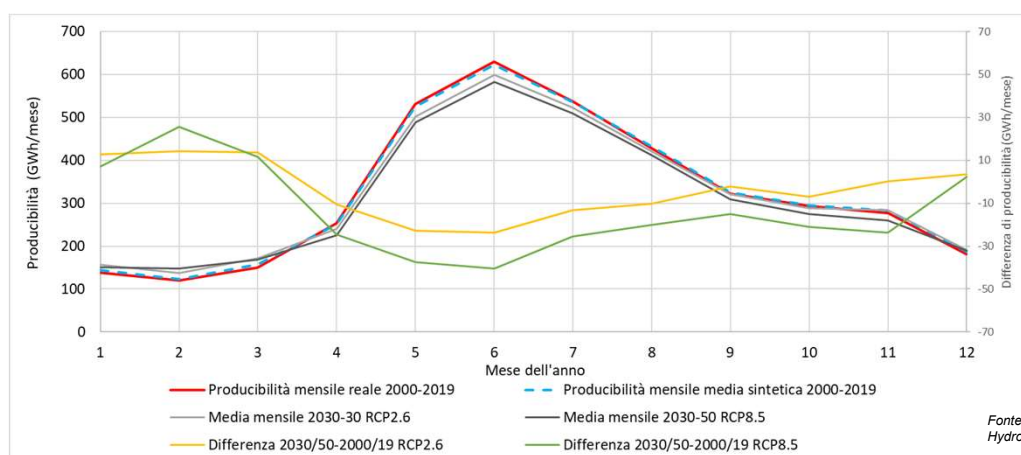
## Regimi meteo ed idrologici



**Spostamento precipitazioni da neve a pioggia, fusione ghiacciai, tendenza alla diminuzione**  
**Possibile variazione del pattern precipitazione (distribuzione piovosità nei giorni)**

17

## Regimi meteo ed idrologici



**Importanza dei serbatoi e della loro ubicazione, per ogni utilizzo**

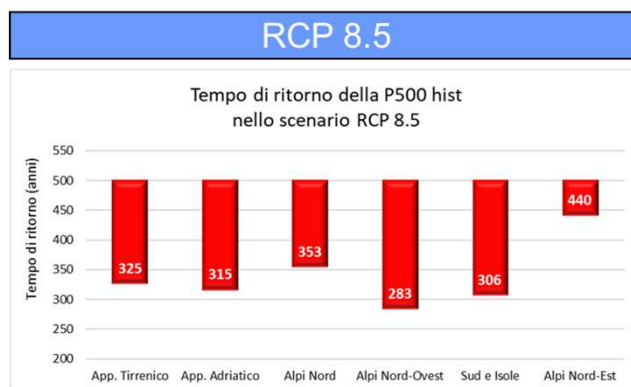
18

INTERNAL

## Regimi meteo ed idrologici



Tempi di ritorno futuri (2021-2050) della pioggia  
con Tempi di Ritorno ad oggi = 500 anni



Fonte: Enel Green Power –  
Hydrology and Hydraulic Analysis

**A parità di pioggia, tempi di ritorno più brevi**

19

19

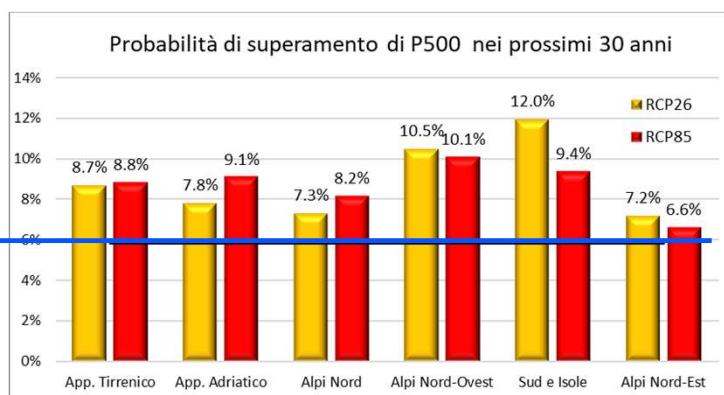
INTERNAL

## Regimi meteo ed idrologici



Probabilità di accadimento della Precipitazione oggi calcolata come cinquecentenaria  
(P500) nel futuro, 2021-2050, scenario RCP 8.5

(la probabilità di superamento nei prossimi  
30 anni di un evento con tempo di ritorno  
attuale di 500 anni è, matematicamente,  
del 6%)



Fonte: Enel Green Power – Hydrology and Hydraulic Analysis

20

20

INTERNAL

## L'acqua...



Laudato si', mi Signore, per sor'Acqua,  
la quale è multo utile et humile  
et pretiosa et casta.

*(Francesco d'Assisi)*

