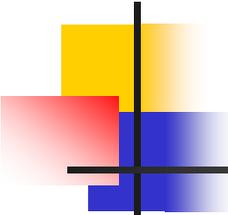


# Energia dall'acqua?

Massimo Zucchetti  
Politecnico di Torino



# Le fonti energetiche primarie

---

- Fonti fossili

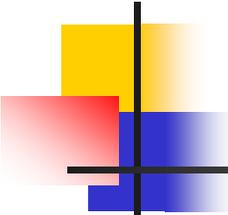
- petrolio
- carbone
- gas naturale

- Fonte nucleare

- fissione:
  - uranio (plutonio), torio
- fusione:
  - deuterio, trizio

- Fonti rinnovabili

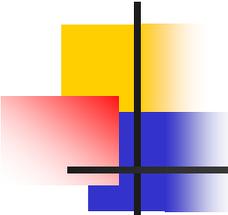
- classiche:
  - energia idraulica, energia geotermica
- nuove:
  - energia eolica (vento)
  - energia solare (termica, fotovoltaica)
  - combustibile derivato dai rifiuti (CDR)
  - biomassa (legna da ardere)
  - biocombustibili (bioetanolo, biogas)



# L'impiego delle fonti energetiche

---

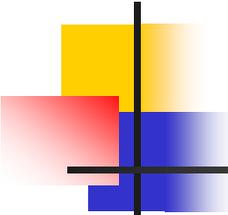
- Le fonti energetiche primarie non sono sostituibili tra loro, in quanto hanno caratteristiche intrinseche diverse che riguardano:
  - il tipo di energia producibile (termica, meccanica, elettrica)
  - la potenza specifica (energia per unità di massa / volume, superficie occupata dagli impianti)
  - la scala degli impianti (potenza massima, economia di scala)
  - la disponibilità (costante, periodica, casuale)
  - i costi di approvvigionamento
  - i costi di trasformazione (impianto e manutenzione)
  - l'impatto ambientale e i rischi associati



# Gli usi prevalenti dell'energia

---

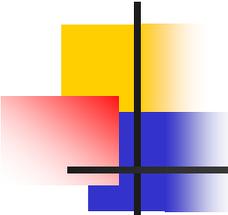
- Il fabbisogno prevalente di fonti energetiche riguarda:
  - la produzione diretta di mobilità (trasporti)
  - la produzione diretta di calore
  - la produzione diretta di elettricità
- Nei paesi industriali avanzati
  - 1/3 dell'energia primaria è utilizzato per produrre mobilità
  - 1/3 dell'energia primaria è utilizzato per produrre calore
  - 1/3 dell'energia primaria è utilizzato per produrre elettricità



# Fonti “alternative” e “integrative”

---

- Le fonti energetiche primarie sono dunque considerate
  - “alternative”
  - o “integrative”
- sulla base della loro attitudine a produrre
  - mobilità
  - calore
  - elettricità
- a condizioni confrontabili di
  - versatilità
  - disponibilità
  - costo



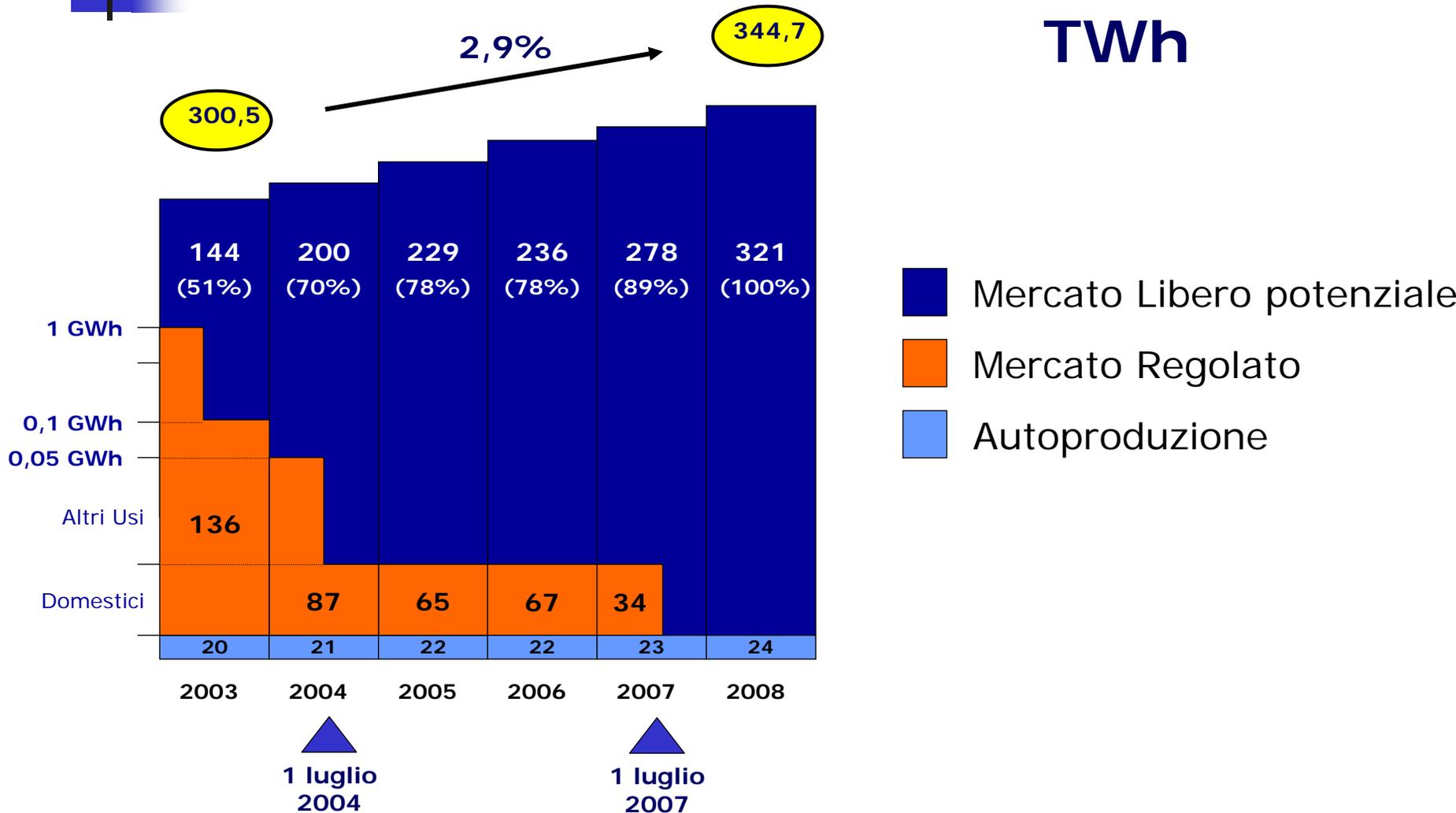
# Quale energia dall'acqua?

---

- Idroelettrico (fonte rinnovabile classica)
- Maree (non interessante nel Mediterraneo)
- Idrogeno (si ottiene dall'acqua, ma è soltanto un vettore energetico, e non una fonte)
- L'idroelettrico si pone in Italia come la principale fonte rinnovabile di energia elettrica, il cui consumo è in forte crescita in Italia

# Evoluzione del mercato elettrico

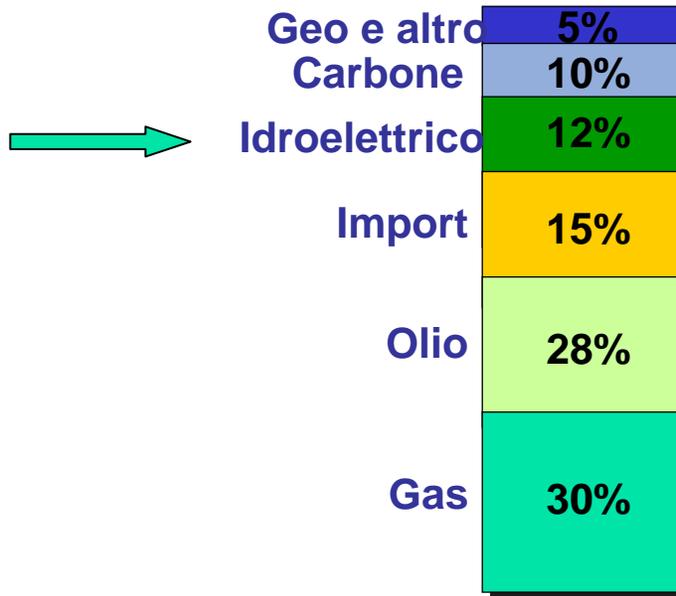
## Consumi finali al netto delle perdite di rete



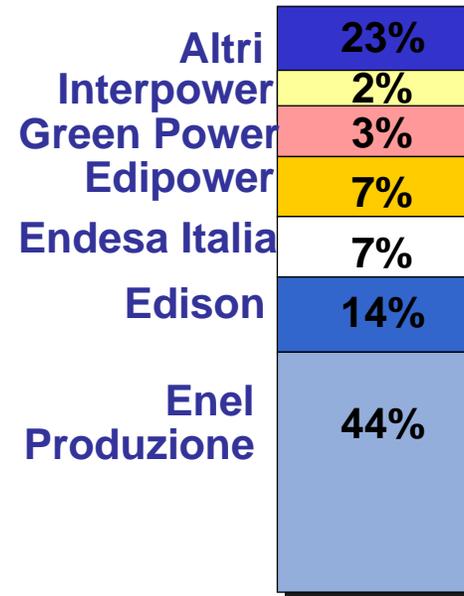
# Il mercato dell'energia elettrica

## Sourcing e principali operatori al 2003

### Sourcing<sup>(1)</sup>

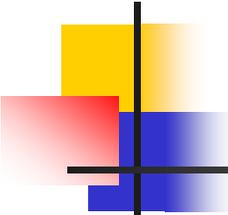


### Operatori



**Forte dipendenza  
da import e  
idrocarburi**

(1) AEEG Relazione Annuale 2003: Produzione lorda e import

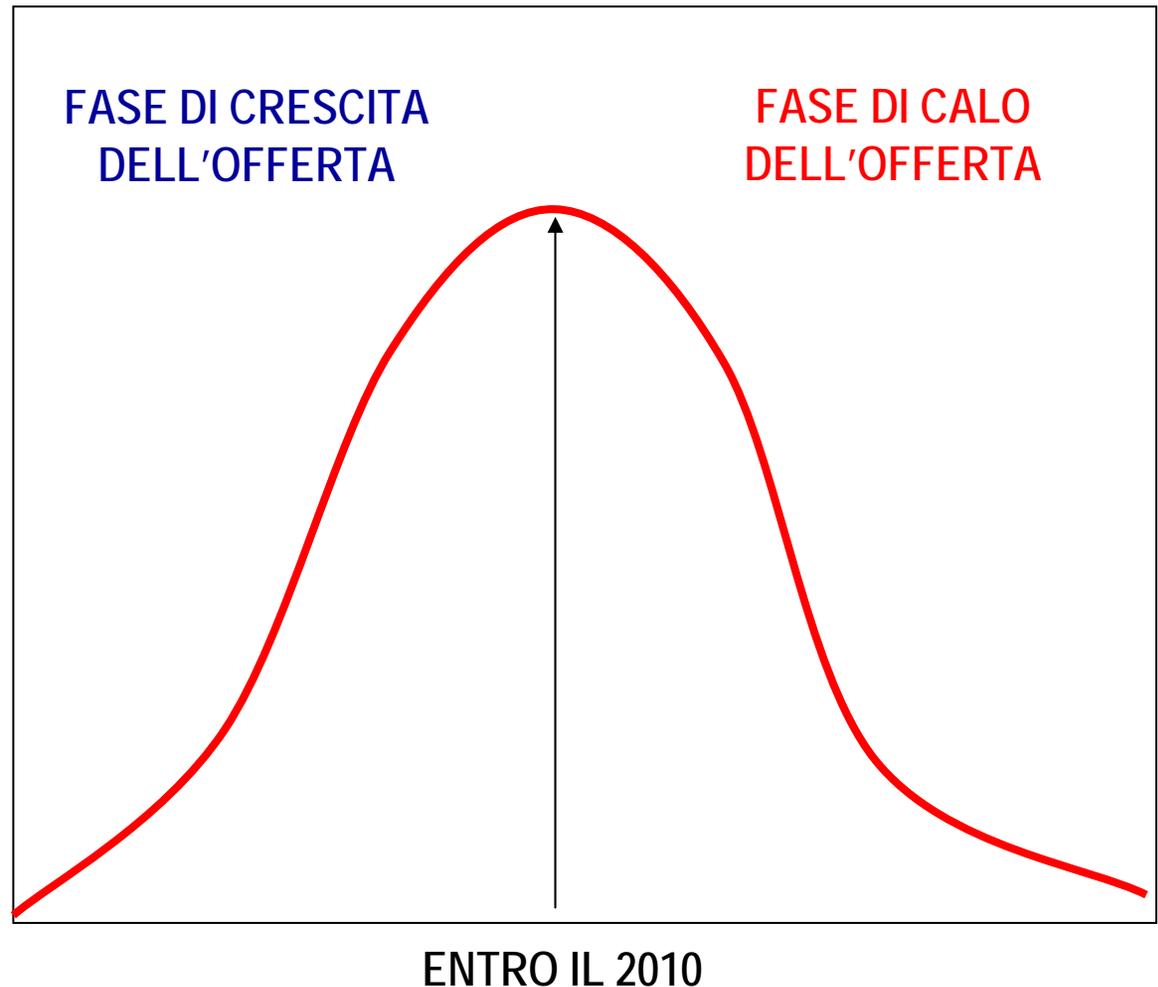


# L'idrogeno: un vettore energetico

- L'idrogeno esiste in natura allo stato gassoso in piccola percentuale nella composizione dell'aria, e quindi deve essere prodotto
  - per via termica dal metano  $(\text{H}_2\text{O} + \text{CH}_4 + E_t \rightarrow 2\text{H}_2 + \text{CO}_2)$
  - per via elettrolitica dall'acqua  $(2\text{H}_2\text{O} + E_t \rightarrow 2\text{H}_2 + \text{O}_2)$
  - per via radiolitica dall'acqua  $(2\text{H}_2\text{O} + E_\gamma \rightarrow 2\text{H}_2 + \text{O}_2)$
- In tutti i casi è necessario un apporto di energia esterno.
- **L'idrogeno, quindi, non è una *fonte di energia*, ma un *vettore energetico*, conveniente per altri motivi (impatto ambientale locale nullo) solo se si riesce a produrlo a basso costo.**

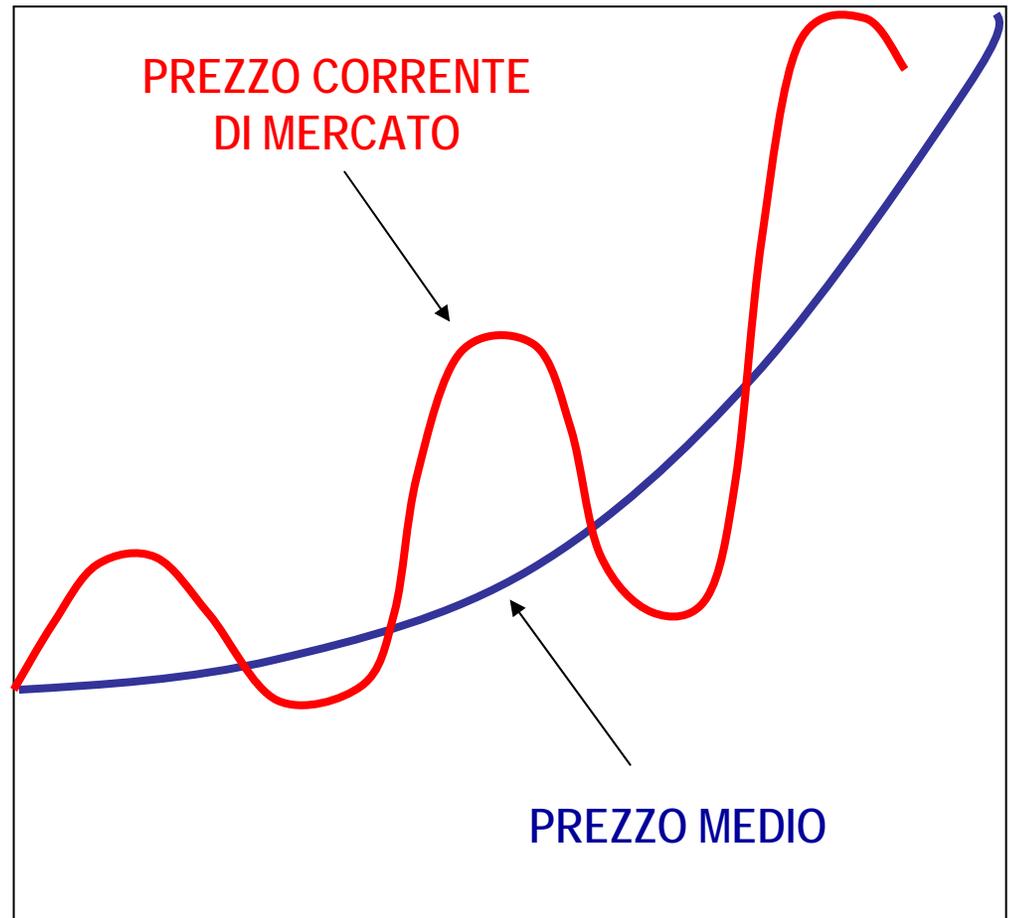
# Petrolio: La curva di Hubbert

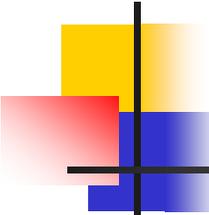
- Il ciclo di produzione del petrolio è descritto dalla curva di Hubbert.
- Il massimo della curva potrebbe essere raggiunto entro il 2010.
- Da allora in poi il mercato registrerà una progressiva contrazione dell'offerta.



# Petrolio: L'andamento dei prezzi

- Cosa accadrebbe ai prezzi se il mercato prendesse atto che le risorse petrolifere sono in via di esaurimento?
- Si avrebbero forti oscillazioni del prezzo del barile intorno a un prezzo medio progressivamente crescente...
- ...ovvero ciò che sta accadendo oggi.





# Le politiche di incentivazione delle rinnovabili

## Gli strumenti normativi

- Pianificazione energetica
  - PNRE 1975 (Piano Nazionale per la Ricerca Energetica)
  - PEN 1981 (Piano Energetico Nazionale)
  - PEN 1985
  - PEN 1988
  
- Provvedimento CIP 6/92
- Provvedimento CIPE 137/98
- Decreto Legislativo 79/99
- Decreto Ministeriale 11.11.1999 (“Decreto 2%”)
- Decreto Ministeriale 22.12.2000
- Decreto Ministeriale 29.03.2001 (“Decreto tetti fotovoltaici”)
  
- Dal 2002 in poi: deliberazioni dell’Autorità per l’energia elettrica e il gas

# Il fabbisogno energetico nazionale

Il decennio 1990 - 2000

Consumo interno lordo di energia primaria per fonte in Italia.  
Anni 1990-2001 (Mtep)

Fonte	1990	1996	1997	1998	1999	2000	
Combustibili solidi	15,8	11,3	11,7	12,1	12,1	12,8	
Gas naturale	39,1	46,4	47,8	51,5	56,0	58,1	
Prodotti petroliferi	92,5	94,3	94,9	94,9	92,3	91,3	
Fonti rinnovabili	8,4	11,2	11,2	11,3	12,9	12,9	
Importazioni nette di energia elettrica	7,6	8,4	8,9	9,4	9,2	9,7	
<b>Totale</b>	<b>163,4</b>	<b>171,6</b>	<b>174,5</b>	<b>179,2</b>	<b>183,1</b>	<b>184,8</b>	<b>145</b>

PREVISIONE  
DEI VERDI  
ALLA CNE 1987

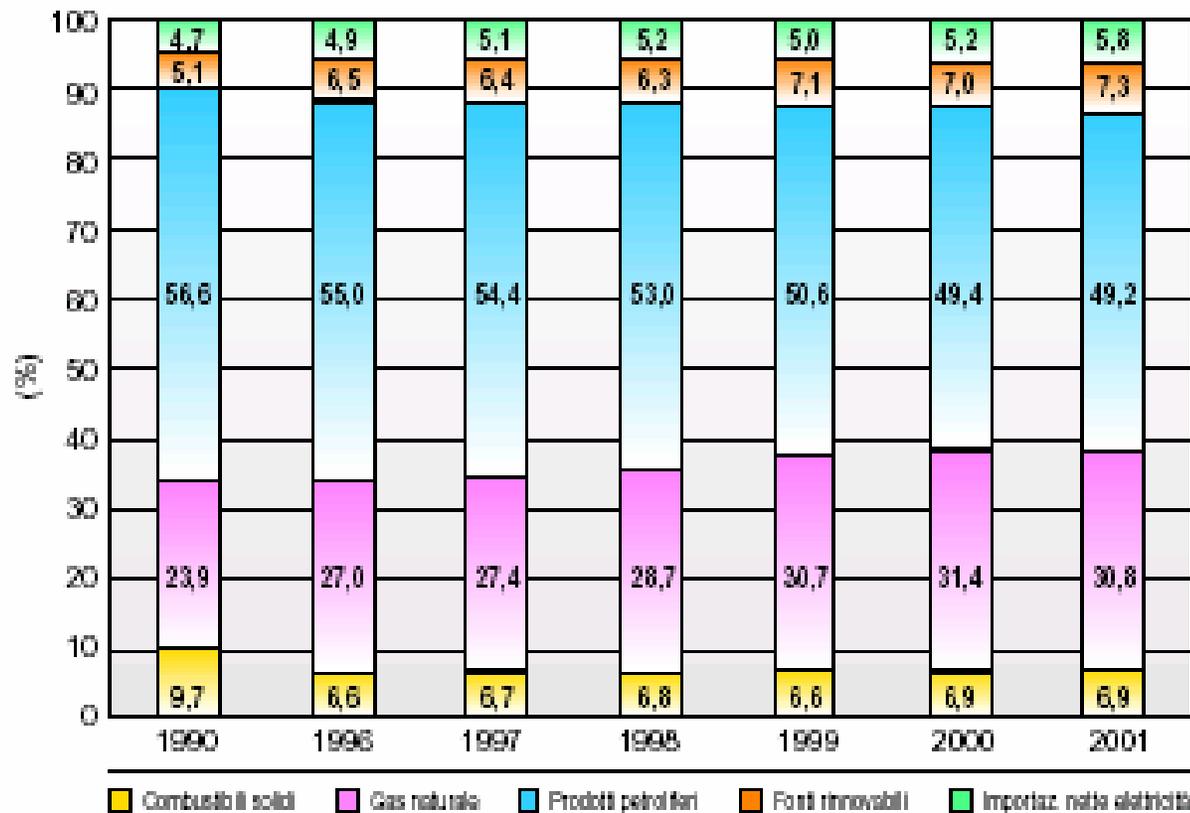
145

Fonte: Elaborazione ENEA di dati del Ministero delle Attività Produttive

# Il ruolo delle fonti rinnovabili

I dati 1990 – 2001 (ENEA)

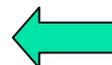
Composizione della domanda di energia per fonte primaria in Italia. Anni 1990-2001 (%)

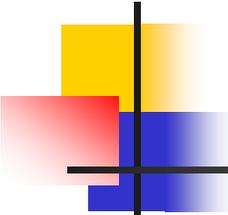


# Il ruolo delle fonti rinnovabili

- Energia elettrica prodotta da fonti rinnovabili in Italia nel 2002: 17,25 Mtep (7,2%).
- Il contributo più significativo (16,7 Mtep) proviene dalle fonti rinnovabili di tipo classico (idraulico, geotermico, legna da ardere).
- Il contributo delle nuove FER equivale allo 0,09% del fabbisogno elettrico nazionale.

Fonte	Mtep
Idroelettrica	9.067
Legna e assimilati	6.487
Geotermica	1.140
CDR	267
Biocombustibili	222
Eolica	51
Solare	13
<b>Totale</b>	<b>17.247</b>





# Il ruolo delle fonti rinnovabili

---

- Copertura del fabbisogno energetico complessivo dell'Italia:
  - contributo delle FER: 7,2%
    - fonti rinnovabili classiche (idroelettrico, geotermico, legna da ardere): 6,97%;
    - contributo delle nuove FER (solare termico, fotovoltaico, eolico, biocombustibili e CDR): 0,23%.
- Copertura del fabbisogno nazionale di energia elettrica:
  - le FER hanno fornito complessivamente il 17,6%
  - il contributo è ascrivibile quasi interamente alle fonti rinnovabili classiche (15,7% dall'idroelettrico, 1,9% dal geotermoelettrico);
  - le nuove FER (eolico, solare termico, fotovoltaico, biomasse, biocombustibili, CDR) contribuiscono complessivamente per lo 0,09%.

# Il contributo massimo ottenibile

- Una stima del contributo massimo ottenibile dalle fonti rinnovabili in Italia era contenuta nel documento TERES II del programma ALTENER della Commissione Europea (1996).
- Nelle condizioni di scenario più favorevole (*best practice policies*) il contributo teorico massimo da idroelettrico raggiungibile in Italia nel 2020 è di 15,5 Mtep.

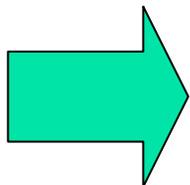
Fonte	Mtep
Idroelettrica	15.558
Legna e assimilati	9.598
Geotermica	5.883
CDR	8.304
Biocombustibili	6.198
Eolica	2.878
Solare	3.126
Totale	51.544



# I progetti in corso in Italia

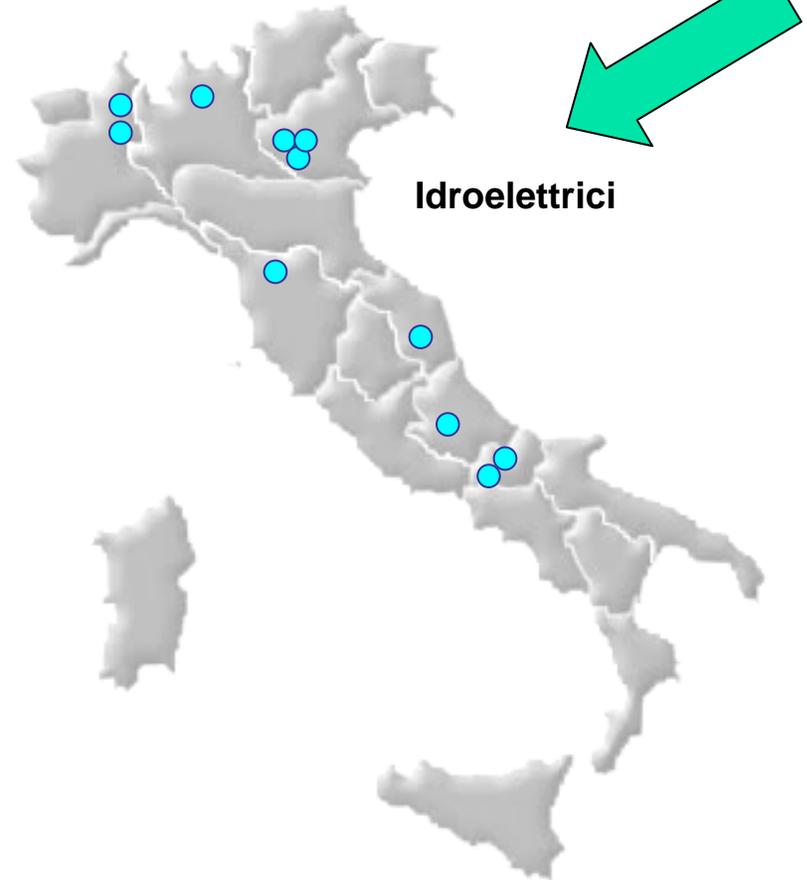
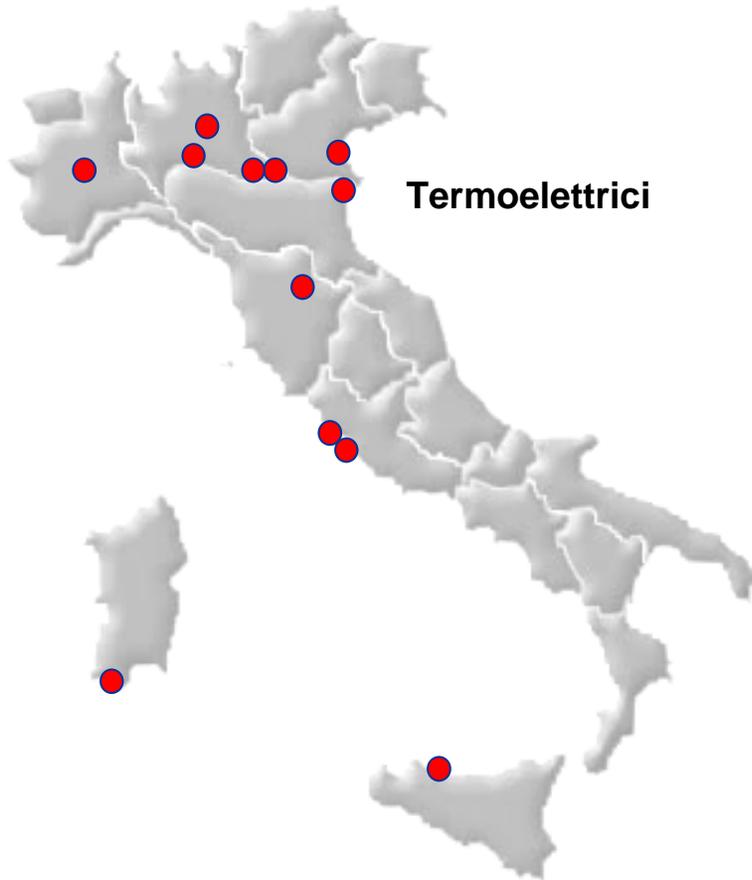
Le cifre in gioco

- Cicli combinati
  - 14 gruppi che entreranno in servizio da oggi fino al 2006
  - Potenza complessiva: 5.330 MW
  
- Impianti a carbone/orimulsion
  - 8 gruppi che entreranno in servizio da oggi fino al 2008
  - Potenza complessiva: 4.960 MW
  
- Impianti idroelettrici
  - 20 gruppi che entreranno in servizio da oggi fino al 2006
  - Potenza complessiva: 226 MW



# I progetti in corso

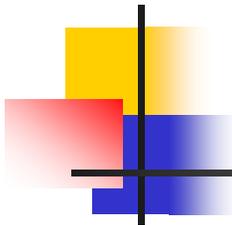
La dislocazione geografica



# Enel power e i progetti idroelettrici

Enel power è impegnata nel rifacimento di impianti idroelettrici per una potenza complessiva efficiente di **226 MW**. L'entrata in servizio di tali impianti consentirà il riconoscimento annuo di energia per certificati verdi stimato in circa **424 GWh**.

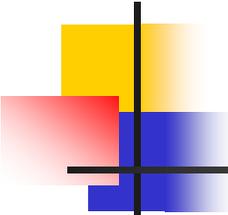




# Enelpower e i progetti idroelettrici

## I progetti in corso

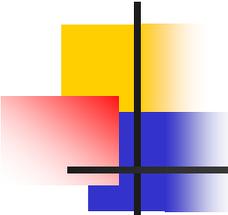
	Categoria Impianto	Potenza (MW)	Energia (GWh)
Bussolengo (VR)	Acqua Fluente	49	352
<b>Zevio (VR)</b>	<b>Acqua Fluente</b>	<b>16</b>	<b>122</b>
Galliciano (LU)	Bacino	25	92
<b>Rovesca (VB)</b>	<b>Serbatoio</b>	<b>23</b>	<b>66</b>
Chievo (VR)	Acqua Fluente	30	220
<b>Campliccioli (VB)</b>	<b>Serbatoio</b>	<b>13</b>	<b>25</b>
Pescara 1	Acqua Fluente	11	64
<b>Talamona (SO)</b>	<b>Bacino</b>	<b>14</b>	<b>50</b>
Volturno 1 (IS)	Bacino	18	81
<b>Volturno 2 (IS)</b>	<b>Bacino</b>	<b>7</b>	<b>27</b>
Venamartello (AP)	Bacino	20	73
		<b>226</b>	<b>1.172</b>



# Idroelettrico – Alcune definizioni

---

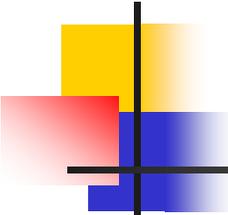
- ➔ Una centrale idroelettrica è un complesso di opere e macchinari che raccoglie e convoglia volumi d'acqua da una quota superiore ad un'altra inferiore per sfruttare l'energia potenziale idraulica di un corso d'acqua, trasformandola in energia elettrica.
- ➔ Una centrale idroelettrica è costituita da un'opera di captazione delle acque alla quota più alta, opere di trasporto delle acque, macchinari che trasformano l'energia idraulica in energia meccanica e quest'ultima in elettrica.  
L'acqua viene poi restituita al suo alveo naturale attraverso un canale o simile.



# Idroelettrico – Alcune definizioni

---

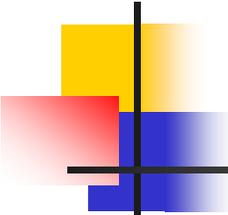
- ➔ Le centrali idroelettriche possono essere **ad acqua fluente** se la portata utilizzata nelle centrali coincide in ogni istante, a meno di quel deflusso minimo vitale lasciato in alveo per garantire gli equilibri ecologici del tratto di corso d'acqua compreso tra la presa e la restituzione, con la portata disponibile nel corso d'acqua.
- ➔ Quando invece dopo la presa viene realizzato un serbatoio di accumulo delle portate naturali del corso d'acqua da essere poi avviate alla centrale in base alle esigenze di un programma di produzione, allora la centrale viene detta **a serbatoio** o a deflusso modulato.



# Il piccolo Idroelettrico

---

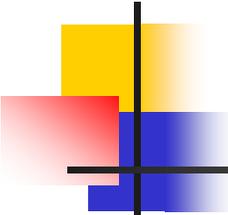
- ➔ In questi ultimi anni si è risvegliato l'interesse verso la realizzazione di impianti di piccola taglia, precedentemente trascurati in quanto ritenuti economicamente poco convenienti.
- ➔ Tali esigenze hanno portato allo studio di impianti a bassa o bassissima caduta (da 2-3 m fino a 20-30 m di salto), che sfruttino salti già disponibili naturalmente, o per opere preesistenti come traverse, chiuse dighe a scopo irriguo ecc. , equipaggiati con turbine idrauliche a flusso assiale con giranti ad elica, che più si prestano a costruzioni di tipo standardizzato con possibilità di forti riduzioni dei costi.



# Problemi del grande Idroelettrico

---

- ➔ A monte dello sbarramento si forma un invaso, e si trasforma, quindi, un ambiente di acque correnti (acque lotiche) in un ambiente di acque ferme (acque lentiche), con un tempo di ricambio idrico più lungo e con possibili ricadute sull'ecosistema.
- ➔ L'habitat naturale ed animale a monte di queste barriere viene modificato a causa dell'inondazione di grandi aree, causando così possibili cambiamenti microclimatici e influenzando in poco tempo un ecosistema creatosi nel corso di millenni.
- ➔ La costruzione di una grande diga provoca, inoltre, un'alterazione della qualità delle acque modificando drasticamente l'ambiente ittico.

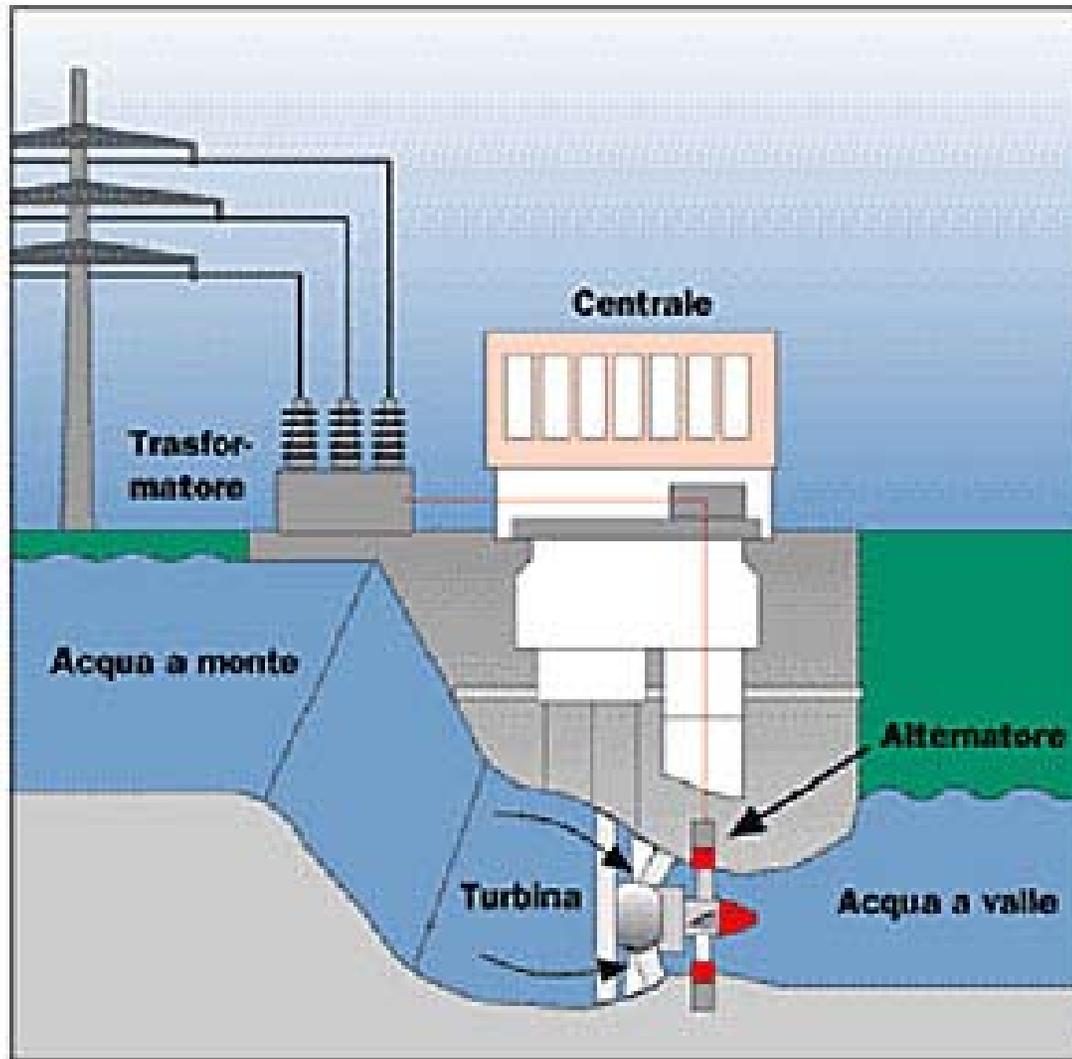


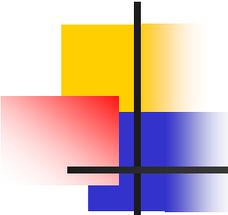
# Problemi del grande Idroelettrico

---

- ➔ La grande dimensione di tali opere può produrre talvolta dei rilevanti dissesti idrologici
- ➔ Da considerare anche la rilocalizzazione della popolazione che vive nelle aree destinate ad essere inondate: più estesi sono gli invasi e più elevato è il numero di persone spostate dal proprio territorio.

# Il piccolo idroelettrico





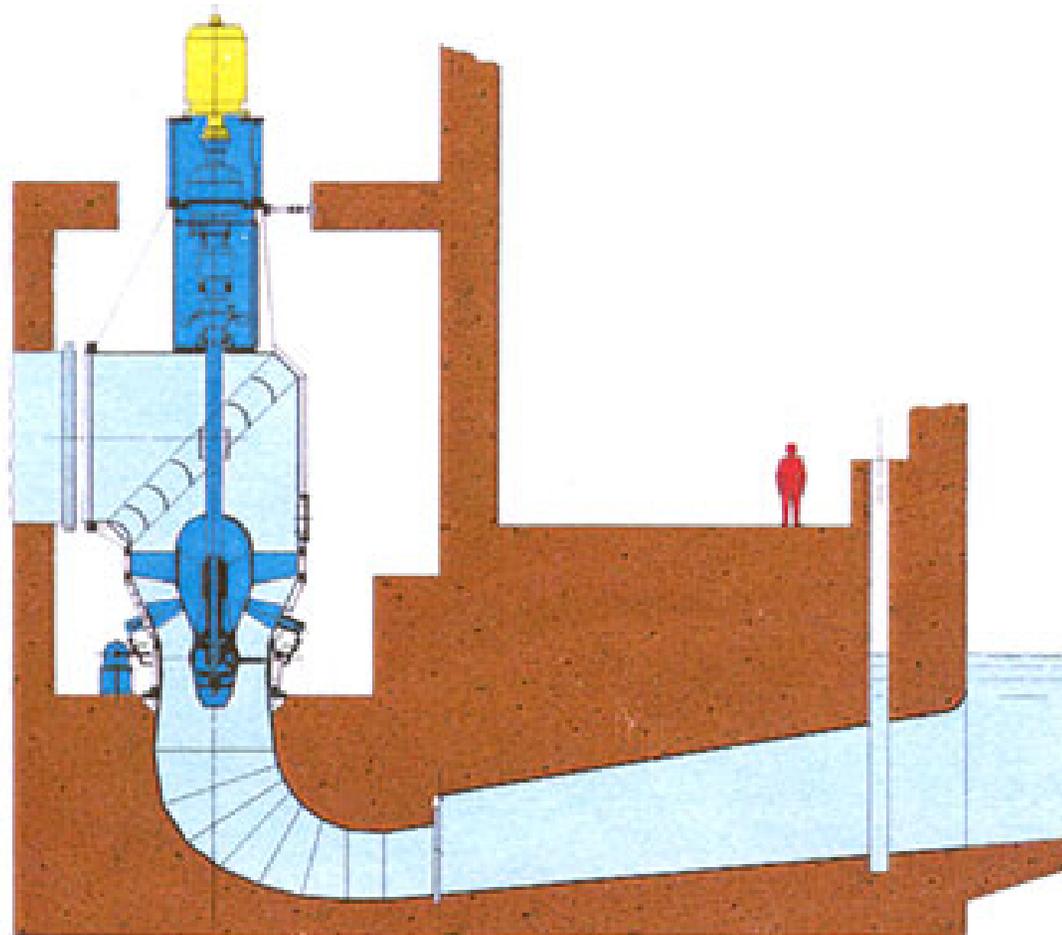
# Il piccolo Idroelettrico

---

- Il piccolo idroelettrico non presenta nessuno dei problemi appena elencati: mentre i grandi impianti idroelettrici richiedono solitamente la sommersione di estese superfici, con notevole impatto ambientale e sociale, un piccolo impianto idroelettrico si integra quasi perfettamente nell'ecosistema locale (si sfrutta direttamente la corrente del fiume).
- A differenza dei grandi impianti, gli impianti mini-idroelettrici in molti casi portano benefici al corso d'acqua, in particolare la regolazione e regimazione delle piene sui corpi idrici a regime torrentizio, specie in aree montane ove esista degrado e dissesto del suolo e, quindi, possono contribuire efficacemente alla difesa e salvaguardia del territorio.

# Il piccolo idroelettrico

## Schema di impianto - Turbina Kaplan orizzontale



# Il piccolo idroelettrico

## Schema di impianto - Turbina Kaplan inclinata

