



UNIVERSITÀ DI PISA

Fabbisogno di energia e ruolo delle fonti rinnovabili

Paolo Di Marco

Dipartimento di Ingegneria dell'Energia e dei Sistemi,
Università di Pisa

*Il patrimonio forestale:
da cultura del territorio ad opportunità di sviluppo
Sillano, 16 Ottobre 2011.*

La scoperta del fuoco

Avvenuta nel paleolitico.

Fino agli albori del 1700: l'uomo usa il fuoco unicamente per riscaldarsi, cuocere e lavorare i metalli.

Ricava **energia meccanica** da fonte: eolica, idraulica, animale.

La **polvere da sparo** viene introdotta attorno al 1500 ed è utilizzata solo per scopi bellici.



I consumi energetici attuali

Nel mondo:

2000: 10 Gtep/anno - 90% da combustione
pari al contenuto di 37000 superpetroliere
pari all'energia solare che raggiunge la terra in 1 ora.

2020: 11.5 - 15.5 Gtep

(inquinamento - esaurimento delle risorse)

Famiglia italiana media:

circa 10 kWh di energia elettrica al giorno (36 MJ)
sufficiente a sollevare la famiglia ad un'altezza di
12000 m (quota di volo di un aereo).

Cittadino italiano medio: ~1100 kWh/anno

(produzione corrispondente di CO₂: circa 500 kg)

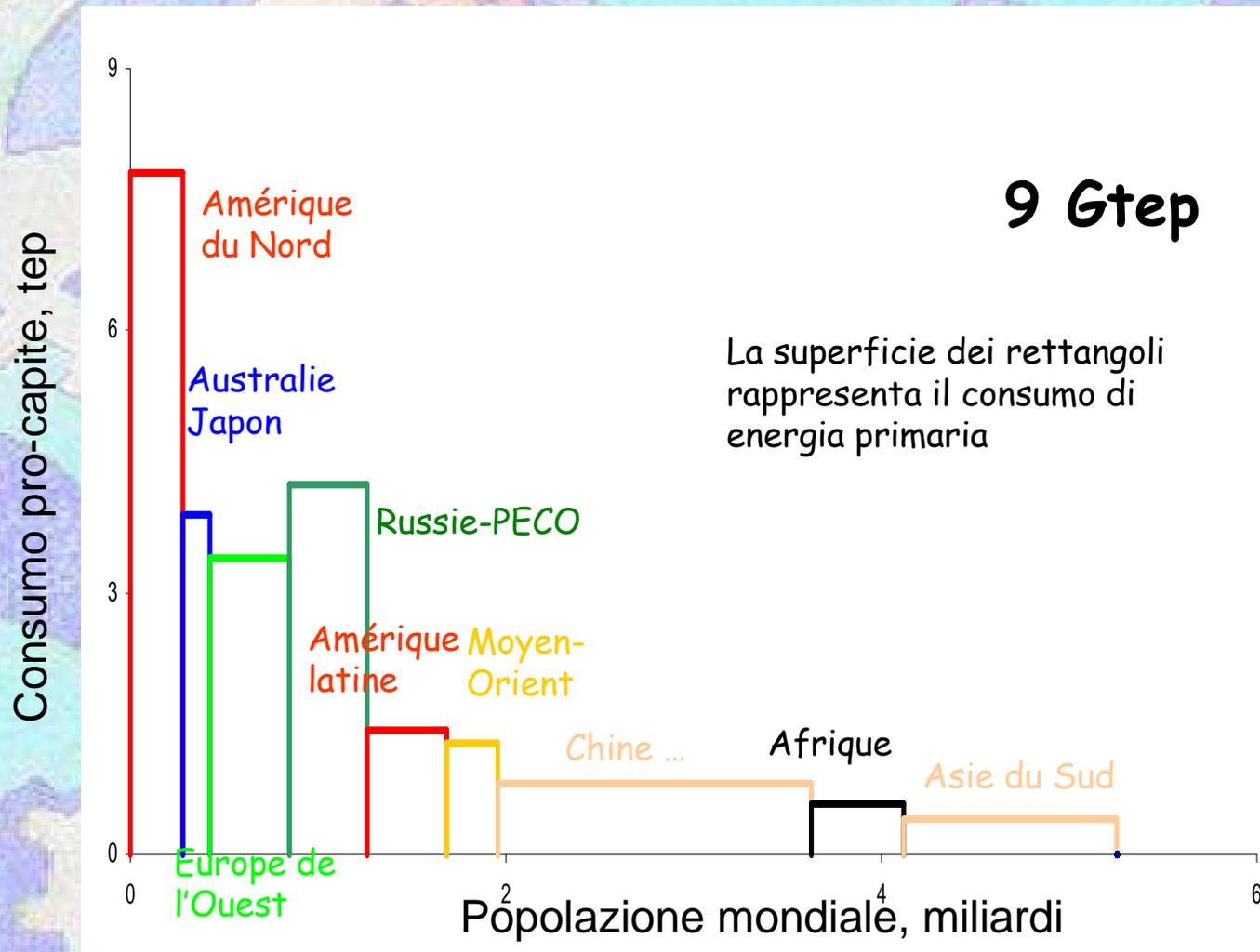
Energia rinnovabile e non rinnovabile

Energia rinnovabile: energia che viene consumata ad un tasso pari a quello con cui viene reintegrata (es. idroelettrica). Si includono anche le fonti di entità praticamente illimitata, come l'energia geotermica e da fusione nucleare.

Energia non rinnovabile: energia che viene consumata ad un tasso superiore a quello con cui viene reintegrata. Tipicamente, i combustibili fossili (petrolio, carbone e gas naturale). Sono soggette ad *esaurimento*.

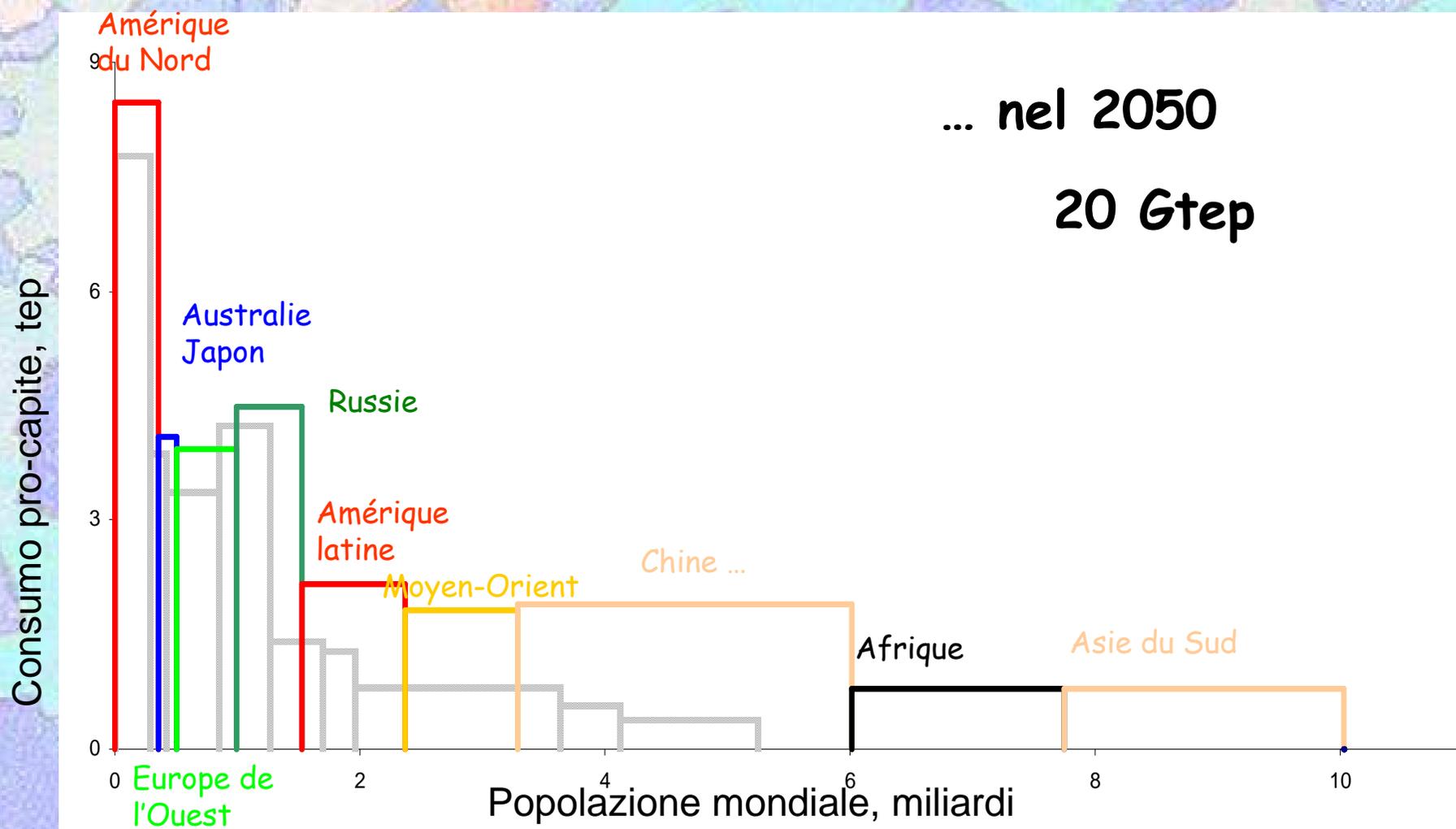
Fabbisogno mondiale attuale

Fabbisogno mondiale di energia nel 1990 ...



Source : « World Energy Assessment », 2001

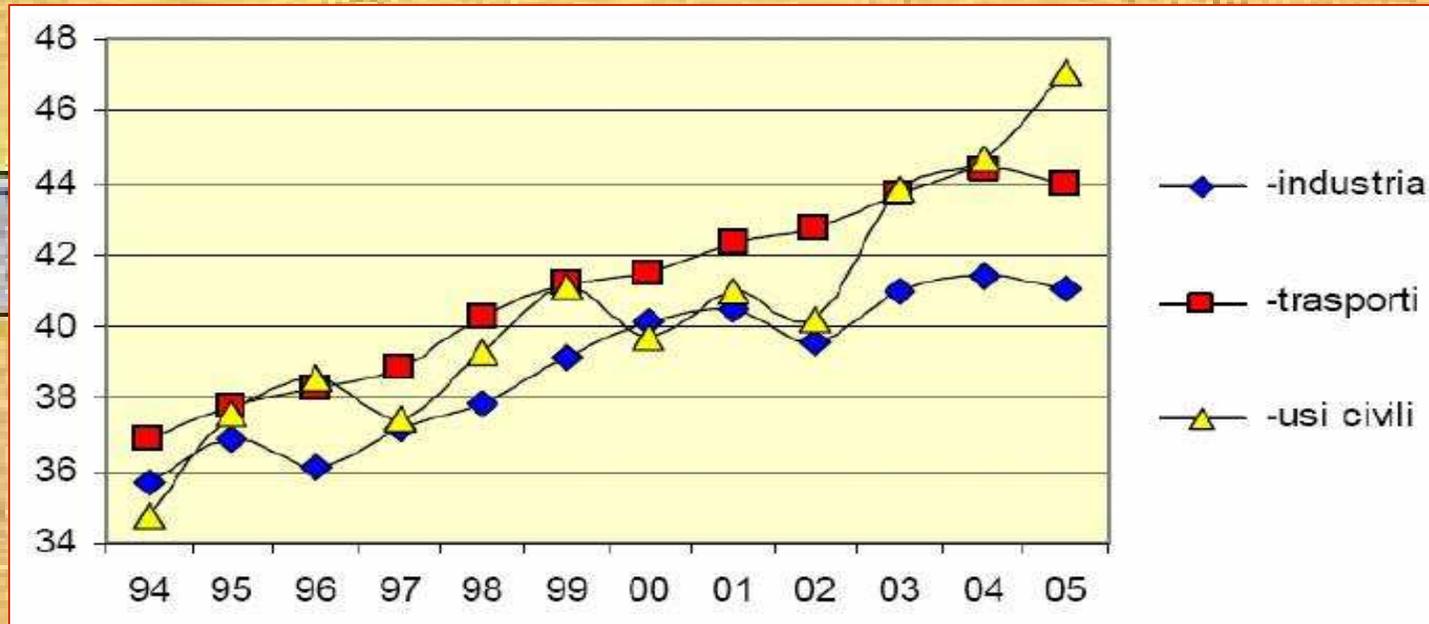
Fabbisogno mondiale - proiezione



Source : « World Energy Assessment », 2001

Il fabbisogno energetico italiano - 1

Consumi finali di energia in Italia divisi per settore (Mtep):



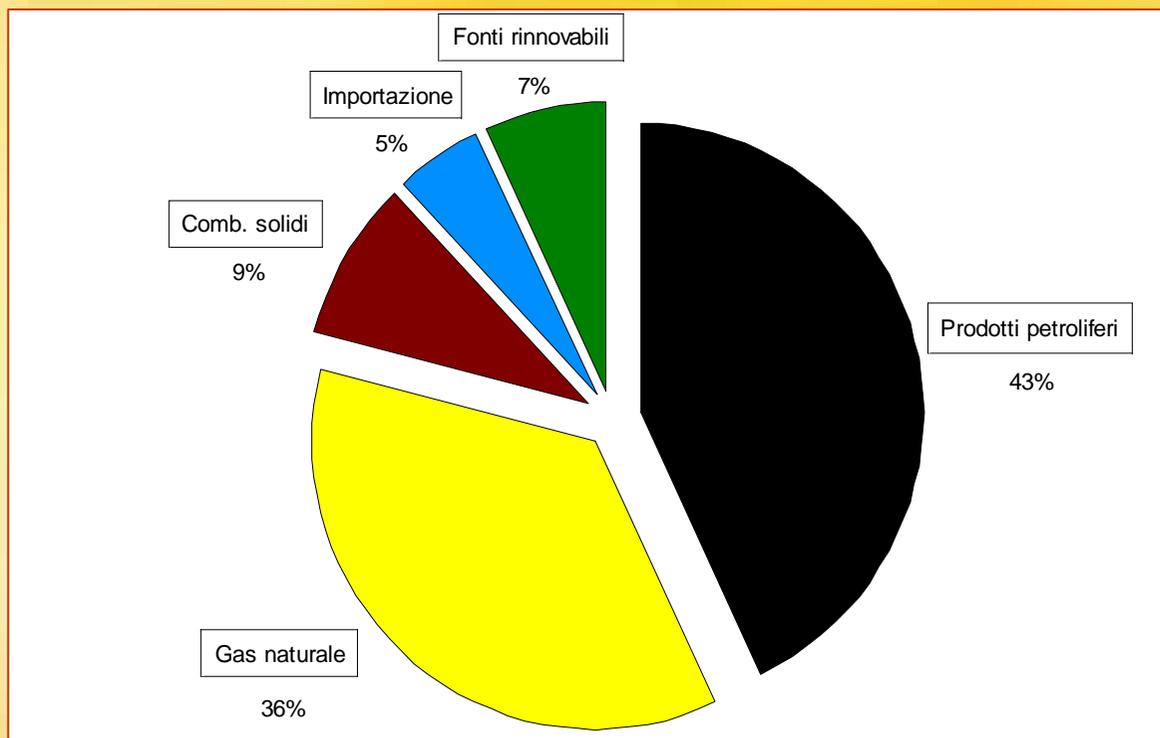
I consumi **finali** di energia in Italia ammontano a circa 140 Mtep
Se fosse tutto petrolio, corrisponderebbe al carico di circa 600 superpetroliere.

Suddiviso circa in parti uguali tra industria, trasporti e usi civili

1 Mtep (1 milione di tonnellate equivalenti petrolio) = 4×10^{16} J = 10^{10} kWh

Fonte: elaborazione su dati Min. Att. Prod.

Il fabbisogno energetico italiano - 2



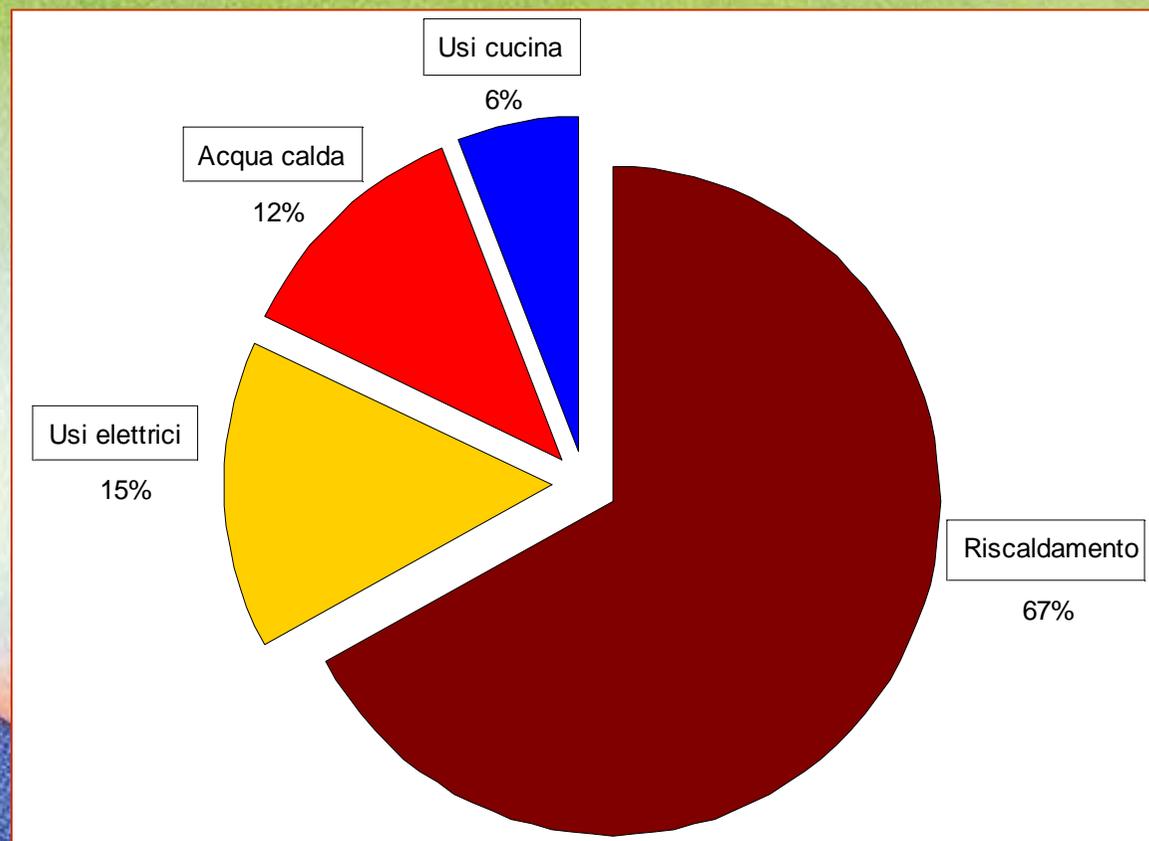
Il **fabbisogno energetico** italiano ammonta a circa 190 Mtep

Le 50 Mtep addizionali rispetto ai consumi sono impegnate nella conversione in energia elettrica e nelle perdite.

Il fabbisogno proviene per oltre l'85% da combustibili fossili ed una parte significativa è dovuta all'importazione di energia elettrica (prevalentemente nucleare francese).

Fonte: elaborazione su dati Min. Att. Prod.

Il consumo domestico



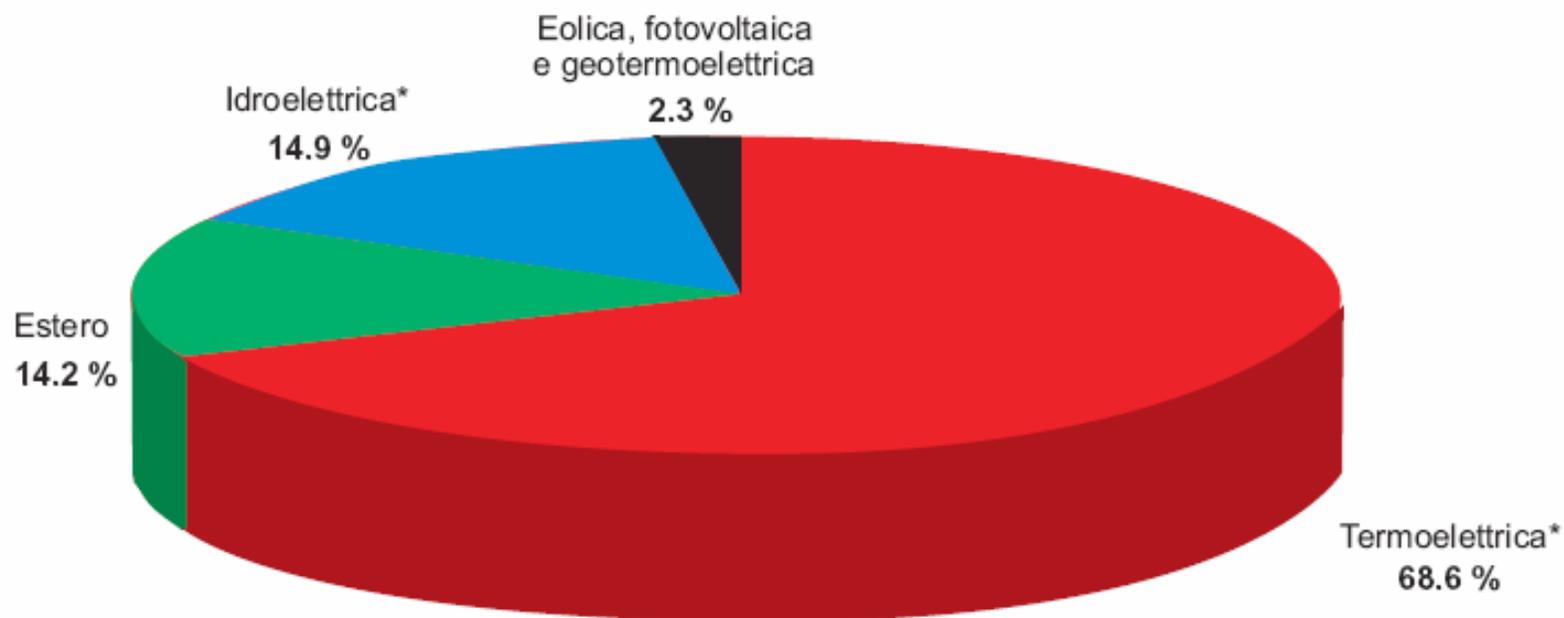
Circa il 20% dell'energia totale consumata in Italia è utilizzata nel settore domestico per soddisfare i bisogni quotidiani delle famiglie.

La maggior parte dell'energia è spesa per la climatizzazione delle abitazioni.

Si stima che una famiglia spenda in riscaldamento e manutenzione dell'abitazione circa l'equivalente delle sue spese alimentari

Il fabbisogno elettrico della rete italiana

Composizione (%) dell'offerta di energia elettrica



I combustibili fossili: problematiche

Approvvigionamento: i paesi produttori sono in genere diversi da quelli consumatori. Il costo dei combustibili è soggetto alle tensioni politiche internazionali.

Inquinamento: la combustione produce sostanze inquinanti di vario tipo che si disperdono nell'atmosfera assieme ai fumi di scarico.

Esaurimento: petrolio e gas naturale vengono consumati in un tempo enormemente inferiore a quello con cui sono stati generati in natura.

L'effetto serra

L'energia solare arriva sulla terra sotto forma di *radiazione visibile e ultravioletta*; la terra riemette l'energia verso lo spazio sotto forma di *radiazione infrarossa*.

L'equilibrio tra la radiazione ricevuta e quella riemessa fa sì che la temperatura della terra e dell'atmosfera si mantengano costanti.

I gas-serra (principalmente la CO_2) sono trasparenti alla radiazione visibile ma *non all'infrarosso*. Ostacolano pertanto la dissipazione di calore e fanno aumentare la temperatura terrestre.

In completa assenza di gas-serra, la temperatura media terrestre sarebbe -19°C . L'aumento di concentrazione di gas serra fa aumentare la temperatura.

L'antropocene?

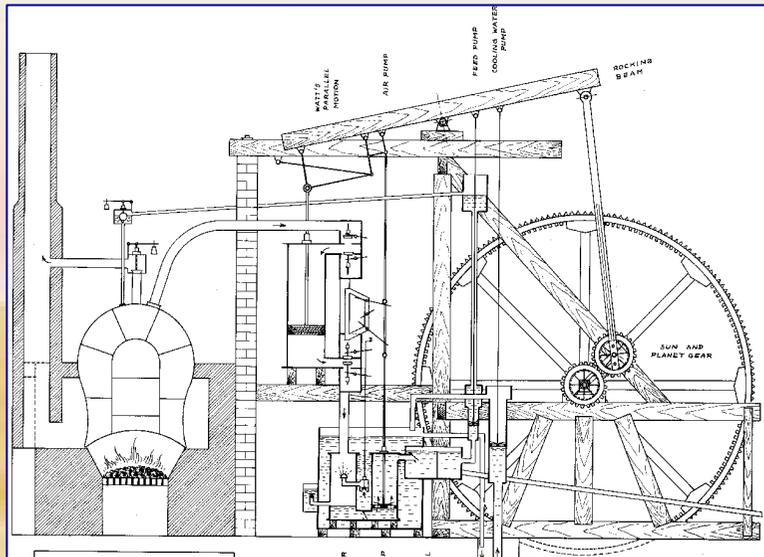


*James Watt
1736 - 1819*



In una nota apparsa su *Nature* (vol. 45, 3 Jan. 2002) il premio Nobel Crutzen sottolinea come ormai l'umanità sia il fattore primario di impatto sull'ambiente, cosicché il periodo dell'Olocene corrispondente agli ultimi duecento anni circa potrebbe essere definito come "antropocene", proprio a significare il ruolo centrale e determinante dell'umanità nel modificare l'ambiente stesso.

Il suo inizio potrebbe essere fatto coincidere con l'anno 1784, in cui Watt perfezionò la sua macchina a vapore.



Macchina a vapore di Watt (1784)

La riduzione dell'emissione di CO₂

Le emissioni di CO₂ possono essere ridotte:

- Risparmiando energia, razionalizzando i consumi.
- Producendo energia con impianti di efficienza maggiore (cioè bruciando meno combustibile a parità di energia prodotta).
- Recuperando la CO₂ dai fumi e immagazzinandola in luoghi sicuri (sequestro della CO₂).
- Usando fonti di energia che non producono CO₂ (solare, eolico, geotermico, idroelettrico, nucleare)
- Usando fonti di energia che emettono una quantità di CO₂ pari a quella assorbita dall'atmosfera durante la loro crescita (biomassa).

Cosa è la biomassa

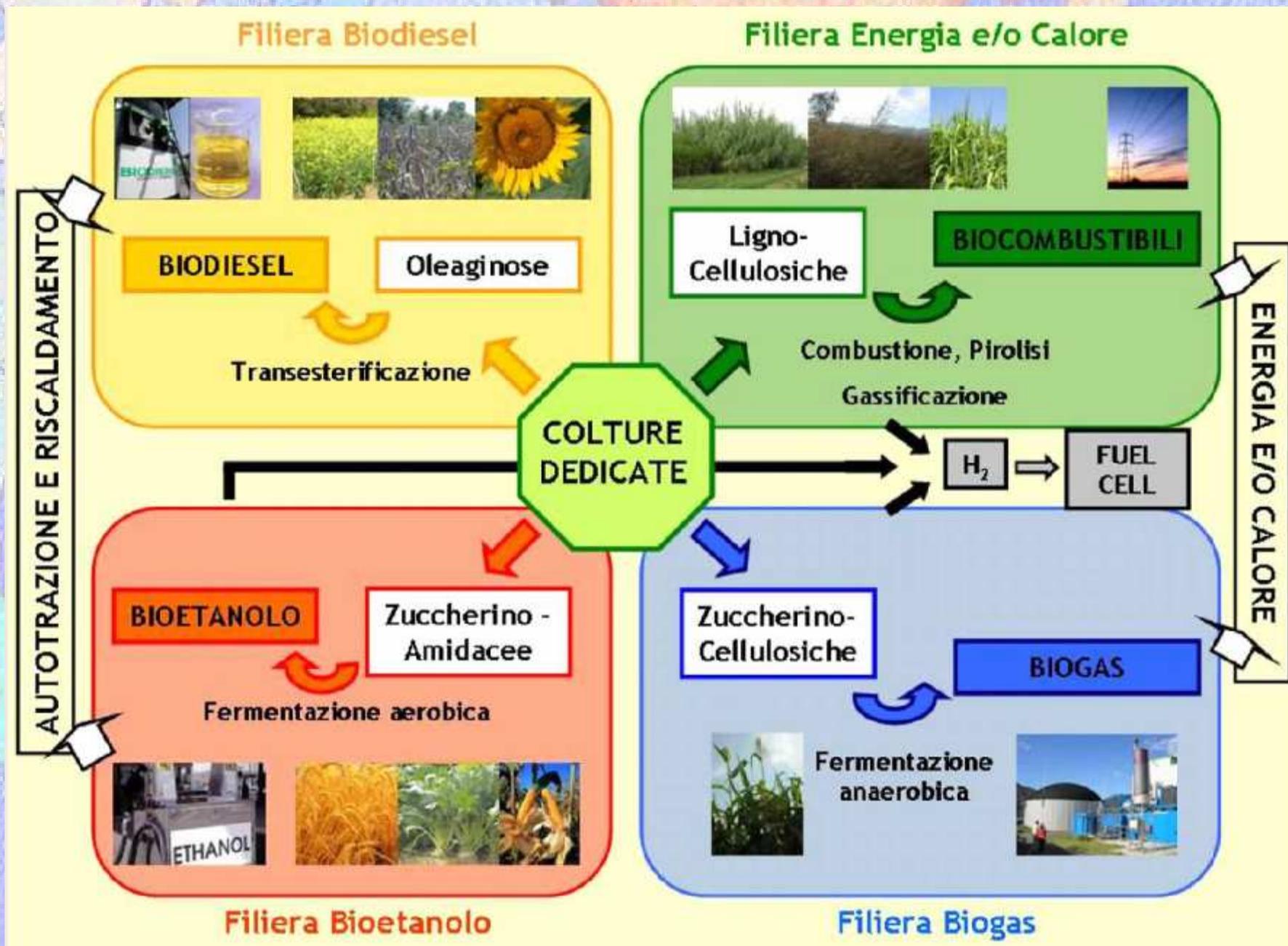
Tutti quei materiali di origine animale e vegetale che non hanno subito alcun processo di fossilizzazione e sono utilizzabili per la produzione di energia.

In particolare :

- materiali e residui di origine agricola e forestale,
- prodotti secondari e scarti dell'industria agro-alimentare,
- i reflui di origine zootecnica,
- i rifiuti urbani (in cui la frazione organica può raggiungere il 40% in peso),
- le alghe e molte specie vegetali utilizzate per la depurazione di liquami organici.

In base all'origine si può suddividere in: Naturale, Residuale o Dedicata.

Utilizzazione delle biomasse



Obiettivo PIER Toscana 2012: Energia

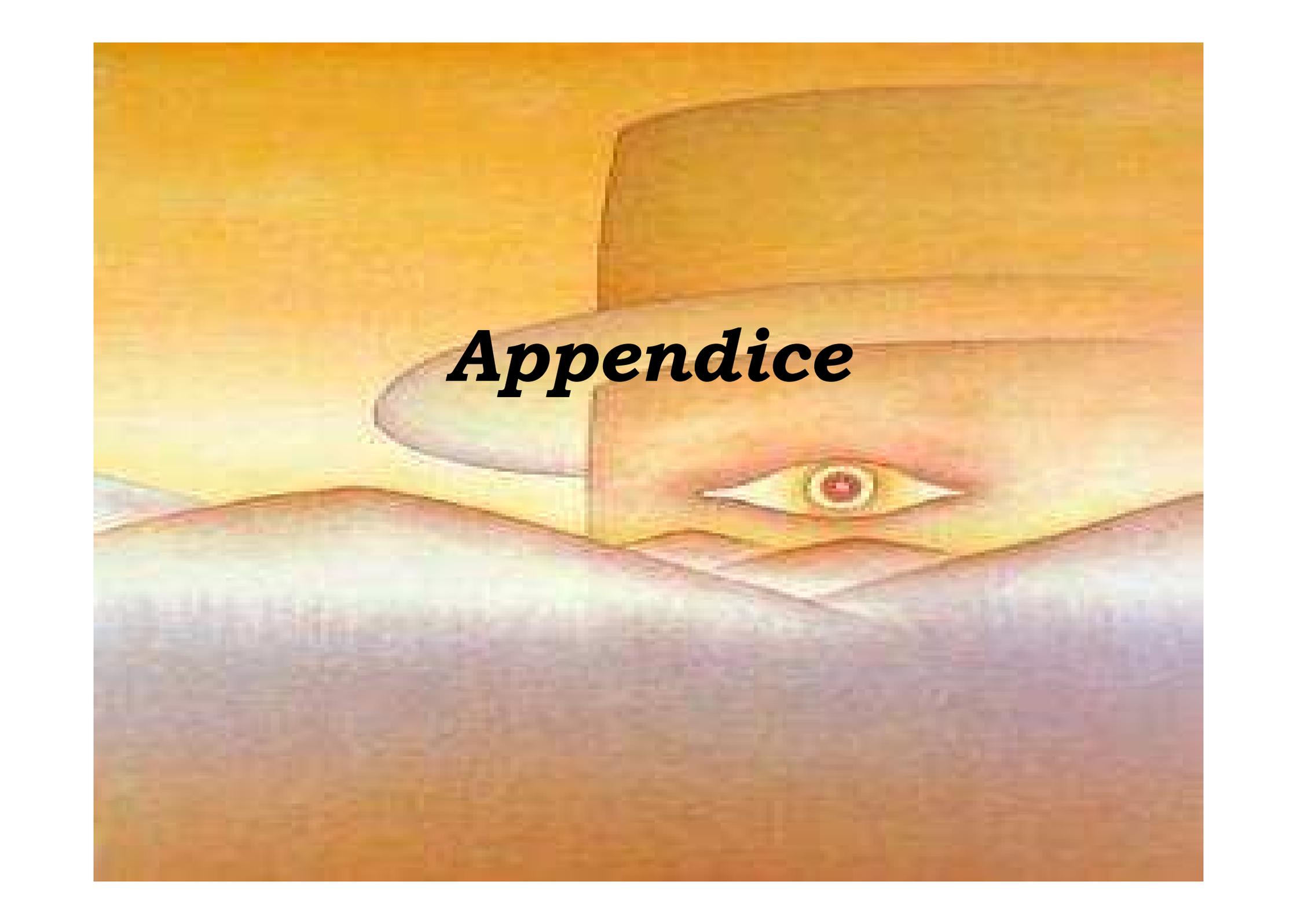
Potenzialità di sviluppo delle rinnovabili (al 2012) rispetto ai valori 2000

	Incremento in base al trend attuale (66% degli obiettivi del PER 2000)		Incremento in base agli obiettivi del PER 2000		Incremento PIER	
	Potenza	Produci- bilità	Potenza	Produci- bilità	Potenza	Produci- bilità
	MW	GWh	MW	GWh	MW	GWh
Idroelettrico	46	266	70	405	100	578
Eolico	198	434	300	657	330	723
Fotovoltaico	4	9	6	13	45	99
Biomasse	100	571	152	866	180	1025
Geotemo- elettrico	198	1.474	300	2.234	300	2.234
Totale	546	2.754	828	4.175	1025	5.180

20 % del totale e 50% dell'elettrico da rinnovabili

Grazie per l'attenzione



The image shows a stylized, textured illustration of a book cover. The cover is primarily a warm, golden-brown color. On the right side, which would be the spine of the book, there is a prominent, stylized eye-like symbol. The symbol has a central red dot, surrounded by a yellow ring, and is set within a larger, diamond-shaped frame. The overall style is painterly and somewhat abstract. The word "Appendice" is written across the center of the cover in a bold, black, italicized serif font.

Appendice

La combustione di

produce

1 tep di legna

4,6 ton di CO₂

1 tep di carbone

4,0 ton di CO₂

1 tep di petrolio

3,1 ton di CO₂

1 tep di gas naturale

2,3 ton di CO₂



FILIPPO

Energia: cosa è, come si misura

Energia: la potenzialità di un sistema di eseguire lavoro, ovvero di spostare il punto di applicazione di una forza.

L'energia può essere *potenziale, cinetica, chimica, elastica, termica, nucleare ...*

L'unità di misura internazionale dell'energia è il *joule* [J] = 1 Nm

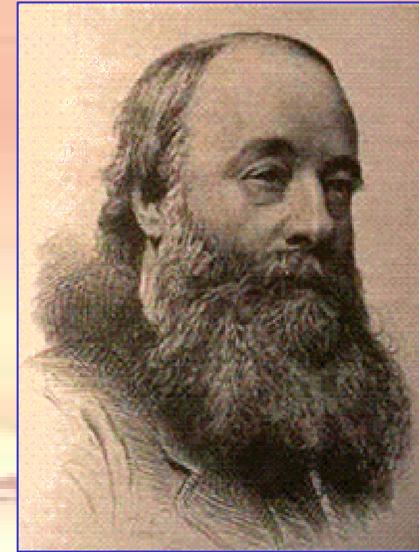
Altre unità tecniche:

- chilovattora, kWh \cong 3.6 MJ
- caloria, kcal \cong 4 kJ
- tonnellata equivalente di petrolio, tep \cong 40 GJ
- british thermal unit, btu \cong 1 kJ

Ad esempio:

fabbisogno energetico umano giornaliero medio

2500 kcal \cong 10 MJ \cong 3 kWh \cong 0.0003 tep

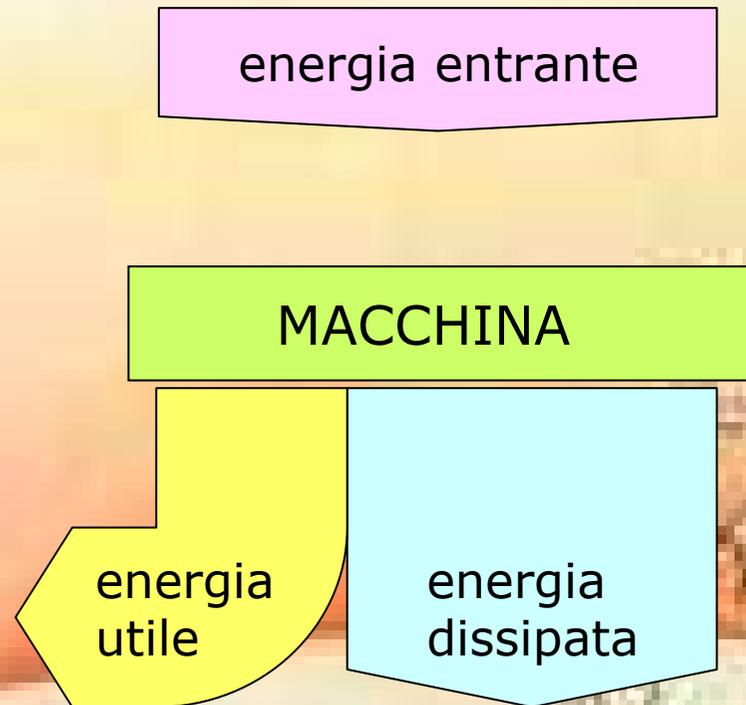


James P. Joule
1818-1889

ATTENZIONE! Non confondere l'energia con la potenza (energia per unità di tempo, che si misura in watt)

L'efficienza di conversione

"Non si dà cultura
là dove si sappia
tutto della guerra
dei trent'anni e
niente del secondo
principio della
termodinamica"
(Elio Vittorini)

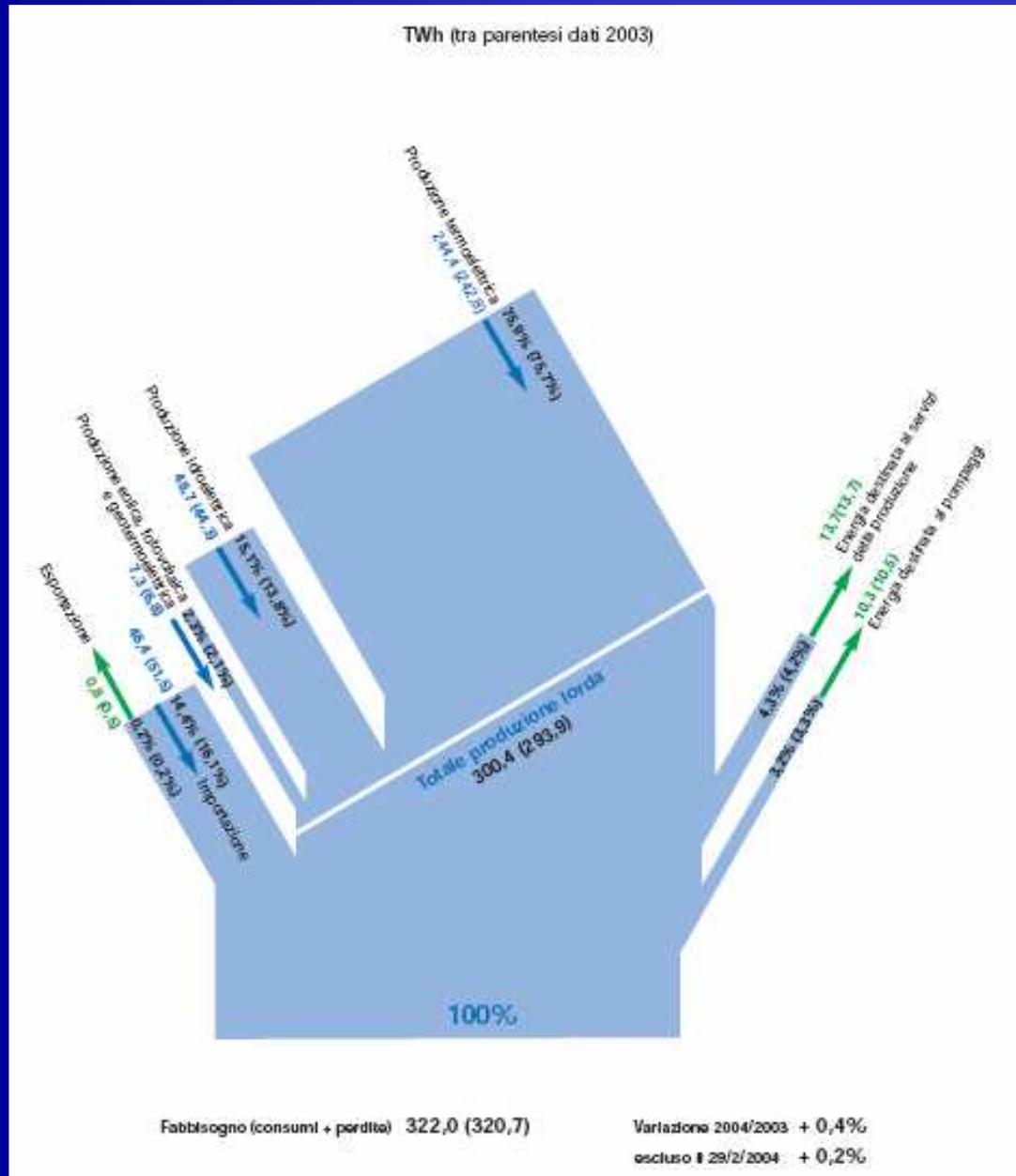


Sadi Carnot
1796 - 1832

Efficienza di conversione o rendimento: rapporto tra l'energia utilizzabile prodotta e l'energia in ingresso di una macchina (minore di uno).

Il francese *Sadi Carnot* dimostrò per primo nel 1824 che se l'energia entrante è di natura termica il rendimento ha un limite fisico superiore generalmente abbastanza basso (**secondo principio della termodinamica**: non è possibile la conversione integrale di calore in lavoro nelle macchine).

Il fabbisogno elettrico della rete italiana



fabbisogno 2004:
346.8 TWh
(=346 miliardi kWh)
di cui

70.4% termoelettrico

14.1% idroelettrico

2.1% eolico solare
geotermico

13.4% importazione
da estero

Il fabbisogno elettrico della rete italiana

PRODUZIONE CON ENERGIA SOLARE:

in media 4 kWh al giorno per metro quadrato

per produrre il fabbisogno 2004:

346.8 TWh

con un rendimento del 20 % (ottimistico)

occorrerebbe una superficie di
1190 km²

pari a circa 1/3 della Val d'Aosta (3260 km²)

opp. 1/300 della superficie totale Italia (301300 km²)