

Efficienza, compatibilità e sufficienza dei consumi di energia: misure, leggi, prospettive

Gianluca Ruggieri

DASS - Dipartimento Ambiente-Salute-Sicurezza

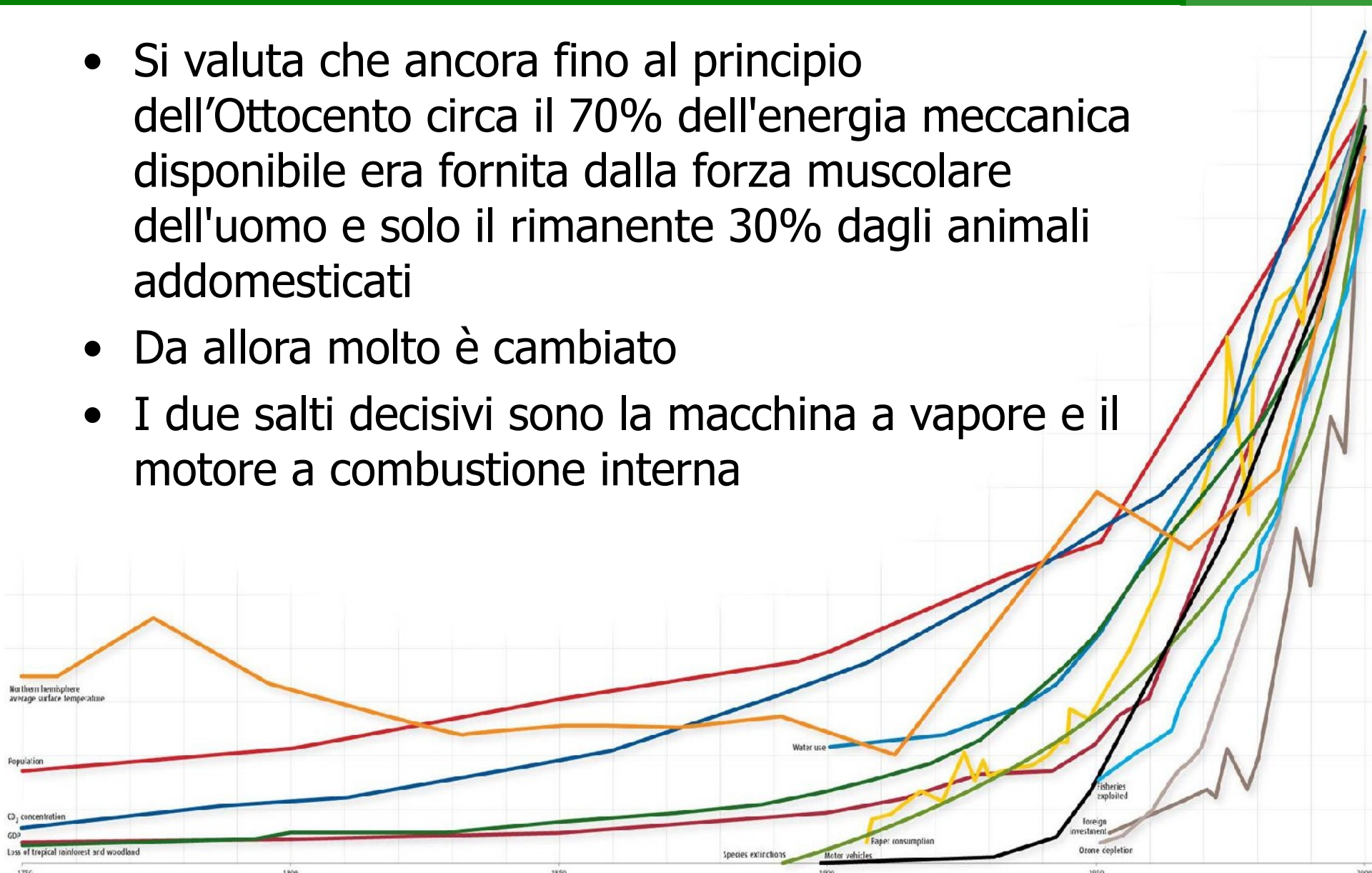
Università degli Studi dell'Insubria

gianluca.ruggieri@uninsubria.it



L'era delle risorse fossili

- Si valuta che ancora fino al principio dell'Ottocento circa il 70% dell'energia meccanica disponibile era fornita dalla forza muscolare dell'uomo e solo il rimanente 30% dagli animali addomesticati
- Da allora molto è cambiato
- I due salti decisivi sono la macchina a vapore e il motore a combustione interna

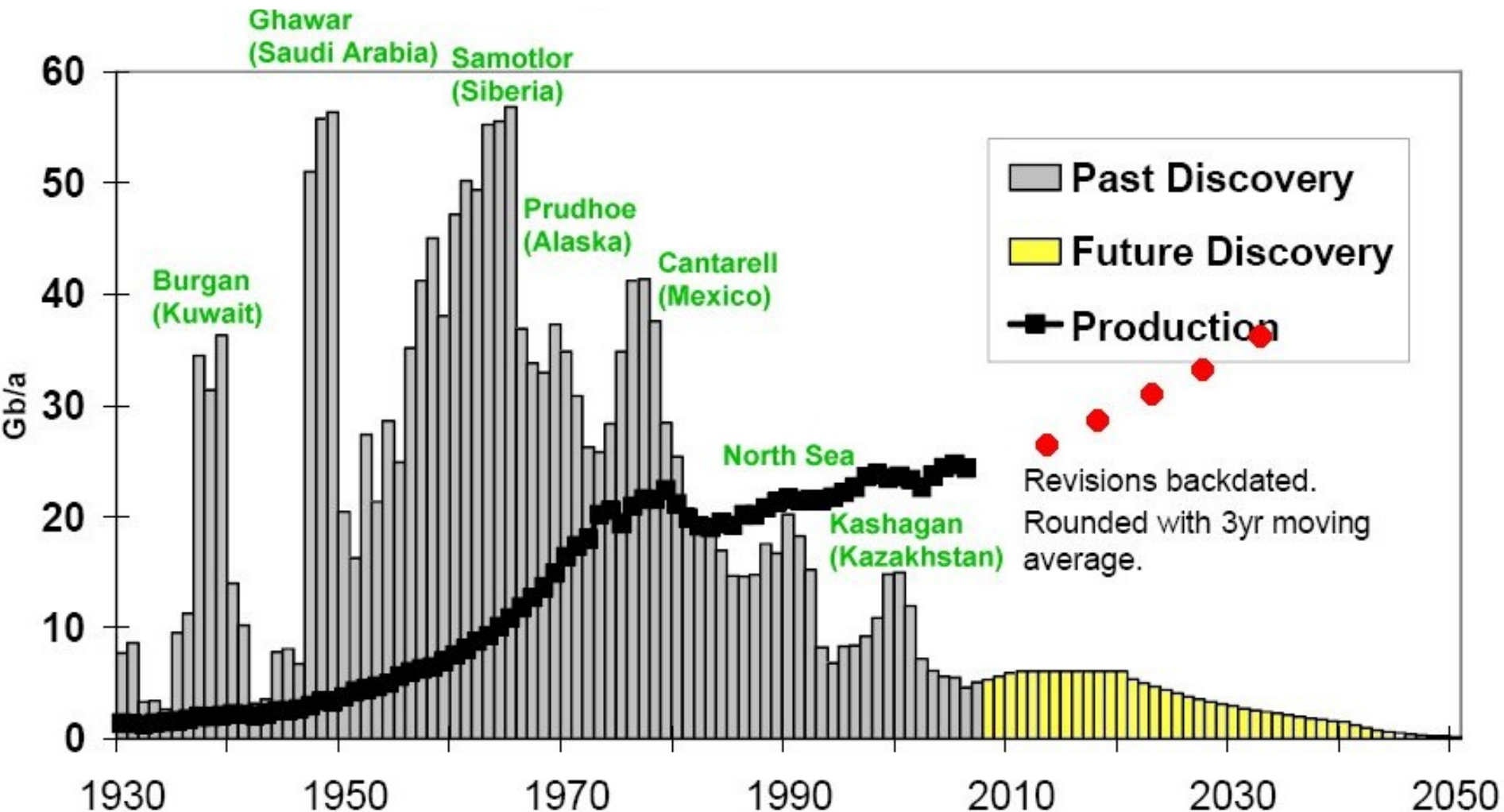


Lo scenario Business as Usual

- L'Agenzia internazionale per l'energia (IEA) è un organismo tecnico dell'Organizzazione per la Cooperazione e lo Sviluppo Economico (OECD) e del G8
- La IEA ritiene che la domanda complessiva di combustibili liquidi (principalmente petrolio) possa ancora aumentare di circa l'1% all'anno fino al 2030 raggiungendo i 106 milioni di barili al giorno
- La stessa agenzia sottolinea come, vista la tendenza ad esaurirsi dei pozzi attualmente utilizzati, la domanda prevista sarà effettivamente soddisfatta solo se entro il 2030 verranno portati in produzione nuovi giacimenti ancora da sviluppare, per un totale di circa 64 milioni di barili al giorno, «equivalenti a sei volte la produzione attuale dell'Arabia Saudita»

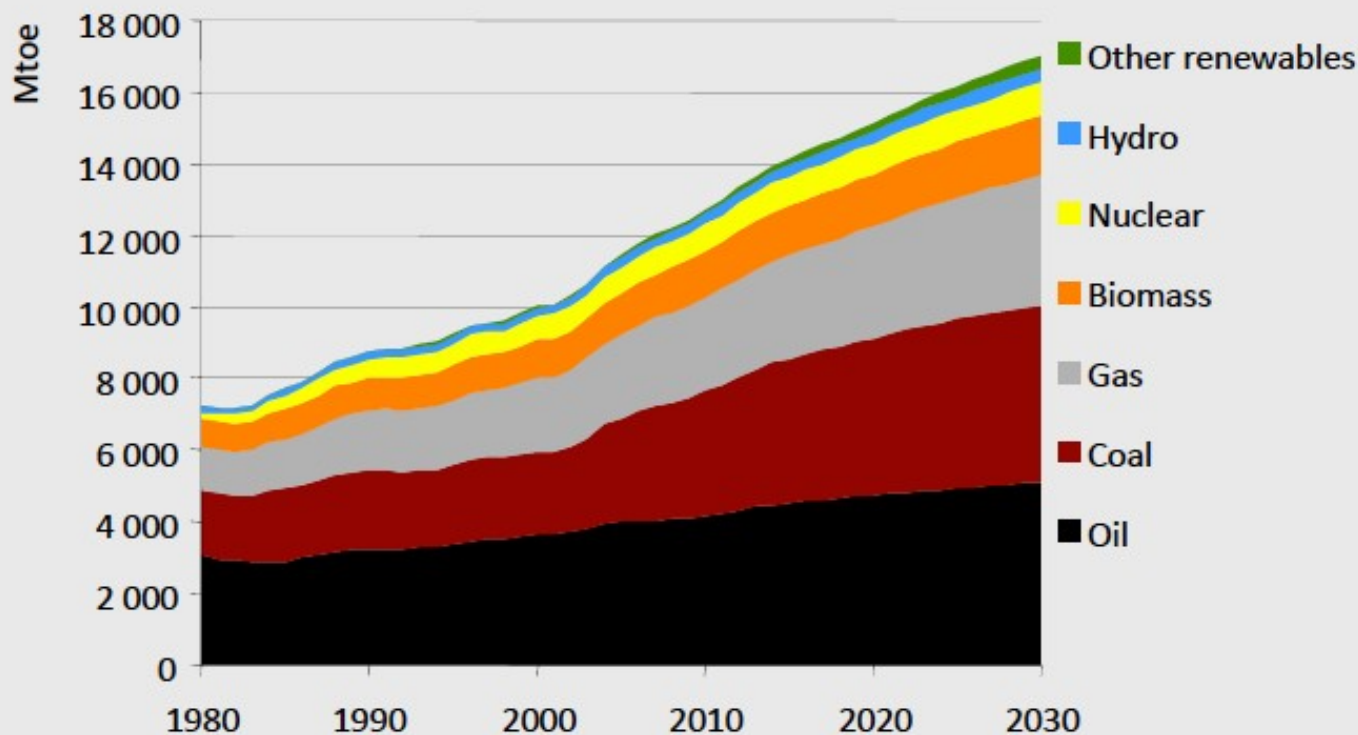
Scoperte e produzione di petrolio

<http://www.planetforlife.com/oilcrisis/oilsituation.html> su dati ASPO Ireland



World primary energy demand in the Reference Scenario: this is unsustainable!

World
Energy
Outlook
2008



World energy demand expands by 45% between now and 2030 – an average rate of increase of 1.6% per year – with coal accounting for more than a third of the overall rise

Lo scenario Business as Usual

- Tali proiezioni se anche fossero rispettate di qui al 2030, difficilmente sarebbero riproponibili per la seconda metà del secolo
- Un aumento della produzione dell'1% annuo di qui al 2100 porterebbe il consumo giornaliero dagli attuali 85 milioni di barili giornalieri a oltre 250 milioni di barili, un quantitativo chiaramente impossibile da raggiungere
- D'altra parte, alcuni importanti studi collocano il picco del petrolio entro il 2020 e ritengono che la produzione mondiale di combustibili liquidi sia destinata a non raggiungere mai i 100 milioni di barili giornalieri

La Corte dei Conti statunitense ritiene che le incertezze di previsione ci obbligano a sviluppare una strategia che possa affrontare il declino della produzione di petrolio

Lo studio è stato pubblicato a Febbraio 2007

GAO

United States Government Accountability Office

Report to Congressional Requesters

February 2007

CRUDE OIL

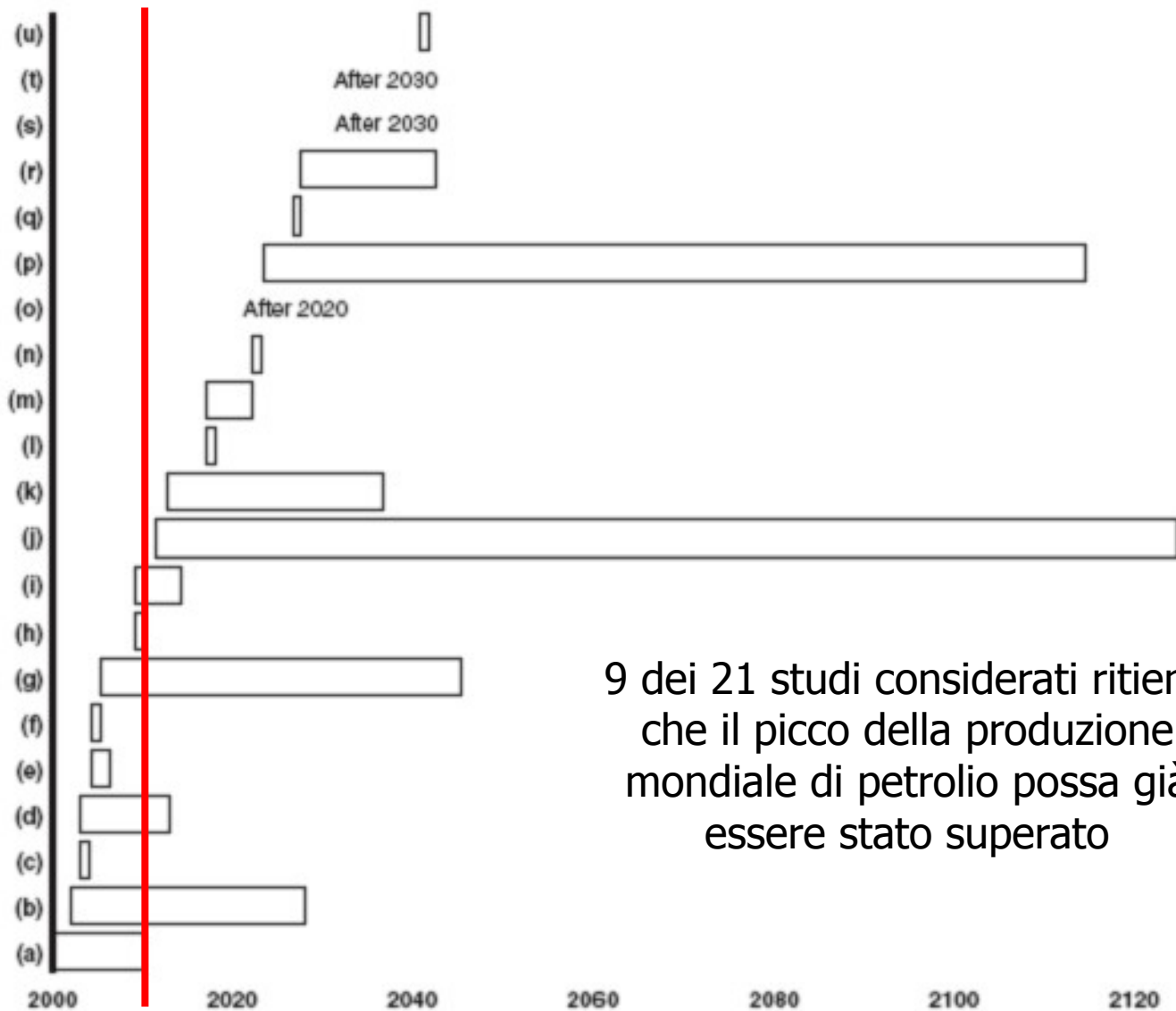
Uncertainty about Future Oil Supply Makes It Important to Develop a Strategy for Addressing a Peak and Decline in Oil Production



GAO-07-283



Figure 5: Key Estimates of the Timing of Peak Oil



9 dei 21 studi considerati ritiene che il picco della produzione mondiale di petrolio possa già essere stato superato

Source: GAO study.

Note: These studies are listed in appendix II of this report. Estimates of 90 percent confidence intervals using two different reserves data sources are provided for study g. One additional study that is not represented in this figure, referenced as study v, states that the timing of the peak is "unknowable."



Cos'è il picco del petrolio?

- Il picco non è la fine del petrolio
- È il momento in cui la produzione anziché aumentare inizia a diminuire



Slight Majority Of U.S. Energy CFOs Disagree That World Has Reached Peak Oil

Article By Stephen Payne

Published Jan 13, 2009

[Print](#)[E-mail](#)

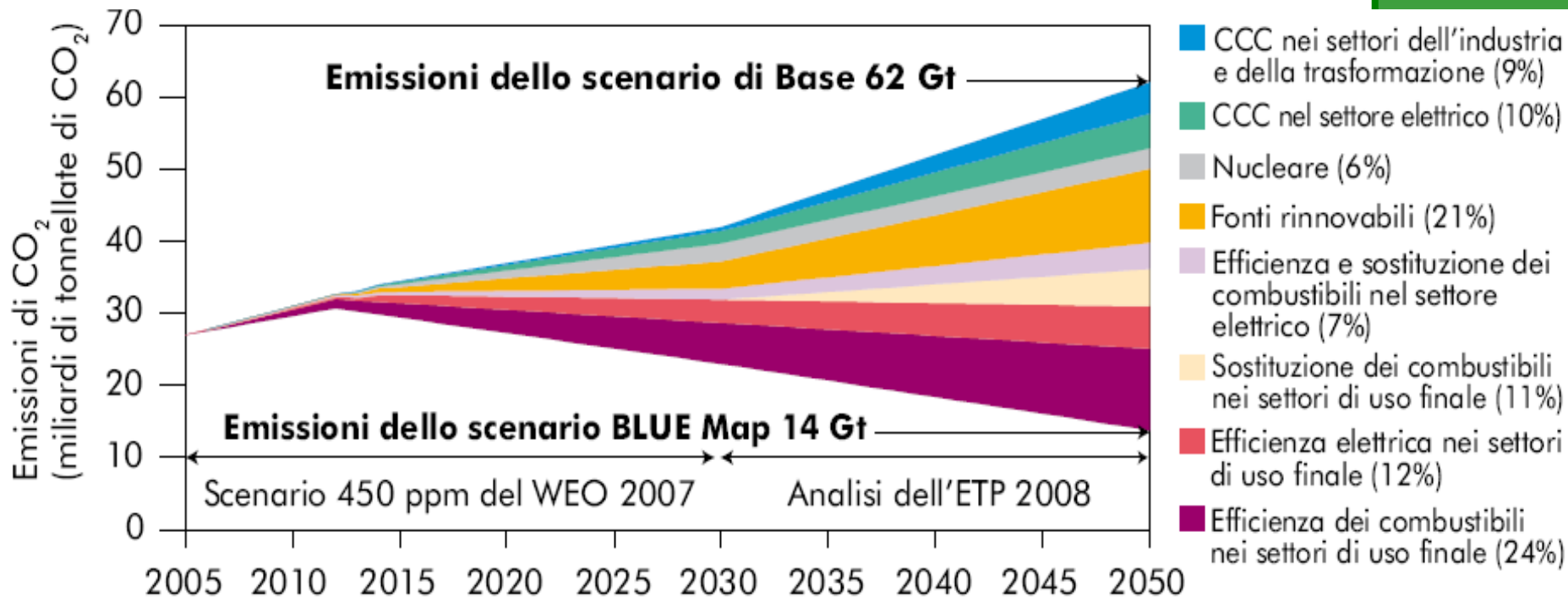
Il 48% dei Direttori finanziari delle aziende energetiche degli Stati Uniti d'America ritiene che siamo in vista del picco della produzione mondiale di petrolio!

Come possiamo rispondere a queste sfide?

Gli scenari alternativi

- Nei prossimi anni la nostra società dovrà fare i conti con i limiti fisici del pianeta, e la sua capacità di carico
- Non si tratta più semplicemente di limiti autoimposti (come la riduzione delle emissioni di CO₂, in seguito al protocollo di Kyoto)
- Si tratta dei limiti alla disponibilità di risorse energetiche fossili ad alta resa
- Per questo motivo si identificano scenari alternativi molto ambiziosi

Le strategie per abbattere le emissioni di CO₂

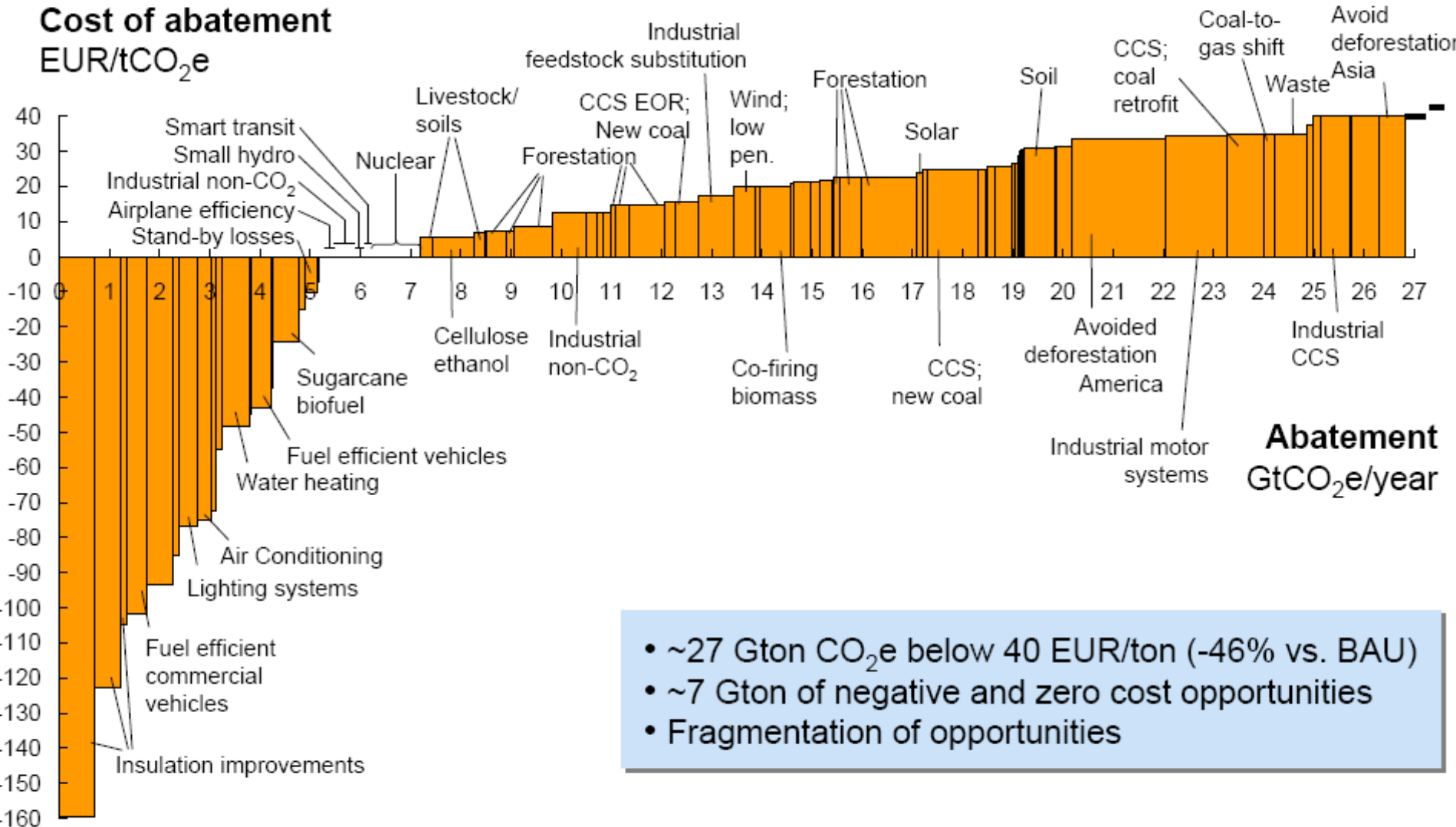


Negli scenari mondiali della IEA l'efficienza negli usi finali pesa per il 36% ed è l'unica strategia a costi negativi

Global cost curve of GHG abatement opportunities beyond business as usual

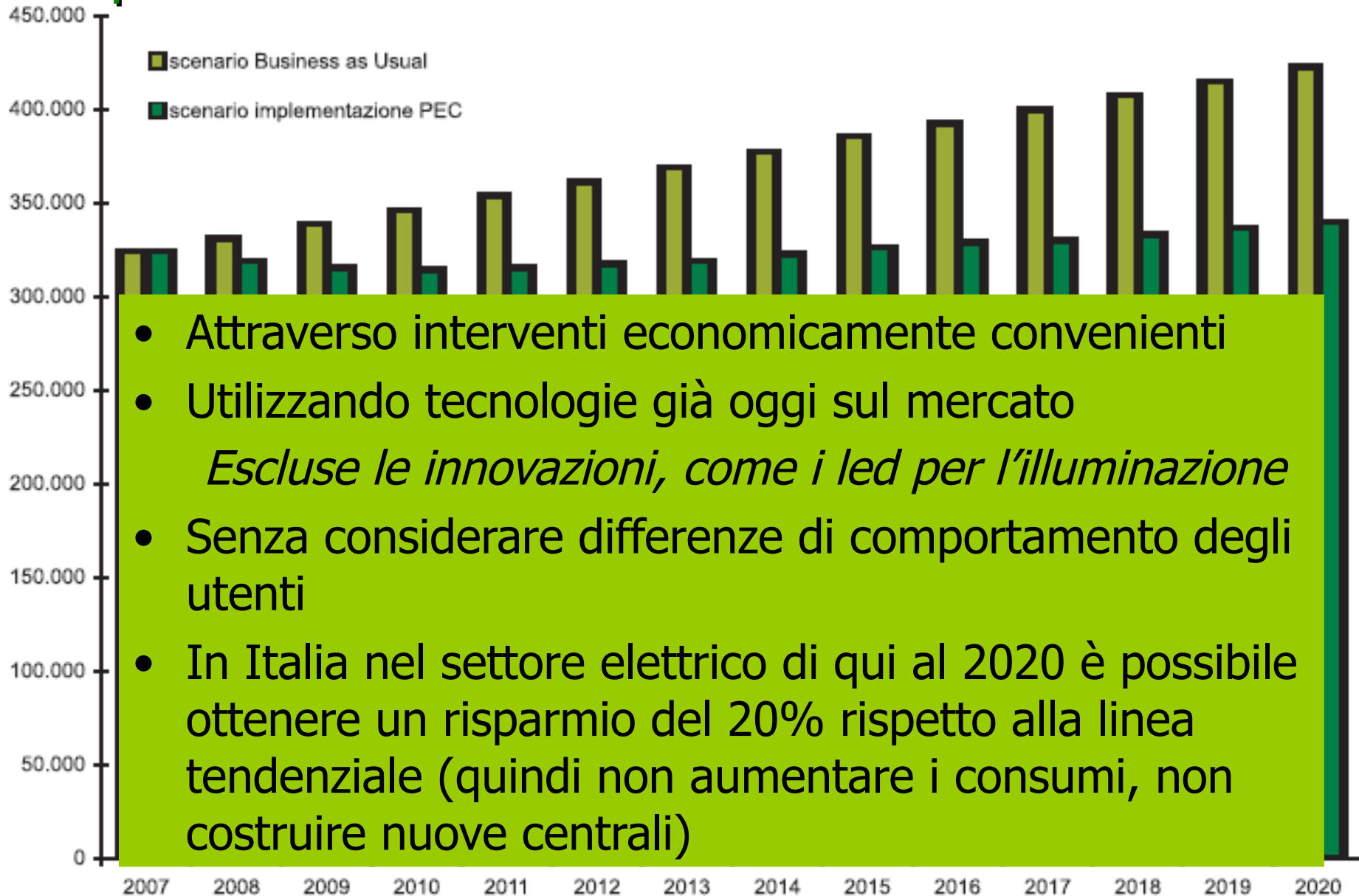
2030

Cost of abatement
EUR/tCO₂e

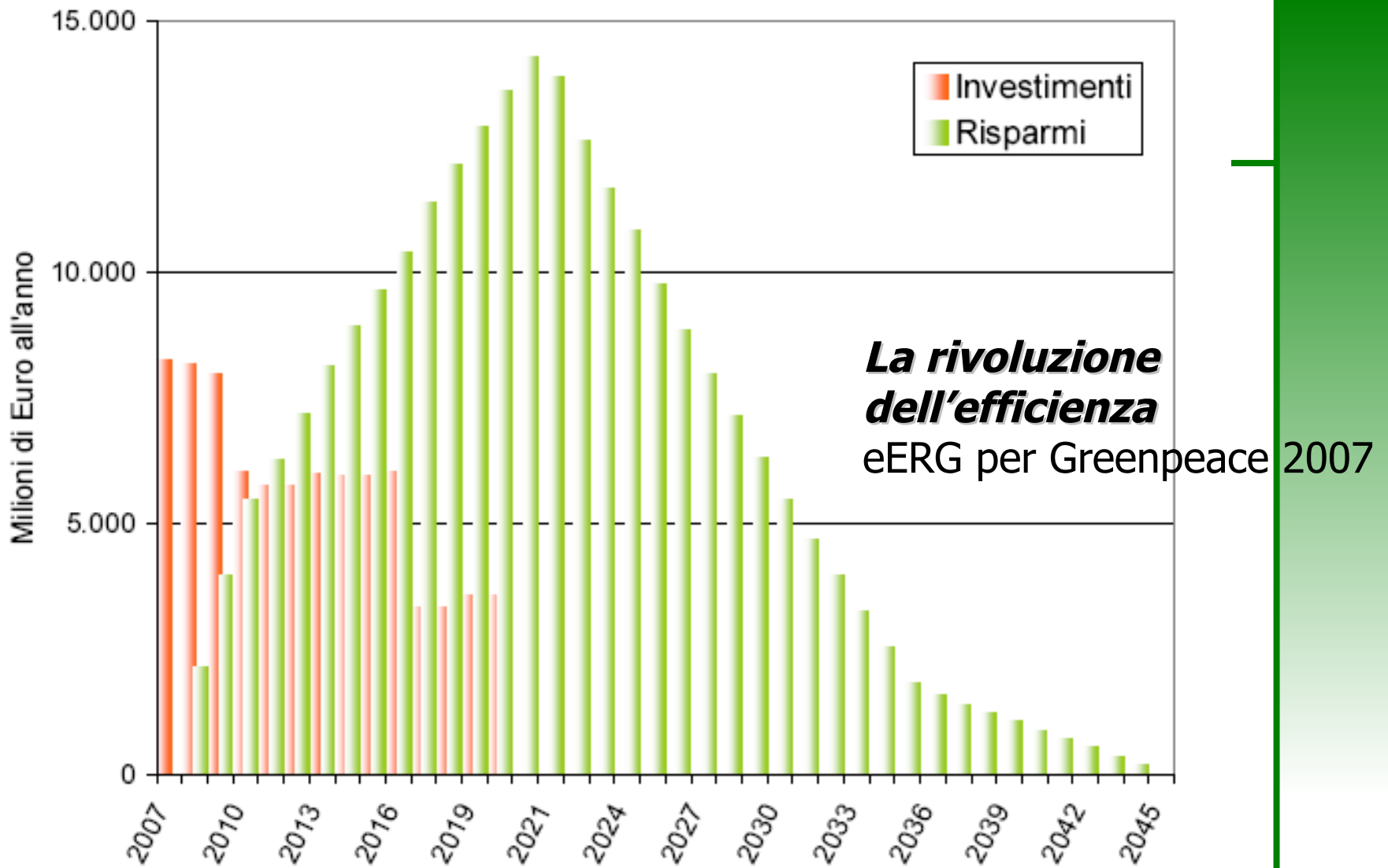


- ~27 Gton CO₂e below 40 EUR/ton (-46% vs. BAU)
- ~7 Gton of negative and zero cost opportunities
- Fragmentation of opportunities

Settore elettrico Italia - Potenziale di risparmio economicamente conveniente



- Attraverso interventi economicamente convenienti
- Utilizzando tecnologie già oggi sul mercato
Escluse le innovazioni, come i led per l'illuminazione
- Senza considerare differenze di comportamento degli utenti
- In Italia nel settore elettrico di qui al 2020 è possibile ottenere un risparmio del 20% rispetto alla linea tendenziale (quindi non aumentare i consumi, non costruire nuove centrali)



- I benefici economici totali sono dell'ordine dei 60 miliardi di euro (attualizzati)
- Proseguono per tutta la durata di vita delle tecnologie
- Comportano la creazione di oltre 50000 nuovi posti di lavoro

I consumi di energia in Italia sono pari a circa 200 MTep all'anno

Di queste solo il 35% viene utilizzata per la fornitura di energia elettrica

Quindi risolvere il problema dell'elettricità NON risolve il problema energetico

Disponibilità e Impieghi	2005					
	solidi	gas	petrolio	rinnovabili (a)	energia elettrica (b)	totale
Produzione	0,6	10,0	6,1	12,7	0,0	29,4
Importazione	16,6	60,6	108,4	0,8	11,1	197,4
Esportazione	0,2	0,3	28,9	0,0	0,2	29,7
Variazione scorte	0,0	-0,9	0,3	0,0	0,0	-0,6
Consumo Interno Lordo	17,0	71,2	85,2	13,5	10,8	197,8
Consumi e perdite	-0,5	-0,8	-6,6	-0,1	-43,2	-51,2
Trasformazioni in energia elettrica	-11,9	-25,3	-9,4	-11,6	58,2	0,0
Totale impieghi finali	4,6	45,1	69,2	1,8	25,9	146,6
-industria	4,4	17,0	7,5	0,3	11,9	41,1
-trasporti	-	0,4	42,6	0,2	0,9	44,0
-usi civili (c)	0,0	26,5	6,6	1,3	12,7	47,1
-agricoltura	-	0,2	2,6	0,2	0,5	3,4
-usi non energetici	0,2	1,0	6,5	0,0	-	7,7
-bunkeraggi	-	-	3,4	0,0	-	3,4

Fonte: Ministero Sviluppo Economico



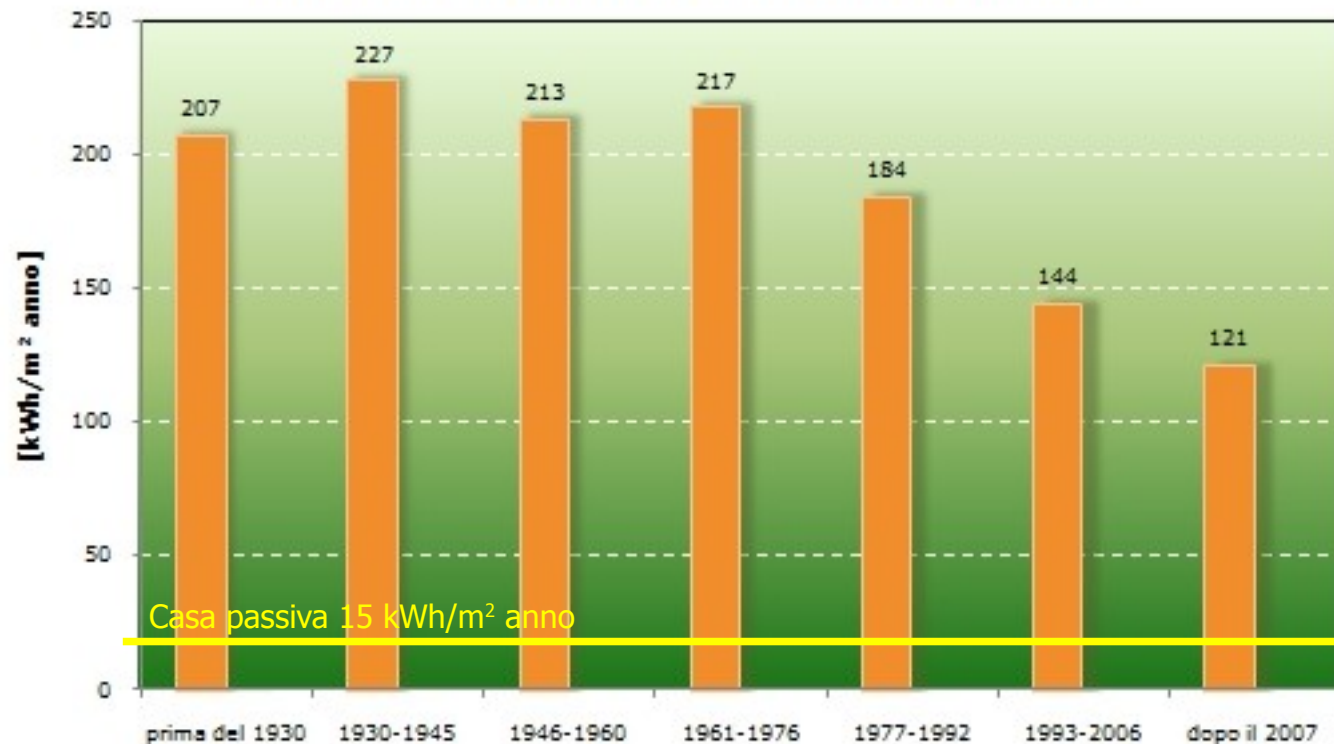
Fabbisogno energia primaria per il riscaldamento

Indicatore dei consumi annui di riscaldamento di un abitazione

Dipende dalla tipologia edilizia (superficie disperdente), dalla qualità dell'isolamento termico e dell'impianto di riscaldamento

Per Milano i nuovi limiti variano tra 40 e 90 kWh/m² anno

Fabbisogno specifico di energia primaria per il riscaldamento



	Rapporto di forma dell'edificio	Milano
	superficie / volume	2404 GG
		kWh/m ² anno
		Valore limite in vigore
Edificio a torre	0.51	48.5
Edificio in linea	0.31	64.5



Tabella 3 – Euro restituiti ogni 100 euro investiti elaborazione su dati Lorenzoni e Cattarinussi [2006]

	APPARTAMENTO IN EDIFICIO A TORRE		APPARTAMENTO IN EDIFICIO IN LINEA	
	con impianto di riscaldamento autonomo	con impianto di riscaldamento centralizzato	con impianto di riscaldamento autonomo.	con impianto di riscaldamento centralizzato
Sostituzione vetro singolo con vetro doppio a moderato controllo solare	439	509	439	490
Sostituzione vetro singolo con vetro doppio a elevato controllo solare	428	493	431	475
Applicazione isolamento a estradosso su coperture piane (classe isol. bassa)	419	486	419	465
Sostituzione vetro singolo con vetro doppio chiaro	316	369	318	354
Caldaia a gas a condensazione in imp. risc. centralizzato	232	-	210	-
Caldaia a gas a bassa temperatura x risc.+ caldaia a gas standard x a.c.s. in imp. risc. centralizzato	217	-	220	-
Applicazione isolamento a cappotto su pareti ext. e a estradosso su coperture piane (classe isol. bassa)	206	139	215	261
Applicazione isolamento a cappotto su pareti ext. (classe isol. bassa)	178	208	179	224
Sostituzione serramento con vetro singolo con serramento in legno di pino con doppio vel	176	206	176	197
Applicazione is coperture pian				
Sostituzione se singolo con sei con doppio vel				
Applicazione isolamento a cappotto su pareti ext. (classe isol. alta)	122	143	122	153
Impianto solare per la produzione di a.c.s.: circolazione naturale, 1 pannello piano	126	147	126	141
Applicazione isolamento a cappotto su pareti ext. e a estradosso su coperture piane (classe isol. alta)	129	90 (non conveniente)	132	160
Caldaia condensazione in imp. risc. autonomo in edifici condominiali	66 (non conveniente)	-	125	-

Valutazione economica dell'investimento senza tenere conto delle detrazioni fiscali

Ogni 100 euro investiti, è possibile guadagnarne fino a 500!

Conviene ristrutturare



The Great British Refurb

- Il 13 febbraio 2009 il Ministro per l'energia e il cambiamento climatico ha lanciato "The Great British Refurb"
- Si tratta di un vero e proprio Piano Casa per l'energia e il clima
- Il settore residenziale è stato scelto come prioritario visto che circa il 25% delle emissioni di CO₂ nel Regno Unito è causato dalle abitazioni

The Great British Refurb

- Tra le misure proposte:
 - interventi per l'isolamento termico del tetto e delle murature a cassa vuota in tutte le abitazioni dove è possibile, entro il 2015
 - ristrutturazioni per aumentare l'efficienza energetica in 400 000 case all'anno, per un totale di sette milioni di abitazioni entro il 2020
 - tutte le abitazioni dovranno essere raggiunte da questa campagna entro il 2030
- Per gli edifici di nuova realizzazione l'obiettivo è che siano ad emissioni zero entro il 2016

Il potenziale di risparmio

- Il potenziale di risparmio è l'ammontare dei risparmi ottenibili a seguito dell'introduzione di tecnologie che, migliorando l'efficienza energetica, riducono l'utilizzo del vettore energetico
 - Il **Potenziale teorico di risparmio** è l'ammontare dei risparmi ottenibile introducendo tutte le tecnologie che ottengono lo stesso servizio finale di quelle utilizzate attualmente riducendone i consumi al minimo teorico
 - Il **Potenziale tecnico di risparmio** rappresenta il risparmio ottenibile grazie all'introduzione generalizzata delle tecnologie più efficienti tra tutte quelle effettivamente disponibili sul mercato o comunque prossime alla commercializzazione
 - Il **Potenziale di risparmio economicamente conveniente** rappresenta il risparmio ottenibile grazie alla sola introduzione di tecnologie a costi negativi

La valutazione dei risparmi

- Si calcolano i consumi in condizioni definite prima e dopo l'intervento di efficienza
- Quindi le ipotesi sono che il servizio finale all'utenza non sia ridotto (in termini quantitativi e qualitativi) e al limite venga migliorato
- Non si considera quindi l'intervento dell'utente finale (modifiche di comportamento)
- Si realizza una valutazione dell'investimento mettendo a confronto i costi dell'intervento con i benefici che è in grado di realizzare
- La valutazione economica è solo parzialmente in grado di verificare l'impatto complessivo dell'intervento di efficienza

Energia Grigia – Embedded energy

- L'embedded energy, è l'energia che è stata utilizzata per produrre l'apparecchio che intendiamo introdurre
- Supponiamo di essere in possesso di un frigorifero funzionante
- Sappiamo che sostituendolo con un apparecchio nuovo possiamo ridurre i consumi di una certa frazione, per esempio di 200 kWh all'anno
- Ma la produzione del frigorifero nuovo può ad esempio comportare una spesa energetica di 1400 kWh
- In questo caso il risparmio che verrà realizzato nei primi sette anni di funzionamento del nuovo apparecchio è praticamente annullato dalla spesa energetica necessaria alla sua produzione
- Per un automobile l'embedded energy è molto elevata: purtroppo però quando si programmano campagne di rottamazione, normalmente non se ne tiene conto

Efficienza nella generazione

Energy returned on energy invested

- Il ritorno energetico sull'investimento energetico, più comunemente noto come EROEI è un coefficiente che riferito a una data fonte di energia ne indica la sua convenienza in termini di resa energetica
- Matematicamente è il rapporto tra l'energia ricavata e tutta l'energia spesa per arrivare al suo ottenimento
- Ne risulta che una fonte energetica con un EROEI inferiore ad 1 sia energeticamente in perdita
- È da segnalare tuttavia che non esiste a livello internazionale un accordo sui criteri di calcolo dell'EROEI, che quindi, a differenza di altri parametri, è sensibile a valutazioni soggettive
- Inoltre varia sensibilmente se ci limitiamo ad analizzare le attività estrattive o se comprendiamo anche l'uso

Energy returned on energy invested

Tecnologia	EROEI (Elliott)	EROEI (Hore-Lacy)	EROEI Altri autori
Grande idroelettrico	50-250	50-200	
Mini idro	30-270		
Petrolio "anni d'oro"	50-100		
Petrolio oggi			5-15
Eolico	5-80	20	
Nucleare	5-100	10-60	<1
Fotovoltaico a film sottile			25-80
Fotovoltaico convenzionale (silicio)	3-9	4-9	<1
Carbone	2-7	7-17	
Gas Naturale		5 - 6	
Biomassa	3-5	5-27	
Etanolo			0.6-1.2
Sabbie bituminose			<1?

IL CONTO IN BANCA DELL'ENERGIA: IL RITORNO ENERGETICO SULL'INVESTIMENTO ENERGETICO (EROEI)

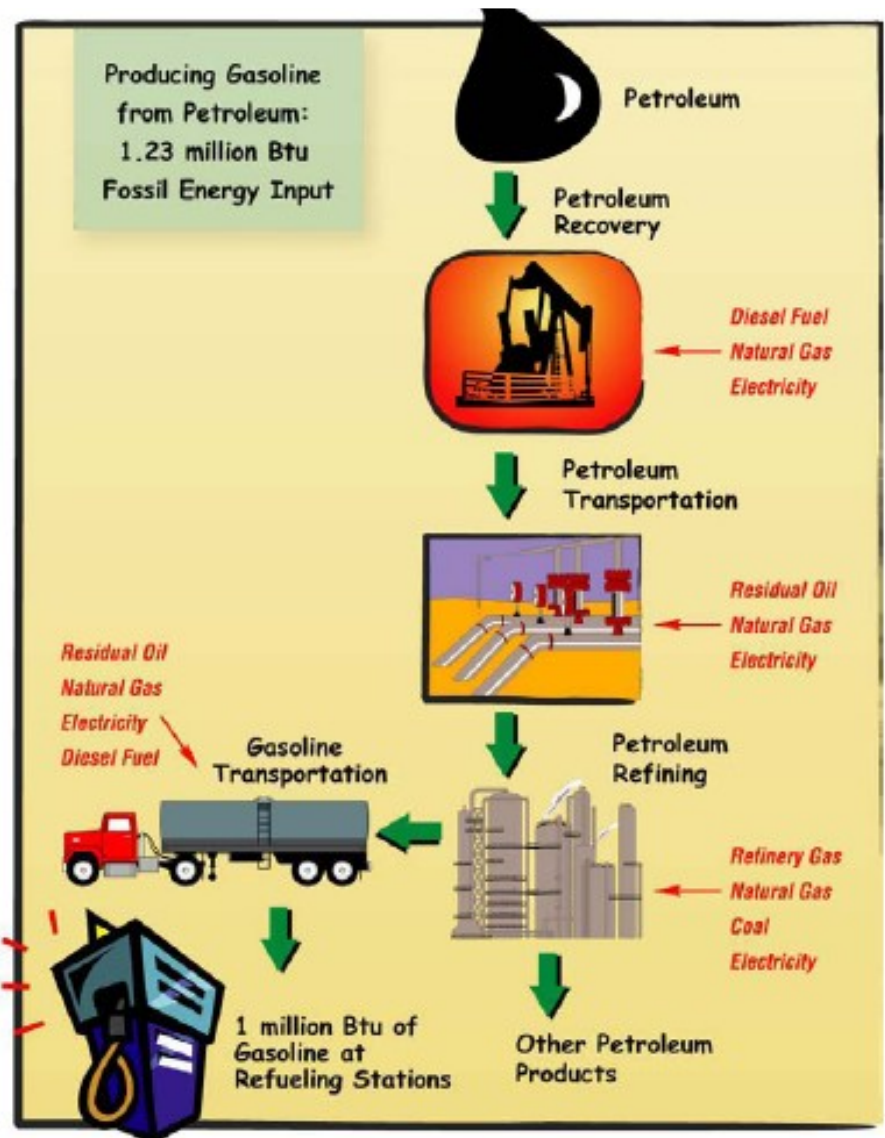
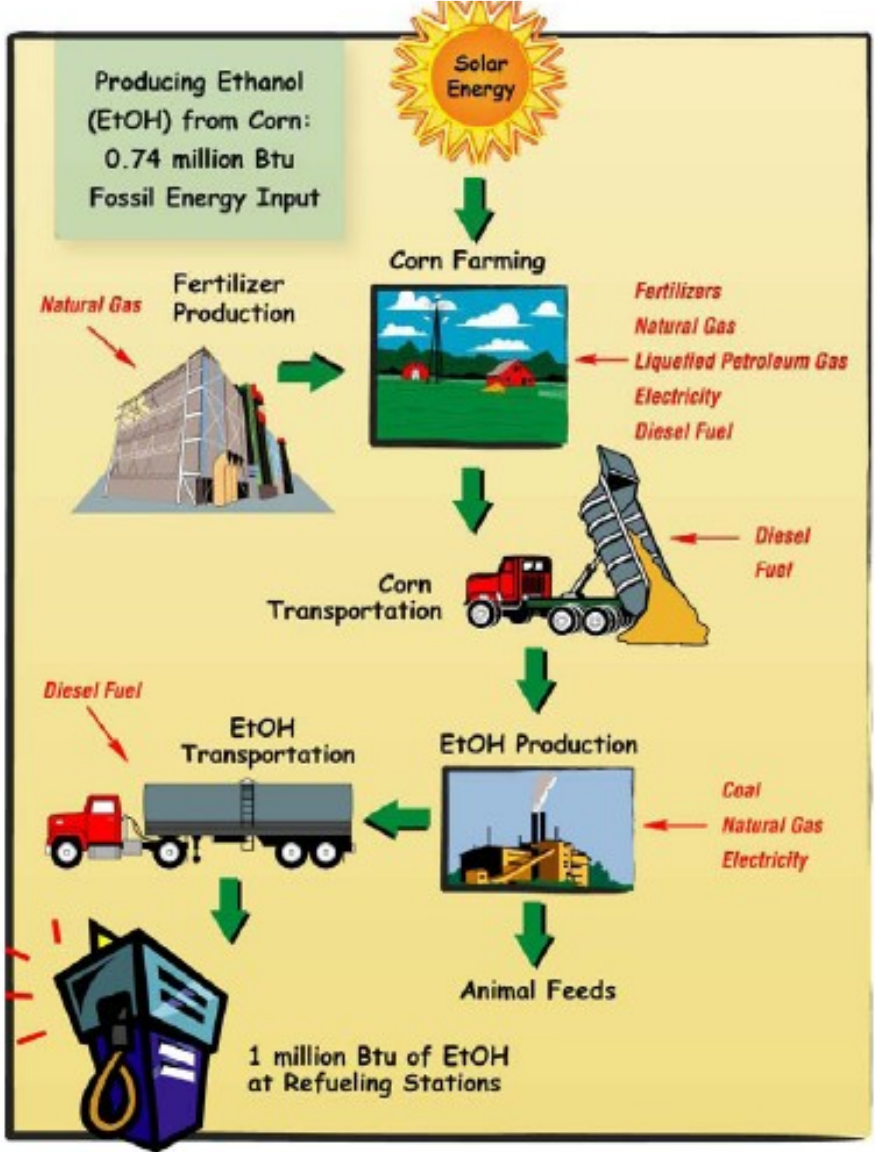
Di Ugo Bardi – Febbraio 2005



Bilancio energia fossile dell'etanolo da mais (USA)

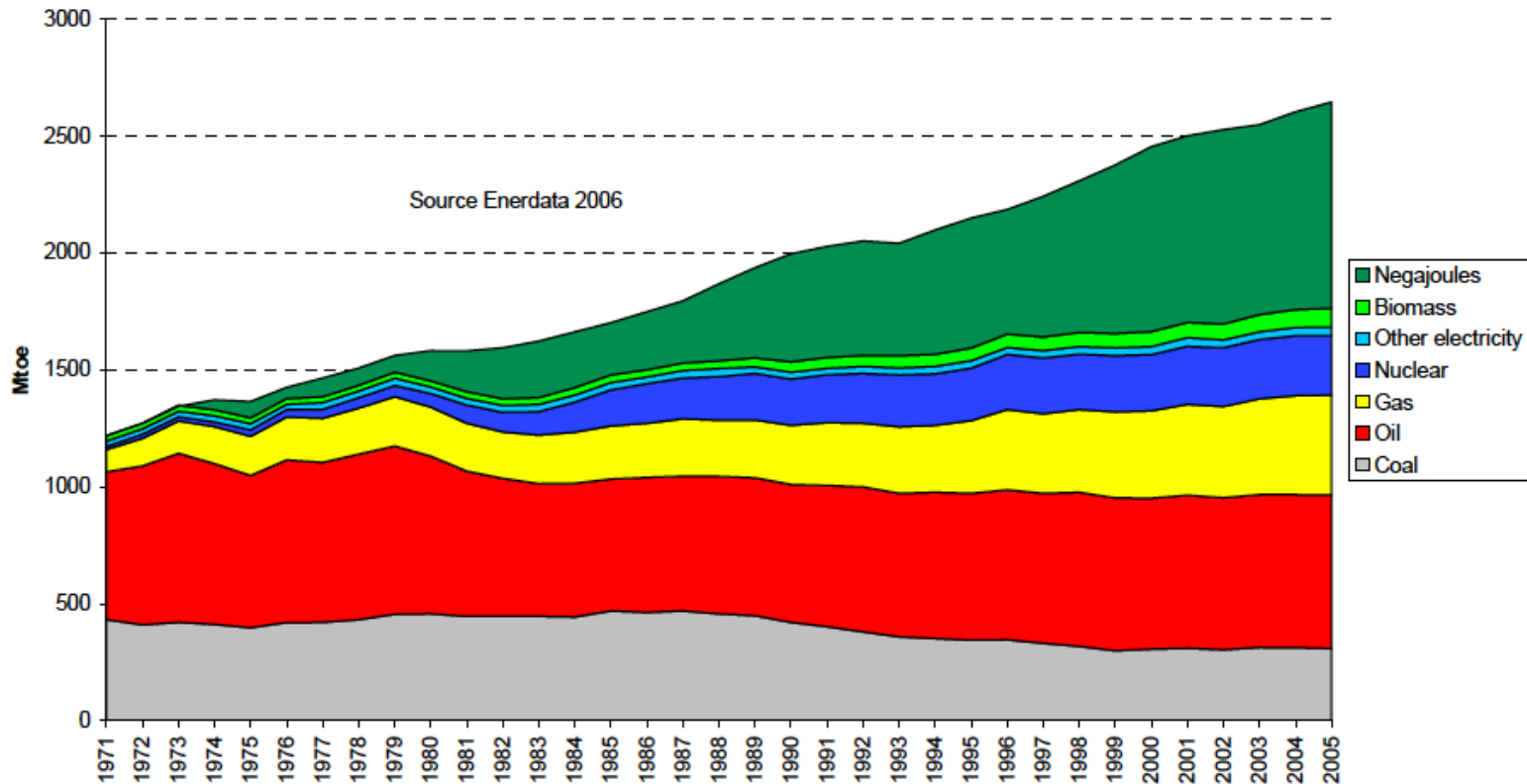
Per la produzione da mais statunitense
Greenhouse gases, Regulated Emissions and
Energy use in Transportation (GREET) model

Updated Energy and Greenhouse Gas
Emissions Results of Fuel Ethanol
Michael Wang
Argonne National Laboratory University of Chicago



Il ruolo dell'efficienza: basta?

Development of the primary energy demand and of "negajoules"
("negajoules" : energy savings calculated on the basis of 1971 energy intensity)



L'intensità energetica viene calcolata come unità di energia
utilizzata per unità di prodotto interno lordo (PIL)

È un indicatore top-down dell'efficienza energetica del sistema
economico di una nazione

gianluca.ruggieri@uninsubria.it

I protocolli di sostenibilità per gli edifici

Nel mondo sono stati sviluppati numerosi protocolli che cercano di tenere conto degli impatti ambientali degli edifici, non solo in termini di usi energetici

- Minergie
- BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Method)
- LEED (Leadership in Energy and Environmental Design)
- GBC (Green Building Challenge)
- Protocollo Itaca

ITACA

Istituto per l'innovazione e trasparenza degli appalti
e la compatibilità ambientale

PROTOCOLLO ITACA 2009

1. Qualità del sito
2. Consumo di risorse
3. Carichi ambientali
4. Qualità ambientale indoor
5. Qualità del servizio

1. Qualità del sito		5,17%	
1.1 Condizioni del sito		43,8%	
1.1.1	Livello di contaminazione del sito	43%	0,98%
1.1.2	Livello di urbanizzazione del sito	43%	0,98%
1.1.3	Riutilizzo di strutture esistenti	14%	0,31%
1.2 Accessibilità ai servizi		56,3%	
1.2.1	Accessibilità al trasporto pubblico	33%	0,95%
1.2.2	Distanza da attività culturali e commerciali	33%	0,95%
1.2.3	Adiacenza ad infrastrutture	35%	1,01%
2. Consumo di risorse		43,97%	
2.1 Energia primaria non rinnovabile richiesta durante il ciclo di vita		53,3%	
2.1.1	Energia inglobata nei materiali da costruzione	14%	3,33%
2.1.2	Trasmittanza termica dell'involucro edilizio	12%	2,75%
2.1.3	Energia netta per il riscaldamento	11%	2,61%
2.1.4	Energia primaria per il riscaldamento	14%	3,33%
2.1.5	Controllo della radiazione solare	11%	2,61%
2.1.6	Inerzia termica dell'edificio	12%	2,75%
2.1.7	Energia netta per il raffrescamento	12%	2,75%
2.1.8	Energia primaria per il raffrescamento	14%	3,33%
2.2 Energia da fonti rinnovabili		12,4%	
2.2.1	Energia termica per ACS	50%	2,74%
2.2.2	Energia elettrica	50%	2,74%
2.3 Materiali eco-compatibili		24,4%	
2.3.1	Materiali da fonti rinnovabili	24%	2,55%
2.3.2	Materiali riciclati/recuperati	24%	2,55%
2.3.3	Materiali locali	23%	2,45%
2.3.4	Materiali locali per finiture	7%	0,74%
2.3.5	Materiali riciclabili e smontabili	23%	2,45%
2.4 Acqua potabile		9,8%	
2.4.1	Acqua potabile per irrigazione	50%	2,15%
2.4.2	Acqua potabile per usi indoor	50%	2,15%



3. Carichi Ambientali		18,10%	
3.1 Emissioni di CO2 equivalente		52,6%	
3.1.1	Emissioni inglobate nei materiali da costruzione	49%	4,67%
3.1.2	Emissioni previste in fase operativa	51%	4,86%
3.2 Acque reflue		15,8%	
3.2.1	Acque grigie inviate in fognatura	34%	0,97%
3.2.2	Acque meteoriche captate e stoccate	34%	0,97%
3.2.3	Permeabilità del suolo	32%	0,91%
3.3 Impatto sull'ambiente circostante		31,6%	
3.3.1	Effetto isola di calore: coperture	50%	2,86%
3.3.2	Effetto isola di calore: aree esterne pavimentate	50%	2,86%
4. Qualità ambientale Indoor		13,79%	
4.1 Ventilazione		25,7%	
4.1.1	Ventilazione	82%	2,92%
4.1.2	Radon	18%	
4.2 Benessere termoigrometrico		12,9%	
4.2.1	Temperatura dell'aria	100%	1,77%
4.3 Benessere visivo		11,4%	
4.3.1	Illuminazione naturale	100%	1,58%
4.4 Benessere acustico		38,6%	
4.4.1	Isolamento acustico involucro edilizio	44%	2,36%
4.4.2	Isolamento acustico partizioni interne	44%	2,36%
4.4.3	Rumore da calpestio	11%	0,59%
4.5 Inquinamento elettromagnetico		11,4%	
4.5.1	Campi magnetici a frequenza industriale (50Hertz)	100%	1,58%

4.5.1	Campi magnetici a frequenza industriale (50Hertz)	100%	1,58%
5. Qualità del servizio		19,0%	
5.1 Controllabilità degli impianti		12,0%	
5.1.1	BACS (Building Automation and Control System) e TBM (Technical Building Management)	100%	2,27%
5.2 Manutenzione delle prestazioni in fase operativa		35,9%	
5.2.1	Disponibilità della documentazione tecnica degli edifici	27%	1,81%
5.2.2	Sviluppo ed implementazione di un piano di manutenzione	36%	2,42%
5.2.3	Mantenimento delle prestazioni dell'involucro edilizio	38%	2,57%
5.3 Aree comuni dell'edificio		26,1%	
5.3.1	Supporto all'uso di biciclette	33%	1,65%
5.3.2	Aree attrezzate per la gestione dei rifiuti	37%	1,84%
5.3.3	Aree ricreative	29%	1,46%
5.4 Domotica		26,1%	
5.4.1	Qualità del sistema di cablatura	27%	1,33%
5.4.2	Videocontrollo	24%	1,21%
5.4.3	Anti intrusione, Controllo accessi e Safety	24%	1,21%
5.4.4	Integrazione sistemi	24%	1,21%

Un Ecolabel per gli edifici?

Per arrivare ad un armonizzazione a livello europeo il comitato Italiano Ecolabel-Ecoaudit è stato incaricato dall'Unione Europea di definire un Ecolabel anche per gli edifici

Il processo di consultazione è in corso

STUDY FOR THE DEVELOPMENT OF EUROPEAN ECOLABEL

CRITERIA FOR BUILDINGS



First background report

Revised version - January 2009

Greenhydro standard

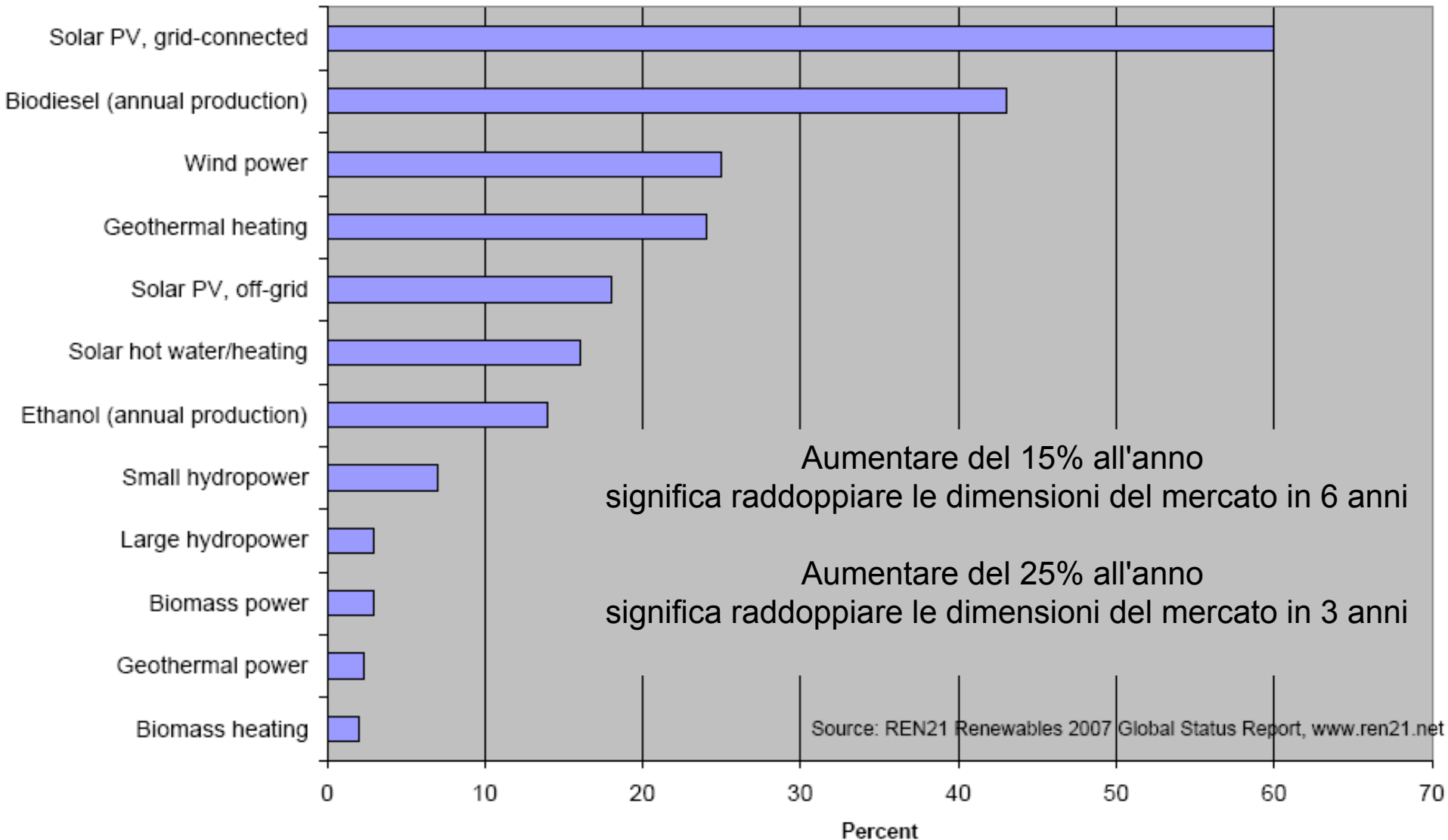
- Nel 2001, l'istituto federale svizzero per l'approvvigionamento, la depurazione e la protezione delle acque (EAWAG), ha sviluppato uno standard scientifico per la certificazione ecologica degli impianti idroelettrici
- Lo standard svizzero *greenhydro* è applicato nell'ambito dell'etichetta *naturemade* per l'elettricità verde
- Si tratta quindi di uno standard volontario, non avente valore di legge e dal quale non deriva alcun obbligo
- Semplicemente se un produttore riesce a ottenere la qualificazione, potrà proporre ai suoi clienti energia elettrica da fonte rinnovabile a basso impatto ambientale

Impatti ambientali

- Lo standard *greenhydro* si basa sulla valutazione degli impatti globali e locali dell'impianto considerato
- Per ottenere la certificazione, l'impianto deve soddisfare alcuni criteri ecologici minimi sviluppati secondo una matrice che comprende i seguenti impatti ambientali:
 - Caratterizzazione idrologica
 - Connettività del sistema fluviale
 - Entità del trasporto solido e morfologia fluviale
 - Paesaggio e biotipi
 - Biocenosi e specie protette presenti nel fiume e lungo le sue sponde

La crescita annua delle rinnovabili 2002-2006

Figure 3. Average Annual Growth Rates of Renewable Energy Capacity, 2002–2006



Le economie emergenti puntano sulle rinnovabili

China Renewable Energy Targets

	2006 actual	2010 target	2020 target
Hydro power	130 GW	190 GW	300 GW
Wind power	2.6 GW	5 GW	30 GW
Biomass power	2.0 GW	5.5 GW	30 GW
Solar PV	0.08 GW	0.3 GW	1.8 GW
Solar hot water	100 million m ²	150 million m ²	300 million m ²
Ethanol	1 million tons	2 million tons	10 million tons
Biodiesel	0.05 million tons	0.2 million tons	2 million tons
Biomass pellets	~ 0	1 million tons	50 million tons
Biogas and biomass gasification	8 million m ³ /year	19 billion m ³ /year	44 million m ³ /year
Share of primary energy	8%	10%	15%

Efficienza, compatibilità e sufficienza

“**Efficienza** significa ridurre l’uso di materiale ed energia in ogni merce o prestazione grazie a una tecnologia e un’organizzazione ottimizzate, grazie al riciclaggio e alla limitata produzione di rifiuti. (...) la strategia di efficienza rappresenta un’ottima battistrada sulla via della sostenibilità, ma mostra i propri limiti appena l’aumento del volume delle merci e dell’impiego di energia supera quello che si risparmia.

La **compatibilità** invece rappresenta il connubio tra natura e tecnologia. Il principio cardine è che i metabolismi industriali non devono danneggiare quelli della natura (...) Inoltre vale la regola per cui in un sistema intelligente non esistono rifiuti, solo prodotti. (...)

Ma anche la strategia della compatibilità non è una panacea. (...) Le tecnologie informatiche finora non hanno portato a un minore ma a un maggiore consumo di materia ed energia. (...)

La **sufficienza** a sua volta ci interroga su quanto sia abbastanza, su cosa possano tollerare realmente l’economia e gli esseri viventi. (...) **mentre efficienza significa fare le cose nel modo giusto, sufficienza equivale a fare le cose giuste.**”