

CHIMICA AMBIENTALE

CdL triennale in
Scienze e Tecnologie per l'Ambiente e la Natura

Cdl in Chimica

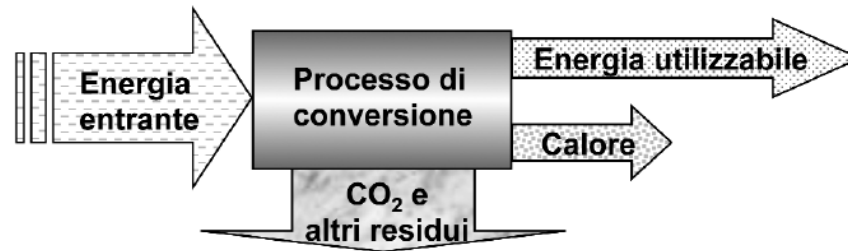
Docente
Pierluigi Barbieri

SSD Chimica dell'ambiente e dei beni culturali, CHIM/12

USO DELL'ENERGIA, COMBUSTIBILI FOSSILI, EMISSIONI DI CO₂

E CAMBIAMENTO CLIMATICO GLOBALE

L'**uso dell'energia** comprende la trasformazione dell'energia da una forma all'altra, fino alla sua degradazione in calore, prodotto di scarto senza problema ambientale globale. Tuttavia produzione o consumo di energia presentano alcuni effetti collaterali seri per l'ambiente (es. clima).



Una **fonte di energia** viene definita **primaria** quando è presente in natura e quindi non deriva dalla trasformazione da parte dell'uomo di nessuna altra forma di energia. Rientrano in questa categoria i combustibili direttamente utilizzabili (petrolio grezzo, gas naturale, carbone), l'energia nucleare, l'energia del sole, del vento, dell'acqua e delle biomasse. **Fonti di energia secondaria** sono l'energia elettrica, la benzina, il GPL, l'idrogeno.

**rendimento
termodinamico** è il
rapporto tra il lavoro
compiuto e l'energia
fornita al sistema

Criteri di valutazione delle fonti energetiche

Oltre al rendimento energetico, esistono naturalmente una serie di altri criteri molto rilevanti che concorrono a caratterizzare le fonti energetiche: es.

1. la continuità della fornitura,
2. la facilità di trasporto,
3. la possibilità di stoccaggio,
4. la densità energetica e la densità di potenza,
5. l'impatto ambientale e,
6. il prezzo di mercato delle risorse energetiche.

Densità energetica è la
quantità di energia
immagazinata in un'unità
(massa, volume, etc) di
combustibile

Il prezzo è ovviamente influenzato dalle dinamiche fra domanda e offerta e risente fortemente

- della situazione politico-sociale contingente (come nel caso delle crisi petrolifere degli anni settanta) e
- delle previsioni, aspettative e speculazioni (anche di natura puramente finanziarie) sulla disponibilità futura delle risorse

Estratto da «Energia e Salute della Terra» di Giulio De Leo, Giorgio Guariso e Giulia Fiorese

Fondazione Boroli, 2009 <http://www.fondazioneaegboroli.it/images/pdf/energia-salute-terra/energia.pdf>

<https://mercati.ilsole24ore.com/materie-prime/commodities/petrolio/BRNST.IPE>



Brent

104.75

Ultimo prezzo

-6.69 | -6%

Variazione da inizio anno

105.65

Chiusura
precedente

n.d.

Var% inizio
anno

77.04 - 139.13

Variazione anno in corso

☰ Aggiungi al Listino

📈 Attiva tempo reale **M+**

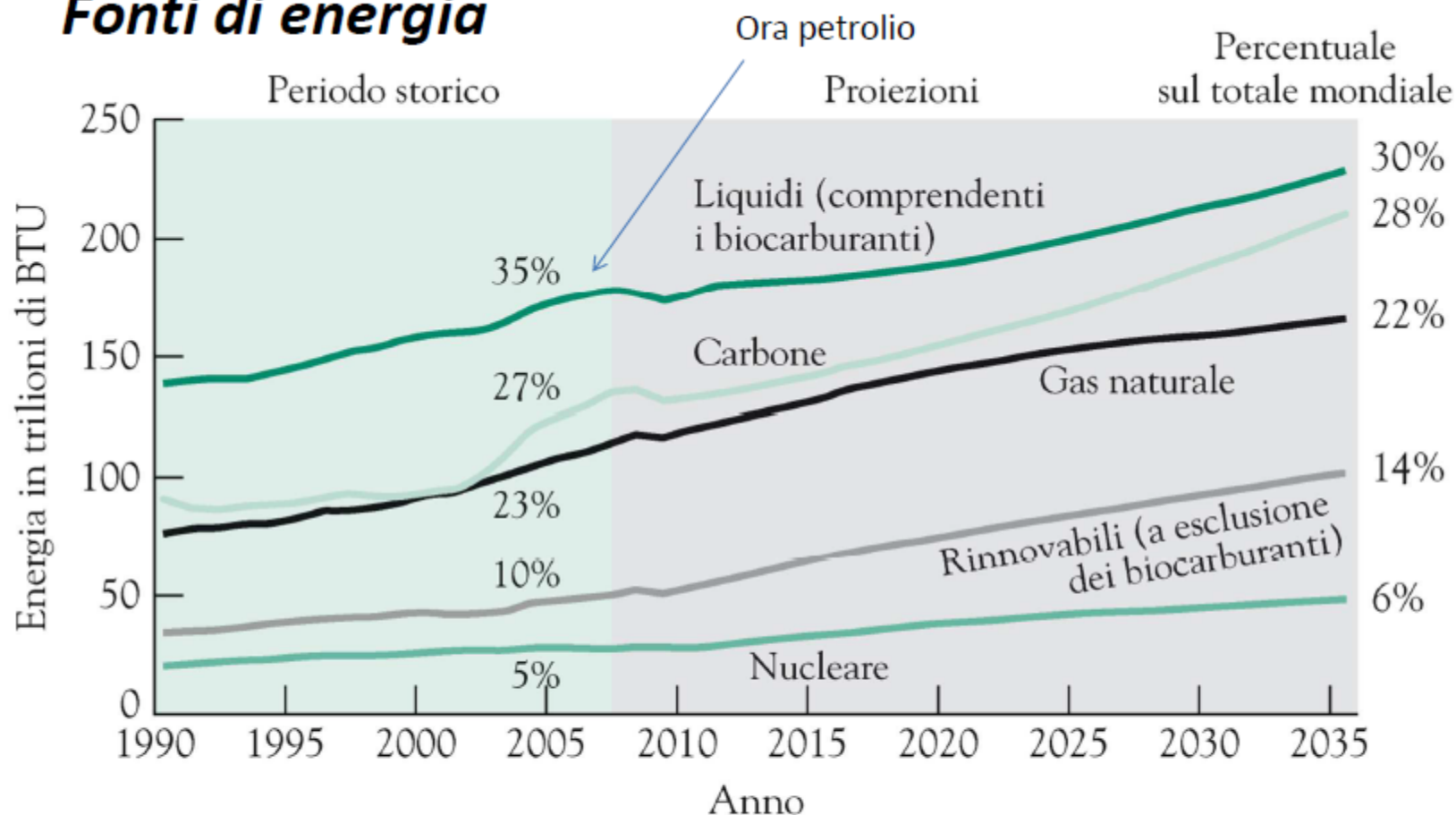
29 Lug 2013 - 01 Apr 2022

1G 1S 1M 3M 6M 1A 5A **10A**

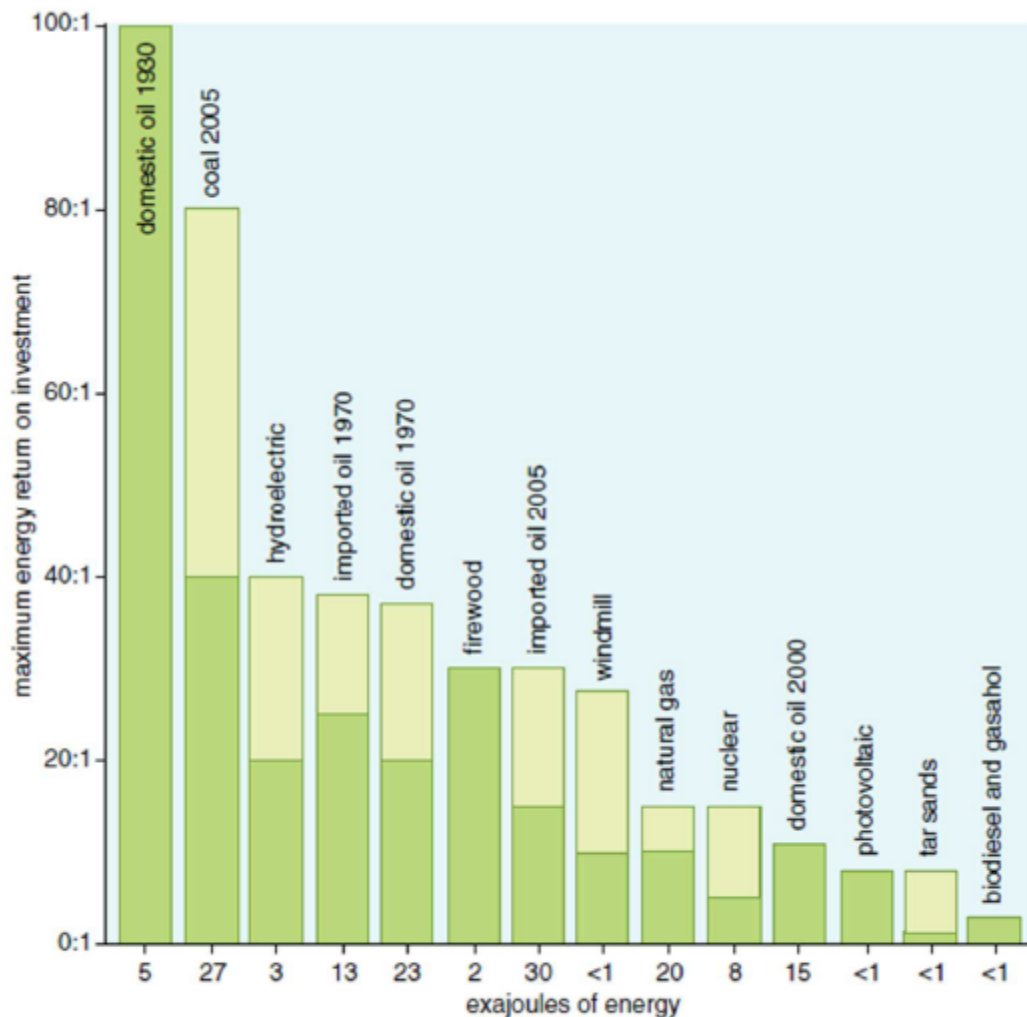
☐ Visualizza notizie



Fonti di energia



Il British thermal unit (BTU o Btu) è un'unità di misura dell'energia, usata negli Stati Uniti e nel Regno Unito (dove è generalmente usata nei sistemi di riscaldamento). La corrispondente unità di misura utilizzata nel Sistema Internazionale è, invece, il joule (J). Una BTU è definita dalla quantità di calore richiesta per alzare la temperatura di 1 libbra (ovvero 453,59237 grammi) di acqua da 39 °F a 40 °F (3.8 °C a 4.4 °C).



C.A.S.Hall, J.W.Day Jr., "Revisiting the Limits to Growth After Peak Oil", Am. Sci. 97 (2009) 230

Figure 10. The energy return on investment (EROI) is the energy cost of acquiring an energy resource; one of the objectives is to get out far more than you put in. Domestic oil production's EROI has decreased from about 100:1 in 1930, to 40:1 in 1970, to about 14:1 today. The EROI of most "green" energy sources, such as photovoltaics, is presently low. (Lighter colors indicate a range of possible EROI due to varying conditions and uncertain data.) EROI does not necessarily correspond to the total amount of energy in exajoules produced by each resource

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301421513003856>

Energy Policy
Volume 64, January 2014,
Pages 141-152

EROI of different fuels and the implications for society

Charles A.S.Hall, Jessica G.Lambert,
Stephen B.Balogh

<https://doi.org/10.1016/j.enpol.2013.05.049>

Resource	Year	Country	EROI (X:1) ²	Reference
Fossil fuels (Oil and Gas)				
Oil and gas production	1999	Global	35	Gagnon, 2009
Oil and gas production	2006	Global	18	Gagnon, 2009
Oil and gas (Domestic)	1970	US	30	Cleveland et al. 1984, Hall et al. 1986
Discoveries	1970	US	8	Cleveland et al. 1984, Hall et al. 1986
Production	1970	US	20	Cleveland et al. 1984, Hall et al. 1986
Oil and gas (Domestic)	2007	US	11	Guilford et al. 2011
Oil and gas (Imported)	2007	US	12	Guilford et al. 2011
Oil and gas production	1970	Canada	65	Freise, 2011
Oil and gas production	2010	Canada	15	Freise, 2011
Oil, gas & tar sand production	2010	Canada	11	Poisson and Hall, in press
Oil and gas production	2008	Norway	40	Grandell, 2011
Oil production	2008	Norway	21	Grandell, 2011
Oil and gas production	2009	Mexico	45	Ramirez, in preparation
Oil and gas production	2010	China	10	Hu et al. 2013
Fossil fuels (Other)				
Natural Gas	2005	US	67	Sell et al. 2011
Natural Gas	1993	Canada	38	Freise, 2011
Natural Gas	2000	Canada	26	Freise, 2011
Natural Gas	2009	Canada	20	Freise, 2011
Coal (mine-mouth)	1950	US	80	Cleveland et al. 1984
Coal (mine-mouth)	2000	US	80	Hall and Day, 2009
Coal (mine-mouth)	2007	US	60	Balogh et al. unpublished
Coal (mine-mouth)	1995	China	35	Hu et al. 2013
Coal (mine-mouth)	2010	China	27	Hu et al. 2013
Other non-renewables				
Nuclear	n/a	US	5 to 15	Hall and Day, 2009, Lenzen, 2008
Renewables ²				
Hydropower	n/a	n/a	>100	Cleveland et al. 1984
Wind turbine	n/a	n/a	18	Kubiszewski et al. 2010
Geothermal	n/a	n/a	n/a	Gupta and Hall, 2011
Wave energy	n/a	n/a	n/a	Gupta and Hall, 2011
Solar collectors ²				
Flat plate	n/a	n/a	1.9	Cleveland et al. 1984
Concentrating collector	n/a	n/a	1.6	Cleveland et al. 1984
Photovoltaic	n/a	n/a	6 to 12	Kubiszewski et al. 2009
Passive solar	n/a	n/a	n/a	Cleveland et al. 1984
Biomass				
Ethanol (sugarcane)	n/a	n/a	0.8 to 10	Goldemberg, 2007
Corn-based ethanol	n/a	US	0.8 to 1.6	Patzek, 2004, Farrell et al. 2006
Biodiesel	n/a	US	1.3	Pimentel and Patzek, 2005

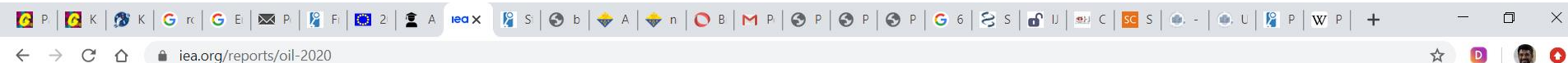
(1) EROI values in excess of 5:1 are rounded to the nearest whole number.

(2) EROI values are assumed to vary based on geography and climate and are not attributed to a specific region / country.

<https://www.qualenergia.it/wp-content/uploads/attachments/King%20and%20van%20den%20Bergh%20-%20Implications%20of%20net%20EROI%20for%20low-carbon%20transition%20-%20Nature%20Energy%202018.pdf>

Table 1 Comparison of mean EROIs for different energy sources						
Energy source			Optimistic EROI	Optimistic net energy percentage	Pessimistic EROI	Pessimistic net energy percentage
Coal	Thermal		46:1	98	46:1	98
	Electricity		17:1	94	17:1	94
	Electricity with CCS		13:1	92	13:1	92
Oil	Thermal		19:1	95	19:1 ^a	95
	Electricity		7:1	85	7:1 ^a	85
Gas	Thermal		19:1	95	19:1 ^a	95
	Electricity		8:1	88	8:1 ^a	88
	Electricity with CCS		7:1	86	7:1 ^a	86
Biofuels & waste	Solids	Thermal	25:1	96	25:1	96
		Electricity	10:1	90	10:1	90
	Gases and liquids	Thermal	5:1	80	3:1	67
		Electricity	2:1	50	1.2:1	17
Nuclear		14:1	93	14:1	93	
Hydroelectric		84:1	99	59:1	98	
Geothermal		9:1	89	14:1	89	
Wind		18:1	94	5:1	80	
Solar PV		25:1	96	4:1	78	
Solar thermal		19:1	95	9:1	89	
Thermal EROI values for oil and gas are identical because the data from which they are derived is normally aggregated. Optimistic EROI values are taken from one article ¹⁷ , except for solar thermal and solar PV. Solar thermal was not included in the meta-analysis, so we use an estimate from the literature ²⁵ . Optimistic values for solar PV are based on the median values that rely on more recent data ²⁹ . There is significant variance in the EROI between each particular biofuel; one study ¹⁷ calculate a mean of five, but it is skewed by several large outliers. Biofuels refers to all solid, liquid and gaseous fuels from any biomass source, which has then been split into 'solids' and 'gases and liquids' subcategories to account for the considerably higher EROIs of solid biomass (for example, 25:1 for wood) ⁴² . Pessimistic EROI values for renewables are adjusted downwards ²⁵ to account for 'buffering' through energy storage. ^a Under pessimistic EROI assumptions, oil and gas follow a trend of -0.357 from a starting value of 35.4 in 1971 (extrapolated from oil and gas EROI trends between 1992 and 2006 ¹³).						

<https://www.iea.org/>



Countries Fuels & technologies Analysis Data Policies About

Search, download and purchase energy data and statistics

[Data browser](#)

[Data tables](#)

[All charts](#)

Data browser

Coal
CO2 emissions
Electricity and heat
Energy consumption
Energy supply
Imports/exports
Key indicators
Natural gas
Nuclear
Oil
Renewables and waste
Sustainable Development Goals

Data tables

Balances
Coal
Electricity
Natural Gas
Oil
Renewables and waste

Get data

Data services
Data subscriber login
Monthly Oil Data Service

Fuel report — March 2020

Contents

Cite Share

Purchase

<https://www.iea.org/data-and-statistics/data-tables/?country=WORLD&year=2017&energy=...>



Total primary energy supply, 2017

[All statistics](#)

	↑ Total	Coal	Natural gas	Nuclear	Hydro	Wind, solar, etc.	Biofuels and waste	Oil
	ktoe	ktoe	ktoe	ktoe	ktoe	ktoe	ktoe	ktoe
Total Europe	1998105	321869	504120	244092	49751	67442	174284	635011
Germany	311245	71414	75341	19887	1733	13407	31012	102965
France	247086	9891	38492	103796	4297	3579	17912	72568
United Kingdom	175883	9564	67839	18327	510	5344	12414	60616
Italy	153445	9344	61549		3113	9331	14861	52001
Turkey	146797	40089	44232		5006	10170	3032	44318
Spain	126014	12649	27266	15123	1615	7594	7540	53438
Poland	103845	49421	15445		220	1373	8145	29028
Ukraine	89462	25757	24554	22449	769	149	2989	12696
Netherlands	74203	9148	30910	887	5	1209	3744	27860
Belgium	55252	3093	14486	11003	23	872	3800	2
Sweden	49174	2046	920	17118	5601	1545	13052	10378

1 KTOE is approximately 42 [gigajoules](#) or 11.630 [megawatt-hours](#),

Oil Market Report

Data, forecasts and analysis on the global oil market

About OMR

The world's most authoritative and timely source of data, forecasts and analysis on the global oil market

Since its inception in 1983, the IEA's Oil Market Report (OMR) has become recognised as one of the world's most authoritative and timely sources of data, forecasts and analysis on the global oil market – including detailed statistics and commentary on oil supply, demand, inventories, prices and refining activity, as well as oil trade for OECD and selected non-OECD countries.

- Global **oil demand** is expected to fall by a record 9.3 MB/D year-on-year in 2020. The impact of containment measures in 187 countries and territories has been to bring mobility almost to a halt. Demand in April is estimated to be 29 MB/D lower than a year ago, down to a level last seen in 1995. For 2Q20, demand is expected to be 23.1 mb/d below year-ago levels. The recovery in 2H20 will be gradual; in December demand will still be down 2.7 MB/D y-o-y.
- Global **oil supply** is set to plunge by a record 12 mb/d in May, after OPEC+ forged a historic output deal to cut production by 9.7 mb/d from an agreed baseline level. As April production was high, the effective cut is 10.7 mb/d. Additional reductions are set to come from other countries with the US and Canada seeing the largest declines. Total non-OPEC output falls could reach 5.2 mb/d in 4Q20, and for the year as a whole output may be 2.3 mb/d lower than last year.

6 Dicembre 2019

Petrolio greggio, la SIOT di Trieste “vale” ogni anno 247 milioni di euro

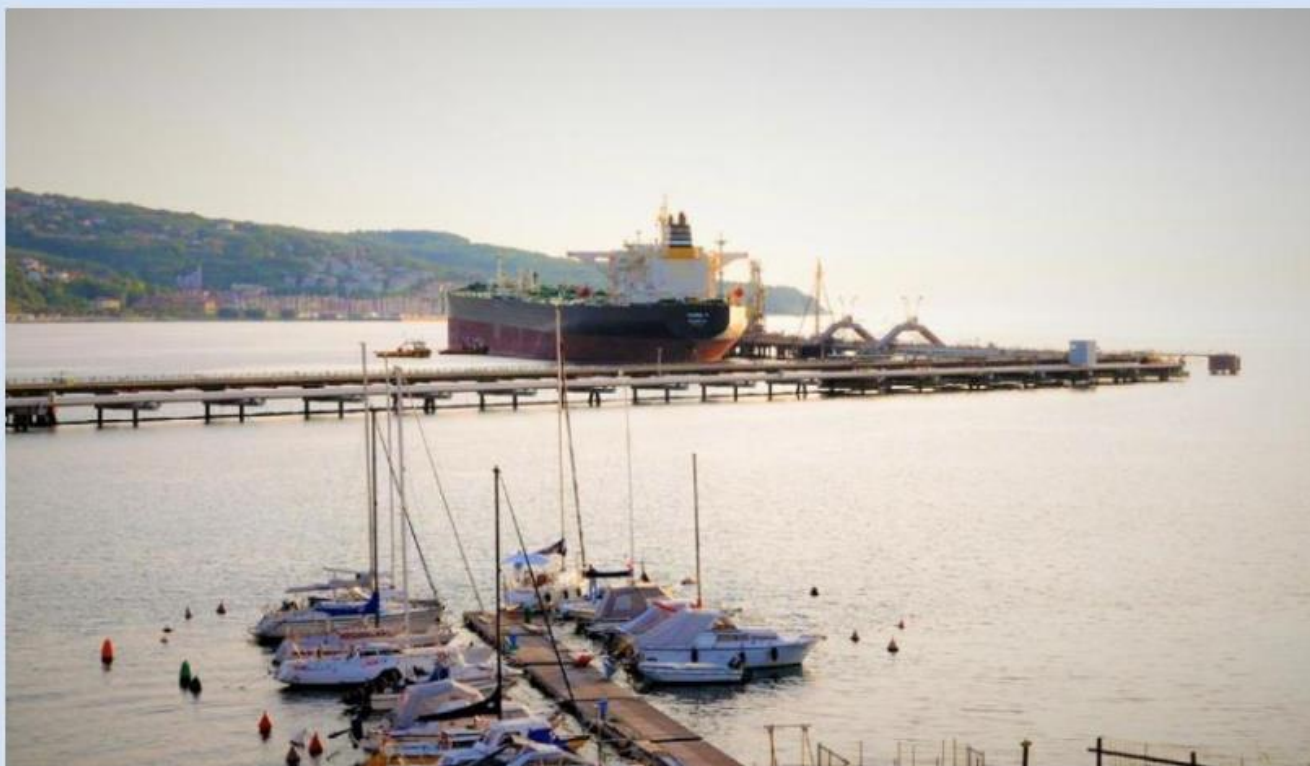
Tags

Terminal petroli

SIOT

petrolio

Porto di Trieste



TRIESTE - La SIOT (Società italiana oleodotto transalpino) di Trieste vale ogni anno tra i 247 e i 282 milioni di euro per il territorio del Friuli Venezia Giulia, dove genera 580 posti di lavoro.

Statistiche 2018/2019

Porto di Trieste

Gennaio / Dicembre	2018	2019	VAR. %
Tonnellate totali	62.676.502	61.997.445	-1,08%
Rinfuse liquide	43.234.735	43.349.423	+0,27%
Rinfuse solide	1.665.508	1.717.294	+3,11%
Merci varie	17.776.259	16.930.728	-4,76%
Numero mezzi (semirimorchi, veicoli commerciali e privati)	309.424	233.418	-24,56%
Numero di container / TEU di cui numero di contenitori / TEU pieni	725.426 658.330	789.594 699.570	+8,85% +6,26%
Totale TEU* (TEU, semirimorchi, casse mobili)	1.398.947	1.302.155	-6,92%
Totale treni (Porto Industriale/ Porto Franco Nuovo)	9.733	9.771	+0,39%

* Esprimendo in TEU equivalenti anche il traffico di semirimorchi e casse mobili movimentati su navi RO-RO, e sommandolo al traffico marittimo containerizzato (TEU) si ottengono i TEU totali

<https://www.openstarts.units.it/handle/10077/4508>

Tesi di dottorato

«*Studi di metodi analitici e modellistici per la valutazione del rischio chimico ed impatti ambientali per impianti costieri di stoccaggio e pompaggio di idrocarburi*»

Sergio Cozzutto

Il petrolio

Il petrolio greggio si presenta come un liquido denso, vischioso, dall'odore caratteristico e di colore variante da giallo-bruno a nerastro, costituito principalmente da una miscela di idrocarburi liquidi (**olio**) e, in proporzione minore, gassosi (**gas naturale**) e solidi (**bitumi e asfalti**). E' una complessa miscela di migliaia di composti la maggior parte dei quali sono idrocarburi: i più abbondanti appartengono alla serie degli alcani lineari e ramificati. Nei petroli naftenici sono abbondanti i.c. in forma ciclica (es, metil ciclopentano e cicloalcano). Si concentra in **bacini sedimentari** dove è presente all'interno di rocce porose. In genere in queste rocce si ritrovano gas, petrolio e acqua distribuiti secondo la loro densità, ovvero: il gas, più leggero, negli strati più alti bloccato dagli strati impermeabili; sotto, il petrolio; e alla base, l'acqua, più pesante. Greggio e carburanti derivati han vantaggio: di esser liquidi ed a alta densità di energia (trasporto, stoccaggio, uso).

La composizione del petrolio può variare sensibilmente a seconda del giacimento e si usa distinguere in base alla densità fra oli pesanti (minore di 26° API, una scala fissata dall'American Petroleum Institute, indicata quindi con API), medi (scala API compresa fra 26° e 34°) e leggeri, i più pregiati (sopra i 34°).

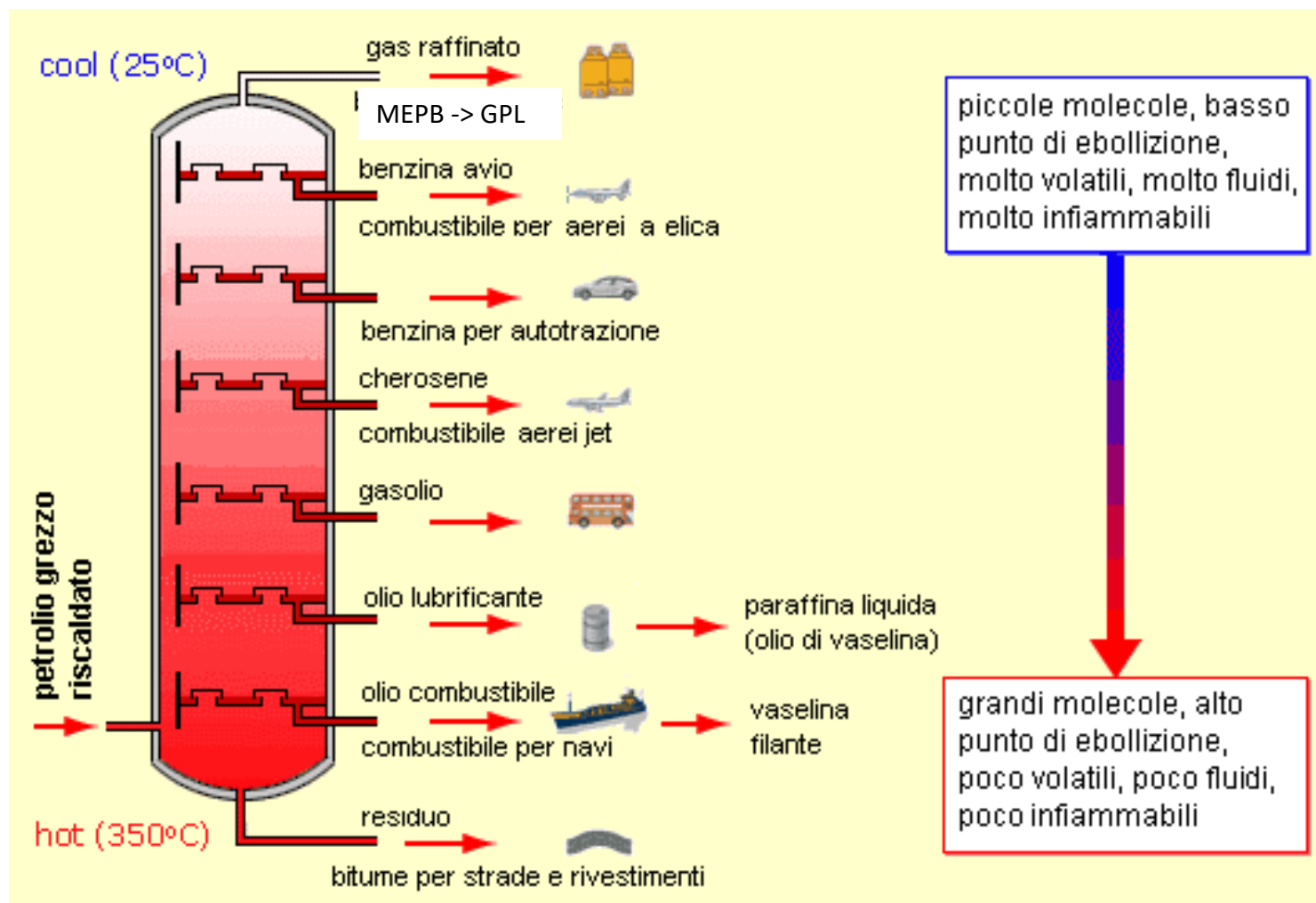
$$^{\circ}\text{API} = 141,5/\rho^* - 131,3 \quad \text{dove } \rho^* \text{ è la densità relativa rispetto all'acqua.}$$

Un altro parametro importante per la caratterizzazione del greggio è il contenuto di zolfo: il greggio viene detto “sweet” (dolce) quando il contenuto di zolfo è inferiore allo 0,5% in volume, e “medium sour” e “sour” (acido) rispettivamente quando il contenuto di zolfo è compreso fra lo 0,5% e l'1,5% o superiore. I greggi a basso contenuto di zolfo sono di maggior valore perché se ne possono ottenere derivati più pregiati nei processi di raffinazione

Tabella 1.5: Principali combustibili liquidi derivati del petrolio

Benzina	prima frazione di distillazione (Temperatura di ebollizione = 30-200°C), miscela di idrocarburi con 4-12 atomi di C, alta volatilità, elevato potere antidetonante
Cherosene	seconda frazione di distillazione (T.eb.=150-280 °C), densità più elevata della benzina, bassa volatilità, usato per alimentazione di motori a turbina, riscaldamento
Gasolio	terza frazione di distillazione (T.eb.= 250-350°C), usato per motori diesel, elevata tendenza all'accensione spontanea
Oli combustibili	residui della distillazione, viscosità variabile. ma piuttosto elevata

Colonna di
distillazione
con piatti
a campanelle



benzine evaporano a meno di 150°C,
il kerosene tra 150 e 200°C,
il gasolio tra i 200 e i 300°C,
la nafta tra 300 e 370°C,
asfalti e paraffine 350-400°C (con qualche
lavorazione extra).

Zolfo 0,5 : 4%

Composti azotati

V, Ni, Fe fino a 1000 ppm (nel residuo)



Crude: **AZERI LIGHT 2015 04**
Reference: **AZERILIGHT201504**

Composizione dei greggi variabile
Con resa diversa delle varie frazioni
Es. dal web

Crude Summary Report

General Information		Molecules (% wt on crude)		Whole Crude Properties	
Name:	AZERI LIGHT 2015 04	methane + ethane	0,03	Density @ 15°C (g/cc)	0,848
Reference:	AZERILIGHT201504	propane	0,20	API Gravity	35,2
Traded Crude:	Azeri Light	isobutane	0,16	Total Sulphur (% wt)	0,14
Origin:	Azerbaijan	n-butane	0,57	Pour Point (°C)	-3
Sample Date:	22 April 2015	isopentane	0,51	Viscosity @ 20°C (cSt)	12
Assay Date:	02 July 2015	n-pentane	0,66	Viscosity @ 40°C (cSt)	6
Issue Date:	17 August 2015	cyclopentane	0,08	Nickel (ppm)	2,9
Comments:	Reference: M15AZE1. Azeri quality from Supsa (Black Sea) load port.	C ₆ paraffins	1,41	Vanadium (ppm)	0,3
		C ₆ naphthenes	0,90	Total Nitrogen (ppm)	1197
		benzene	0,09	Total Acid Number (mgKOH/g)	0,34
		C ₇ paraffins	1,34	Mercaptan Sulphur (ppm)	10
		C ₇ naphthenes	1,69	Hydrogen Sulphide (ppm)	-
		toluene	0,42	Reid Vapour Pressure (psi)	2,7

Cut Data		
Start (°C)	IBP	IBP
End (°C)	FBP	C4
Yield (% wt)		1,0
Yield (% vol)		1,5
Cumulative Yield (% wt)		1,0
Density @ 15°C (g/cc)	0,848	
API Gravity	35,2	
UOPK	12,1	
Total Sulphur (% wt)	0,142	
Mercaptan Sulphur (ppm)	10	

ExxonMobil
Refining and Supply Company

22777 Springwoods Village Parkway,
Spring, TX 77389

BASRH16B

Cut volume, %
API Gravity,
Specific Gravity (60/60F),
Carbon, wt %
Hydrogen, wt %
Pour point, F
Neutralization number (TAN), MG/GM
Sulfur, wt%
Mercaptan sulfur, ppm



	Butane and Lt.	Hvy Naphtha	Kerosene	Diesel	Vacuum Gas Oil	
Whole crude	Lighter IBP - 60F	Naphtha C5 - 165F	165 - 330F	330 - 480F	480 - 650F	650 - 1000F
						Vacuum Residue 1000F+
	100.0	1.6	4.6	11.3	11.4	14.2
	24.0	125.6	87.7	60.5	46.0	32.9
	0.910	0.550	0.646	0.737	0.797	0.861
	84.2	82.4	83.6	85.4	85.5	85.0
	12.5	17.6	16.4	14.6	14.2	13.0
	(50.4)			(103.5)	(59.8)	6.0
	0.237	0.000	0.003	0.035	0.097	0.203
	3.831	0.001	0.007	0.055	0.394	2.054
	123.9	10.9	59.4	77.1	95.4	68.9
						10.0
						0.1

- Benzina principalmente idrocarburi C_7-C_9
- Gasolio per motori diesel C_9-C_{11}
- Formulazioni diverse in estate (meno butano e pentano) ed in inverno
- Mix vapori di benzina e O_2 tende a accendersi spontaneamente nel cilindro -> antidetonanti
- 2,2,4 trimetilpentano (isoottano) ha eccellenti caratteristiche di combustioni (numero di ottano posto a 100, n-eptano posto a 0), benzina non additivata ha n.o. circa 50, troppo basso.
- Additivi antidetonanti: in passato Pb tetraetile e Pb tetrametile, MMT (metilciclopentadienil Manganese Trimetil) poi MTBE (116), BTX: B(106), T(118), metanolo (116), etanolo (112)

Petrolio greggio: le scorte

In 200 anni abbiamo consumato quasi tutto il «facilmente estraibile» prodotto in 500000 anni.

Produzione USA (Alaska esclusa) ha già raggiunto suo picco

Produzione mondiale 2010: 5000 miliardi di litri o 32miliardi di barili (1 barile = 159 litri)

Gran parte di riserve accertate sono in Medio Oriente.

Migliorano tecnologie

Estrattive e si scoprono

Nuovi giacimenti

(Estrazione primaria,

Secondaria, terziaria)

Primaria: P atm o pompe

Secondaria: acqua o gas

(lascia fino 75% greggio)

Enhanced Oil Recovery (EOR)

Terziaria: recupero termico (vapore)

chemical flooding

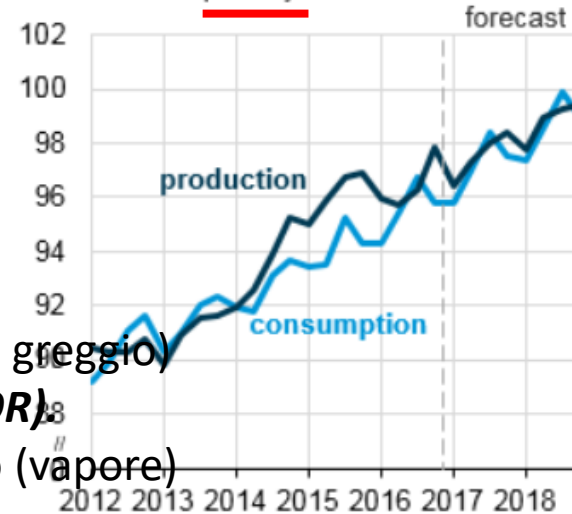
(polimeri e tensioattivi),

gas (CO₂) !!!

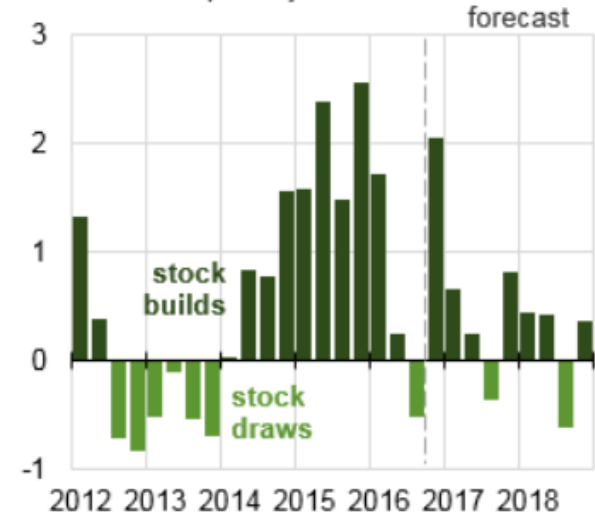
JANUARY 25, 2017

Global crude oil balances expected to tighten through 2018

World liquid fuels production and consumption balance
million barrels per day

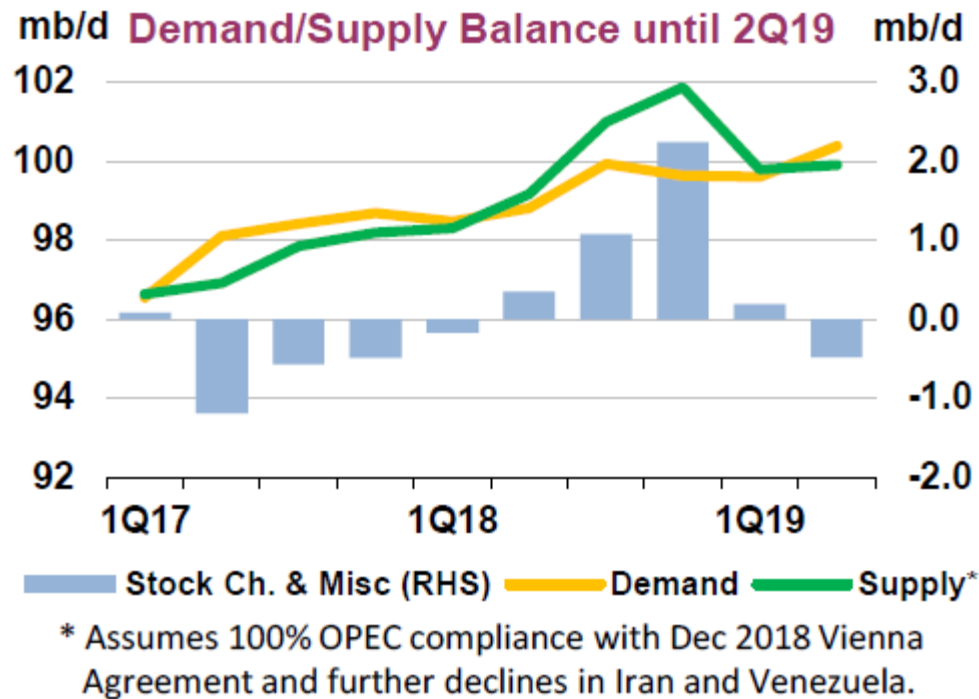


World liquid fuels production and consumption balance
million barrels per day



Source: U.S. Energy Information Administration, Short-Term Energy Outlook, January 2017

da non confondere con fratturazione idraulica



<https://www.iea.org/oilmarketreport/reports/2019/0319/>

International Energy Agency (organizzazione intergovernativa autonoma, nel quadro dell'OCSE)

Mar 14, 2019,

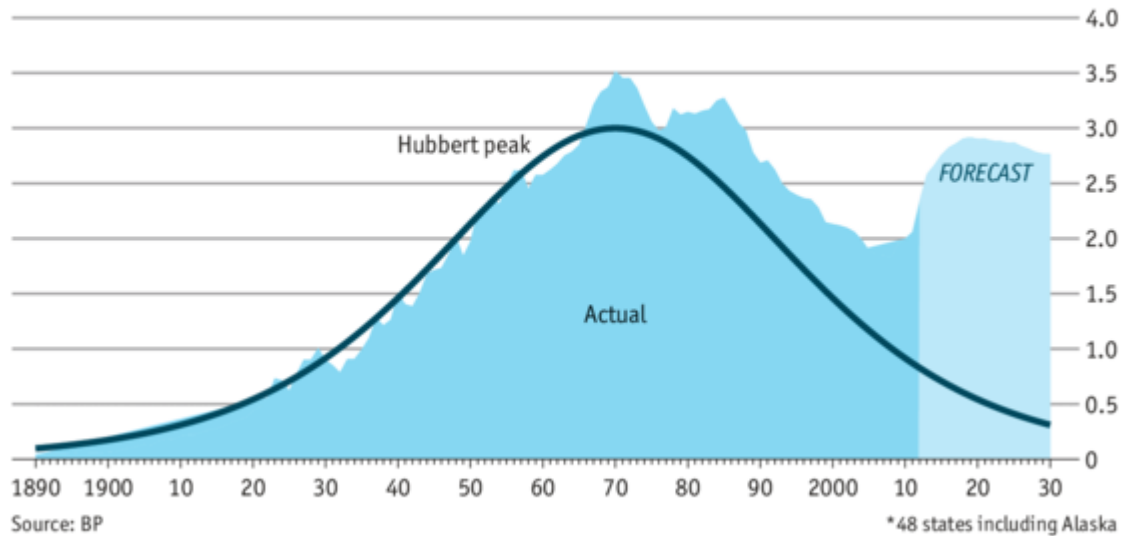
<https://oilprice.com/Energy/Energy-General/Was-2018-The-Peak-For-Crude-Oil-Production.html>

12 Marzo 2019

<https://www.qualenergia.it/articoli/petrolio-per-la-iea-nessun-picco-in-vista-e-riparte-la-rivoluzione-dello-shale-oil/>

American* crude oil production

Billion barrels per year



Economist.com/graphicdetail

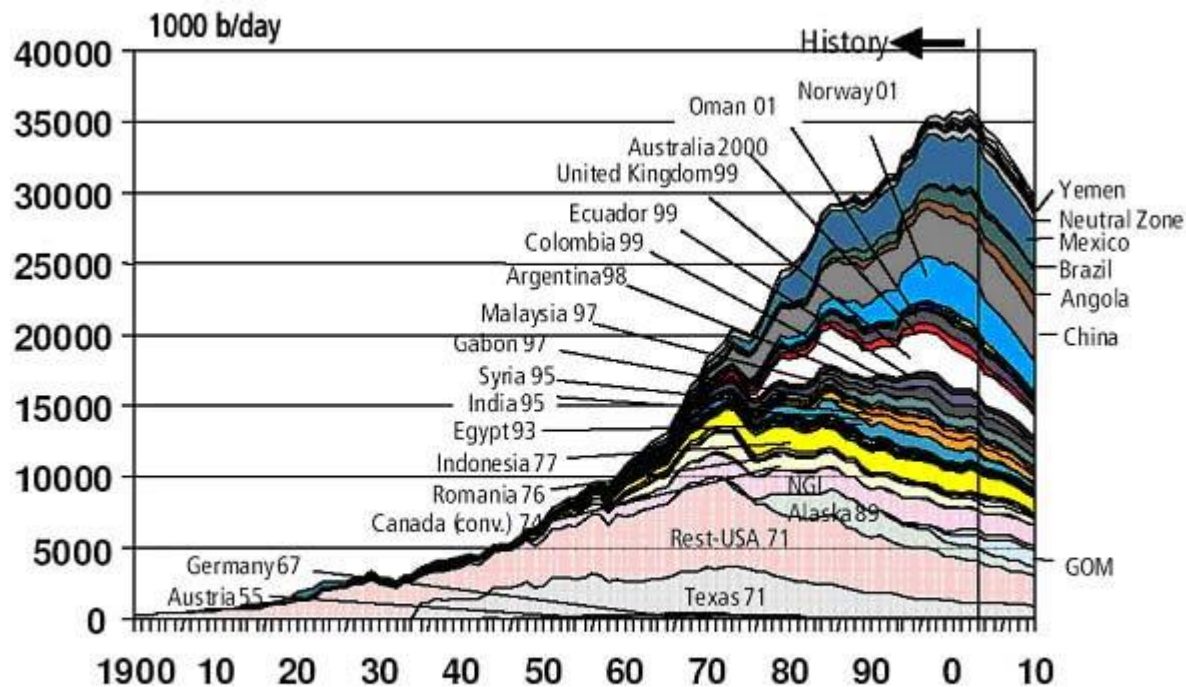
<https://www.economist.com/blogs/graphicdetail/2013/03/focus-0>

La questione del picco del petrolio o della curva di Hubbert

FASI DI PRODUZIONE

1. espansione rapida
2. inizio dell'esaurimento
3. picco e declino
4. declino finale

La teoria del picco di Hubbert è una teoria scientifica proposta nel 1956 dal geofisico americano Marion King Hubbert (<http://www.hubbertpeak.com/hubbert/1956/1956.pdf>) che **modella l'evoluzione temporale della produzione di una qualsiasi risorsa minerale o fonte fossile esauribile** o fisicamente limitata come una curva di Hubbert. Dai dati sulla storia estrattiva di un giacimento minerario, la teoria mira a prevedere la data di produzione massima della risorsa estratta nel giacimento (anche per un insieme di giacimenti o una intera regione). Il punto di produzione massima, oltre il quale la produzione può soltanto diminuire, viene detto *picco di Hubbert*. Correlata a necessità di ricerca di altro tipo di risorse. La teoria fu proposta come modello empirico basato sull'osservazione di dati estrattivi storici e dei fattori economici che possono intervenire in una economia di mercato per una risorsa fisicamente limitata (come il petrolio) e in seguito vi fu affiancata una trattazione matematica. La produzione è condizionata da prezzo di *mercato* e tecnologie.



Source: Industry database, 2003 (IHS 2003)
OGJ, 9 Feb 2004 (Jan-Nov 2003)

Mar 14, 2019,

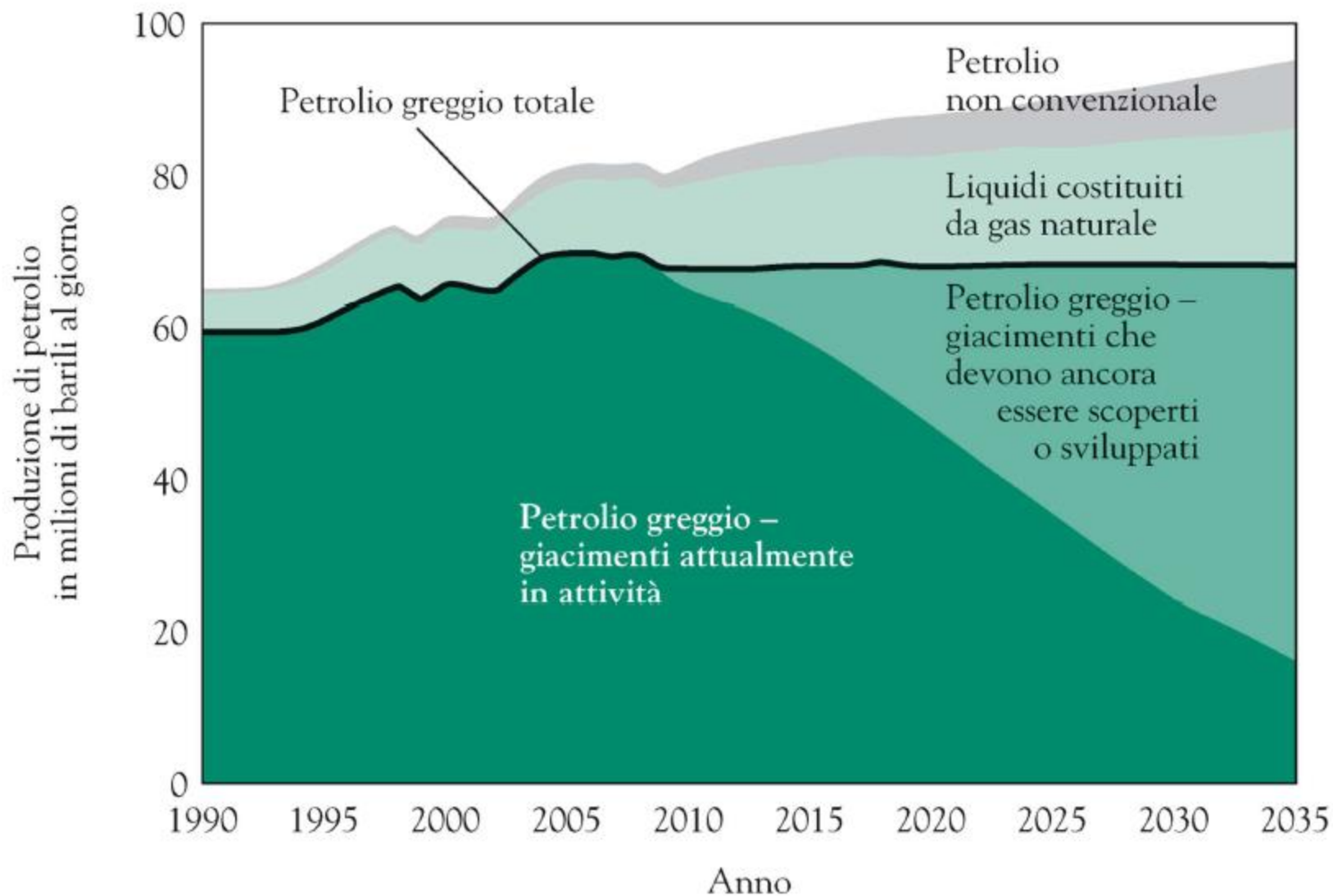
<https://oilprice.com/Energy/Energy-General/Was-2018-The-Peak-For-Crude-Oil-Production.html>

12 Marzo 2019

<https://www.qualenergia.it/articoli/petrolio-per-la-iea-nessun-picco-in-vista-e-riparte-la-rivoluzione-dello-shale-oil/>

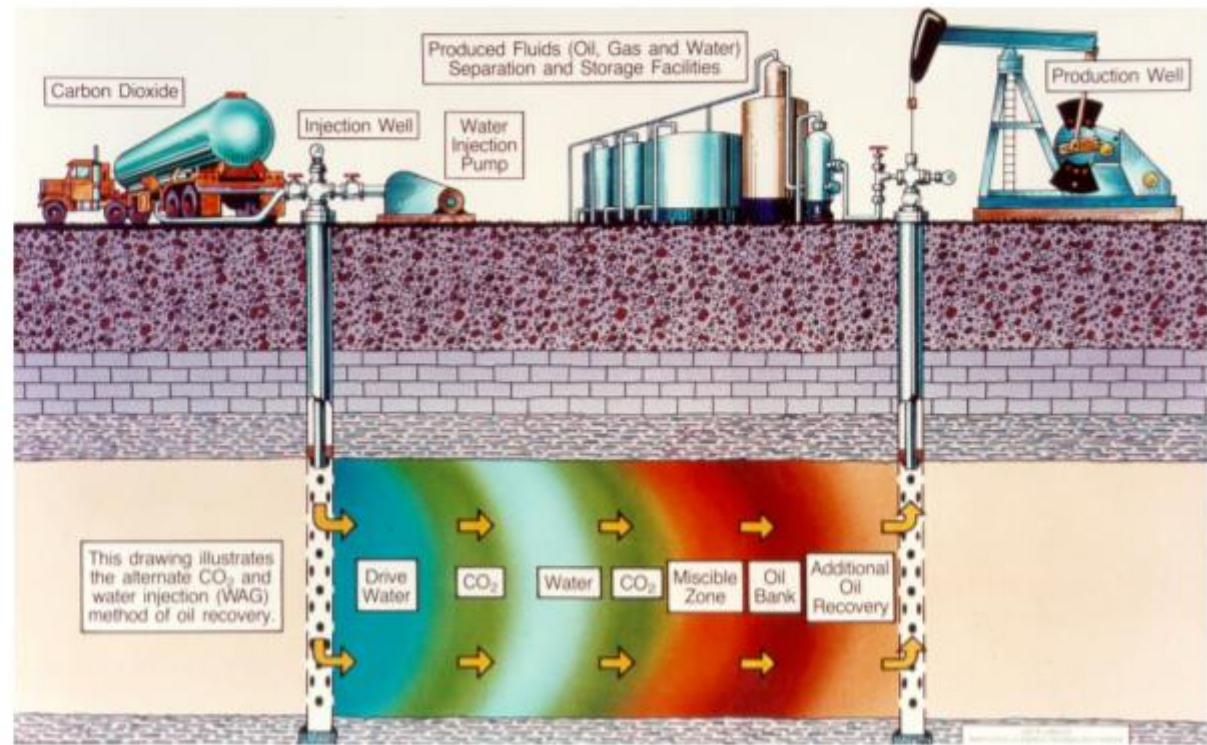
EXECUTIVE SUMMARY The peaking of world oil production presents the U.S. and the world with an unprecedented risk management problem. **As peaking is approached, liquid fuel prices and price volatility will increase dramatically, and, without timely mitigation, the economic, social, and political costs will be unprecedented.** *Viable mitigation options exist on both the supply and demand sides, but to have substantial impact, they must be initiated more than a decade in advance of peaking.* In 2003, the world consumed just under 80 million barrels per day (MM bpd) of oil. U.S. consumption was almost 20 MM bpd, two-thirds of which was in the transportation sector. The U.S. has a fleet of about 210 million automobiles and light trucks (vans, pick-ups, and SUVs). The average age of U.S. automobiles is nine years. Under normal conditions, replacement of only half the automobile fleet will require 10-15 years. The average age of light trucks is seven years. Under normal conditions, replacement of one-half of the stock of light trucks will require 9-14 years. While significant improvements in fuel efficiency are possible in automobiles and light trucks, any affordable approach to upgrading will be inherently time-consuming, requiring more than a decade to achieve significant overall fuel efficiency improvement.

Besides further oil exploration, there are commercial options for increasing world oil supply and for the production of substitute liquid fuels: **1) Improved Oil Recovery (IOR)** can marginally increase production from existing reservoirs; one of the largest of the IOR opportunities is **Enhanced Oil Recovery (EOR)**, which can help moderate oil production declines from reservoirs that are past their peak production; **2) Heavy oil / oil sands** represents a large resource of lower grade oils, now primarily produced in Canada and Venezuela; those resources are capable of significant production increases; 3) Coal liquefaction is a well established technique for producing clean substitute fuels from the world's abundant coal reserves; and finally, 4) Clean substitute fuels can be produced from remotely located natural gas, but exploitation must compete with the world's growing demand for liquefied natural gas. However, world-scale contributions from these options will require 10-20 years of accelerated effort. ...



<https://www.cleanwater.org/publications/EOR-risks>

Figure 4.1:
Water Alternating
Gas Diagram



Source: Lindley, Joe. *Miscible Recovery*. U.S. Department of Energy National Energy Technology Laboratory. 2001. Retrieved from: <https://www.netl.doe.gov/research/oil-and-gas/enhanced-oil-recovery/eor-process-drawings>

Carbon Capture and Storage and Climate Effects of CO₂-EOR
Si sequestra CO₂ liberando petrolio



Il petrolio di scisto (in inglese ***shale oil***) è un petrolio non convenzionale prodotto dai frammenti di rocce di scisto bituminoso mediante i processi di pirolisi, idrogenazione o dissoluzione termica. Questi processi convertono la materia organica all'interno della roccia (kerogene) in petrolio e gas sintetico.

Le ***sabbie bituminose*** sono rocce sedimentarie, con matrice terrigena formata da sabbia e argilla, le cui porosità sono riempite da acqua e bitume (nell'Alberta riserve di idrocarburi (molti IPA) > che in Arabia, ma EROI non vantaggioso)

<https://peakoil.com/production/energy-return-on-investment-of-canadian-oil-sands-extraction-from-2009-to-2015>

Consumi d'acqua enormi per l'estrazione

Sabbie bituminose dell'Alberta

10% bitume (idrocarburi ricchi di IPA) sabbia e acqua; 140 000 km², giacimenti a 75 m (spessore 50 m)... risorse recuperabili giacciono at-

tualmente al di sotto di 8000 km² di terreno, dai quali sono stati eliminati oltre 600 km² di foresta e acquitrini nell'Alberta settentrionale per creare le odierne miniere.

Per produrre 1 barile di petrolio sono necessari circa 2 tonnellate di questa miscela simile ad asfalto e almeno 2 barili di acqua. Inoltre per separare il petrolio dalle sabbie e per rompere le molecole di idrocarburi a lunga catena del catrame in molecole più corte utilizzabili per ottenerne benzina deve essere consumata energia prodotta dalla combustione di gas naturale. Poiché gli IPA condensati sono poveri di idrogeno, occorre liberare H₂ gassoso dal gas naturale per la loro idrogenazione al fine di ottenere un idrocarburo con un rapporto fra C e H simile a quello del petrolio, cioè approssimativamente di 2:1 (vedi la discussione di questi processi nel Capitolo 7, Paragrafo 7.18). Dopo che in questo modo si è prodotto del petrolio pesante, quest'ultimo deve essere raffinato per rimuoverne lo zolfo (fino al 4%) e convertire gli idrocarburi in frazioni utilizzabili, come discusso per il petrolio greggio nel Paragrafo 6.7 e nella Scheda 6.2.

Circa metà dell'attuale produzione avviene in miniere a cielo aperto su larga scala posizionate su riserve poco profonde. Il bitume frantumato viene separato dalla sabbia riscaldandolo con un volume superiore di alcune volte di acqua calda (alla temperatura di 50-80 °C), a sua volta riscaldata bruciando gas naturale e quindi con l'emissione di elevate quantità di biossido di carbonio. L'altra metà della produzione utilizza la tecnica di estrazione in situ che per estrarre il bitume lo mischia a vapore che

1 barile di
petrolio 159
litri



"L'età della pietra non è finita per mancanza di pietre. L'età del petrolio finirà assai prima che il mondo sia a corto di petrolio".

Sceicco Ahmed Zaki Yamani, ex ministro del petrolio dell'Arabia Saudita WIKI Laureato all'Università del Cairo Re Fouad I nel 1951, dopo aver studiato legge alla New York University e ad Harvard, con un dottorato all'università di Exeter, divenne consulente del governo saudita nel '58 e Ministro del petrolio nel 1962. Divenne noto anche in Occidente per il ruolo assunto durante l'embargo del 1973, quando spinse l'OPEC a quadruplicare il prezzo del greggio.

Nel dicembre del '75 venne catturato a [Vienna](#), insieme ad altri ministri dell'OPEC, dal celebre terrorista [Carlos lo Sciacallo](#). Nonostante l'ordine di uccidere Yamani, Carlos lo liberò dopo due giorni di fuga in aereo per il Medio Oriente.

Nel 1986 Re Fahd rimosse Yamani e [Abdulahdy Hassan Taher](#), fondatore della Petromin oils (oggi [Aramco](#)).

Nel 1990 ha fondato il Centro studi per l'energia globale, gruppo di analisi del mercato.

Climate Action

Home About us ▾ Climate change ▾ **EU Action ▾** Citizens ▾ News & Your Voice ▾ Contracts & Grants ▾

Climate strategies & targets ▾

2020 climate & energy package

2030 climate & energy framework

2050 low-carbon economy

Progress >

Economic analysis >

Emissions Trading System (EU ETS) >

Effort Sharing Decision >

Low Carbon Technologies >

Transport >

Protection of the ozone layer >

Fluorinated Greenhouse Gases >

2050 low-carbon economy

Policy

Documentation

Studies

FAQ

The European Commission is looking at cost-efficient ways to make the European economy more climate-friendly and less energy-consuming.

Its **low-carbon economy** roadmap suggests that:

- By 2050, the EU should cut greenhouse gas emissions to **80%** below 1990 levels
- Milestones to achieve this are **40%** emissions cuts **by 2030** and **60% by 2040**
- **All sectors** need to contribute
- The low-carbon transition is **feasible & affordable**.

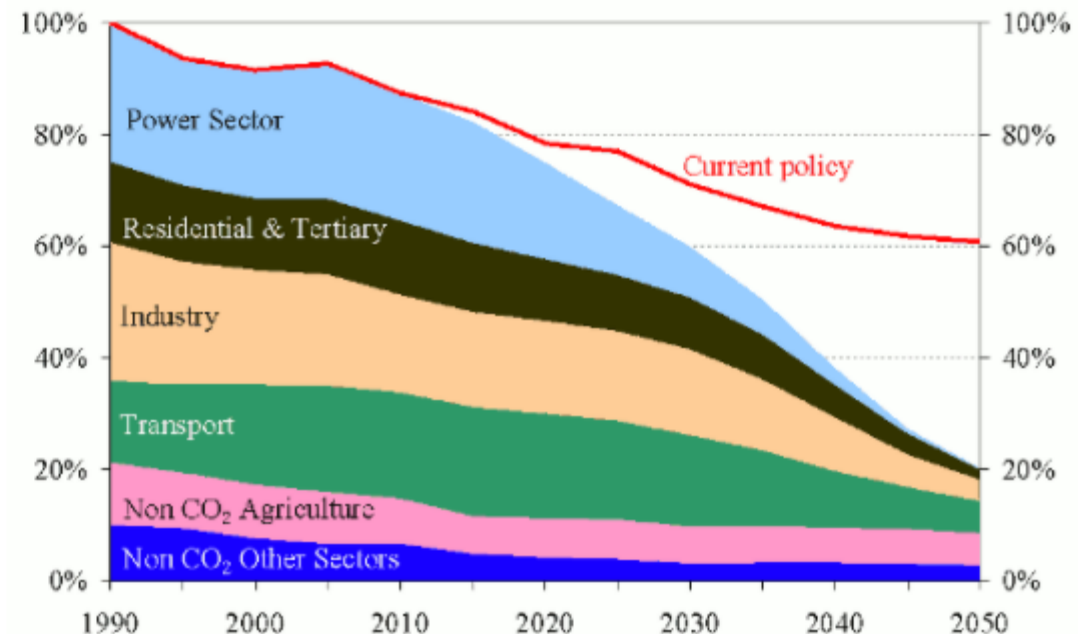
Action in all **main sectors** responsible for Europe's emissions – power generation, industry, transport, buildings, construction and agriculture – will be needed, but differences exist between sectors on the amount of reductions that can be expected.

Power generation & distribution

The power sector has the biggest potential for cutting emissions. It can **almost totally** eliminate CO₂ emissions by 2050.

Electricity could partially **replace fossil fuels** in transport and heating.

Electricity will come from **renewable sources** like wind, solar, water and biomass or other **low-emission sources** like nuclear power plants or fossil fuel power stations equipped with carbon capture & storage technology. This will also require strong investments in **smart grids**.



Possible 80% cut in greenhouse gas emissions in the EU (100%=1990)

Il sequestro di CO₂

CO₂ può essere estratto dai gas di scarico dei grandi impianti industriali che lo rilascerebbero in atmosfera (exp. Centrali elettriche a combustibile fossile, responsabili di 1/3 delle emissioni antropiche di CO₂. CO₂(g) verrebbe sequestrato e depositato in sito sotterraneo o oceanico, per evitare rilascio in aria (es. in pozzi o giacimenti esauriti). Attualmente in corso esperimenti su piccola scala di *Carbon Capture and Storage* <http://www.iea.org/topics/ccs/>

Nelle miscele di effluenti da combustioni, CO₂ è diluito (4% per centrali a GN, fino a 14% per centrali a carbone), e va quindi catturato e concentrato sul posto (spesa energetica elevata – da 30 a 50 % di energia prodotta da centrale). Può venir trasportato come fluido supercritico in tubature. Spesa energetica per CCS implica maggiori consumi di carburante e altre emissioni.

<https://www.iea.org/topics/carbon-capture-and-storage/>



International
Energy Agency

[About](#)

[News & Events](#)

[Publications](#)

[Our Work](#)

[Countries](#)

[Statistics & Data](#)



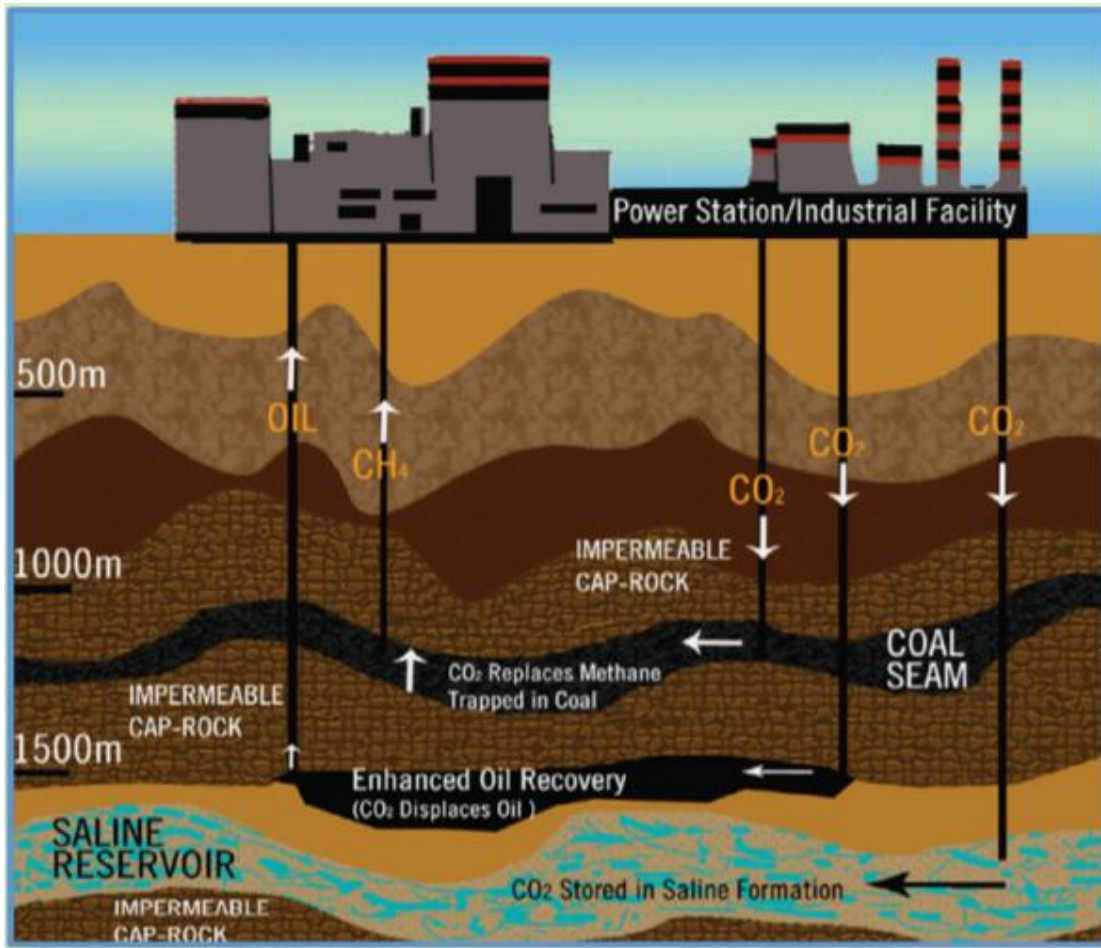
[Home](#) » [Topics](#) » Carbon capture, utilisation and storage

Carbon capture, utilisation and storage

A critical tool in the climate energy toolbox

Carbon, capture utilisation and storage (CCUS) is one of the only technology solutions that can significantly reduce emissions from coal and gas power generation and deliver the deep emissions reductions needed across key industrial processes such as steel, cement and chemicals manufacturing, all of which will remain vital building blocks of modern society.

Recupero da grandi centrali di produzione energetica
o da industrie pesanti

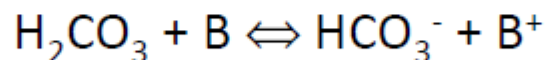


<https://www.cleanwater.org/sites/default/files/docs/publications/Environmental%20Risks%20and%20Oversight%20of%20Enhanced%20Oil%20Recovery%2011.08.17a.pdf>

Cattura reversibile del CO2

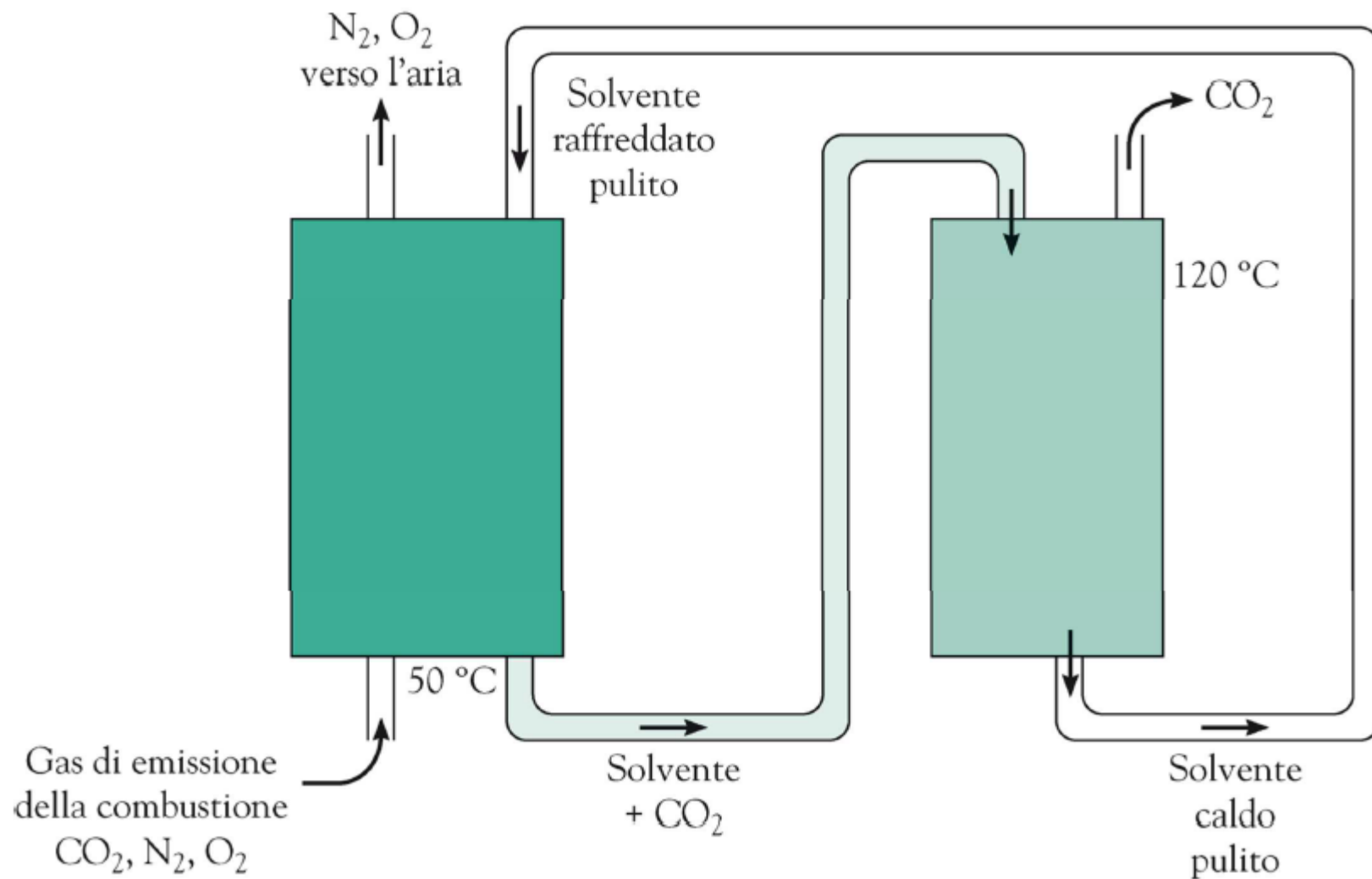
Si usa un agente che rimuova selettivamente il CO2 (sostanza che coordina debolmente e selettivamente CO2); Serve che agente di cattura sia riciclabile (es. riscaldando o diminuendo pressione)

CO2 è anidride acida, reagisce con acqua $\rightarrow$ H2CO3-, quindi catturabile con basi. Le reazioni acido base sono rapide. Spesso si usano ammine. Gas di emissione raffreddati vengono fatti salire in torre a riempimento in cui scorre solvente sequestrante (es solvente che contiene 15-30% di ammine (RNH2 o R2NH), basi deboli che si combinano con CO2:



Si usano ad esempio monoetanolammina e dietanolammina, idrosolubili, assorbono grandi quantità di gas e che richiedono poco calore per invertire reazione e rilasciare CO2 (si ottiene fino a 95% di recupero di CO2). Ossidi di azoto e zolfo devono essere allontanati da effluenti prima che entrino in soluzione (esistono tecnologie alternative (uso di carbonato come base debole, membrane, Li) ~

Monoetanolammina: OH-CH₂-CH₂-NH₂



Per evitare necessità di isolare e concentrare CO₂ -> **ossicombustione** (O₂ (spesa energetica !?!) invece di aria)

IMMAGAZINAMENTO DI CO₂

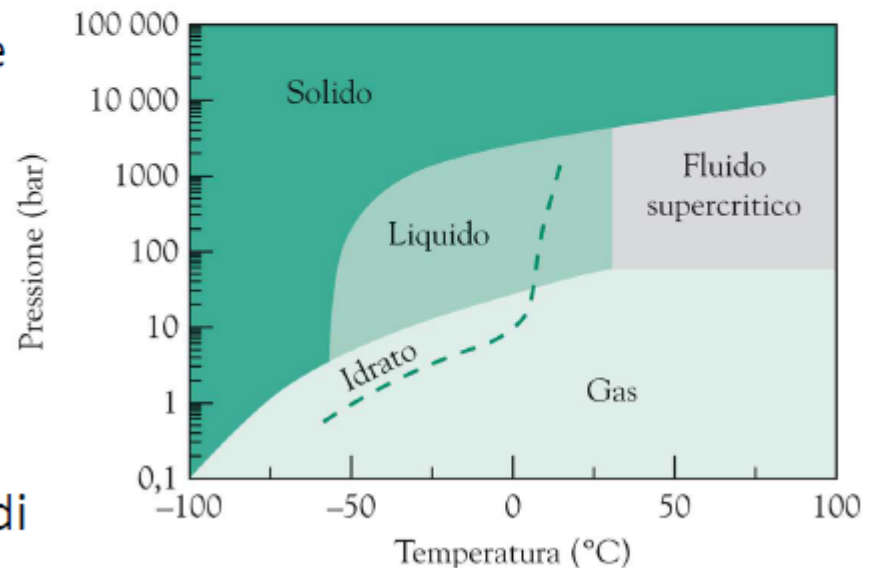
Varie tecniche e siti. Per valutare opzioni consideriamo fasi in cui CO₂ si trova a P e T diverse. Teniamo conto della presenza d'acqua.

A P atm raffreddando non abbiamo liquefazione ma «ghiaccio secco»

A pressioni moderatamente alte CO₂ è liquido, a T basse (0±12°C); condizioni «**marine**».

CO₂ diventa supercritico a P>72 atm e T>31°C; condizioni «**in profondità sotto terra**».

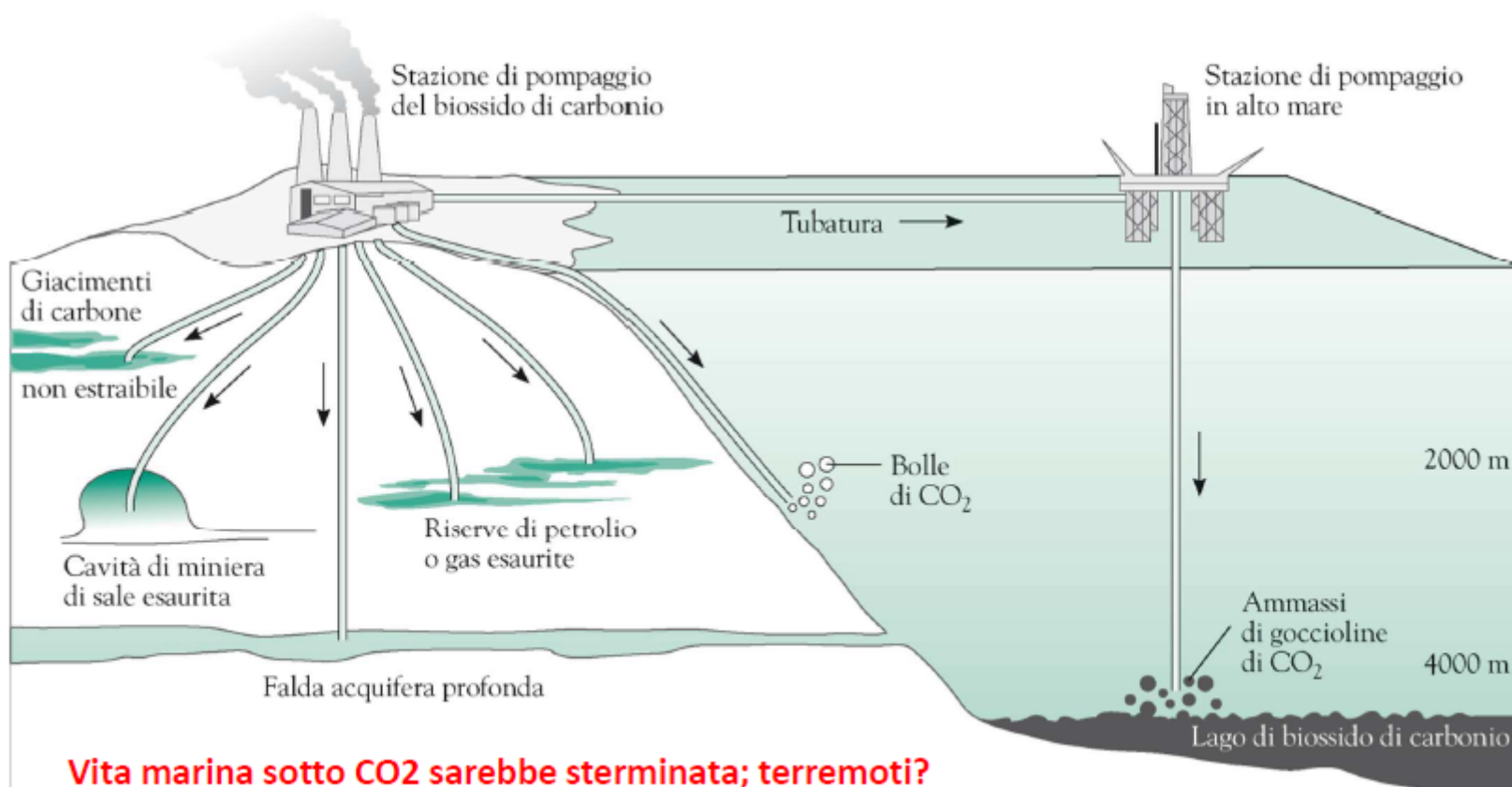
INOLTRE CO₂ più comprimibile di H₂O (P<270 atm CO₂ meno denso di H₂O marina;



in acqua P aumenta 1 atm ogni 10 m; CO₂ più denso dell'acqua a 2700 m ca.)

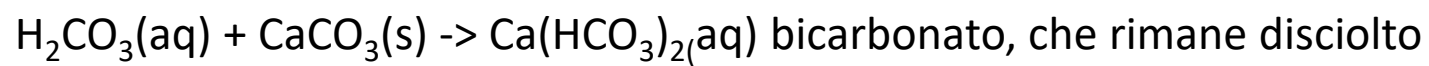
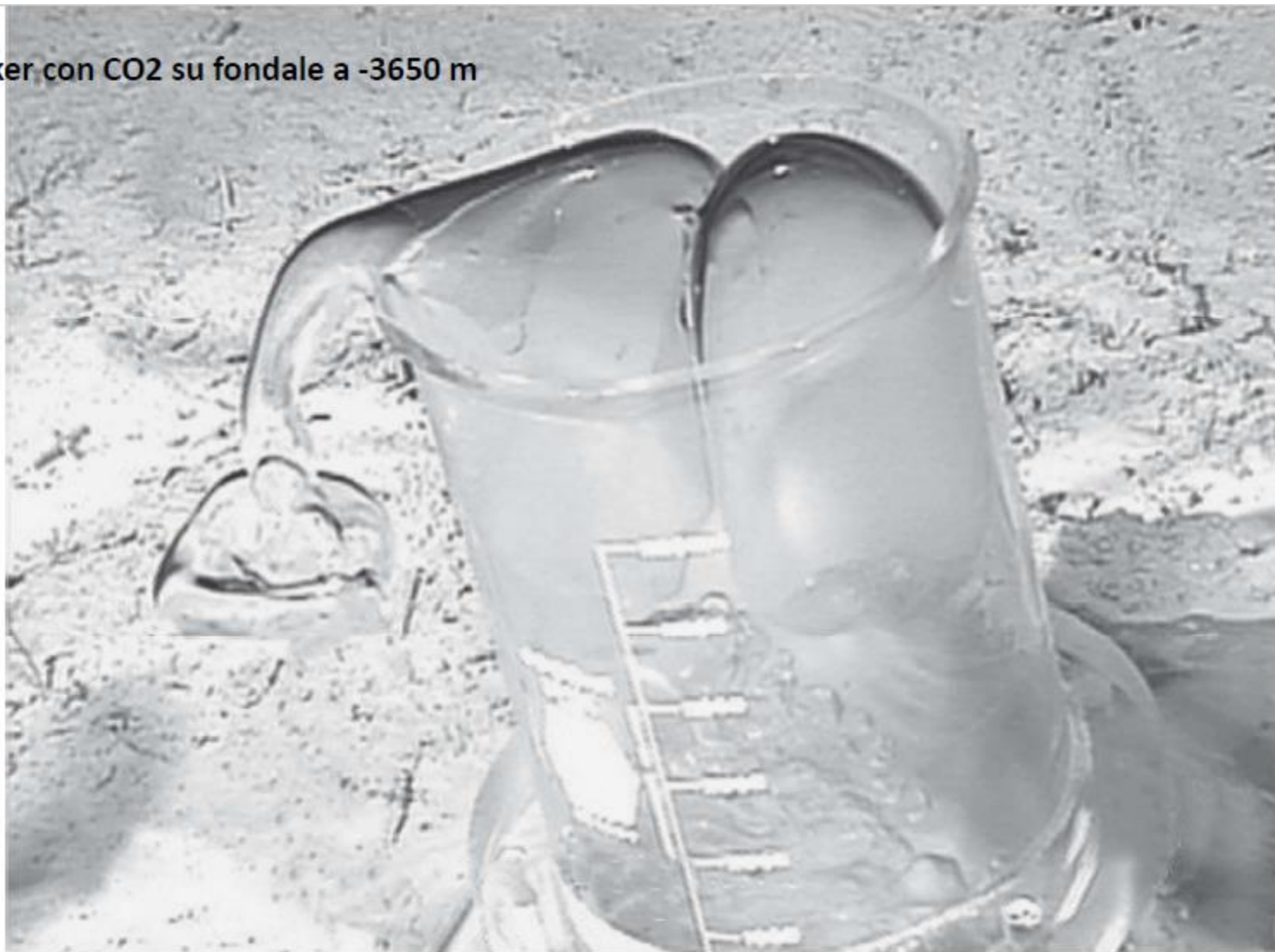
Scarico diretto nelle profondità oceaniche (?!)

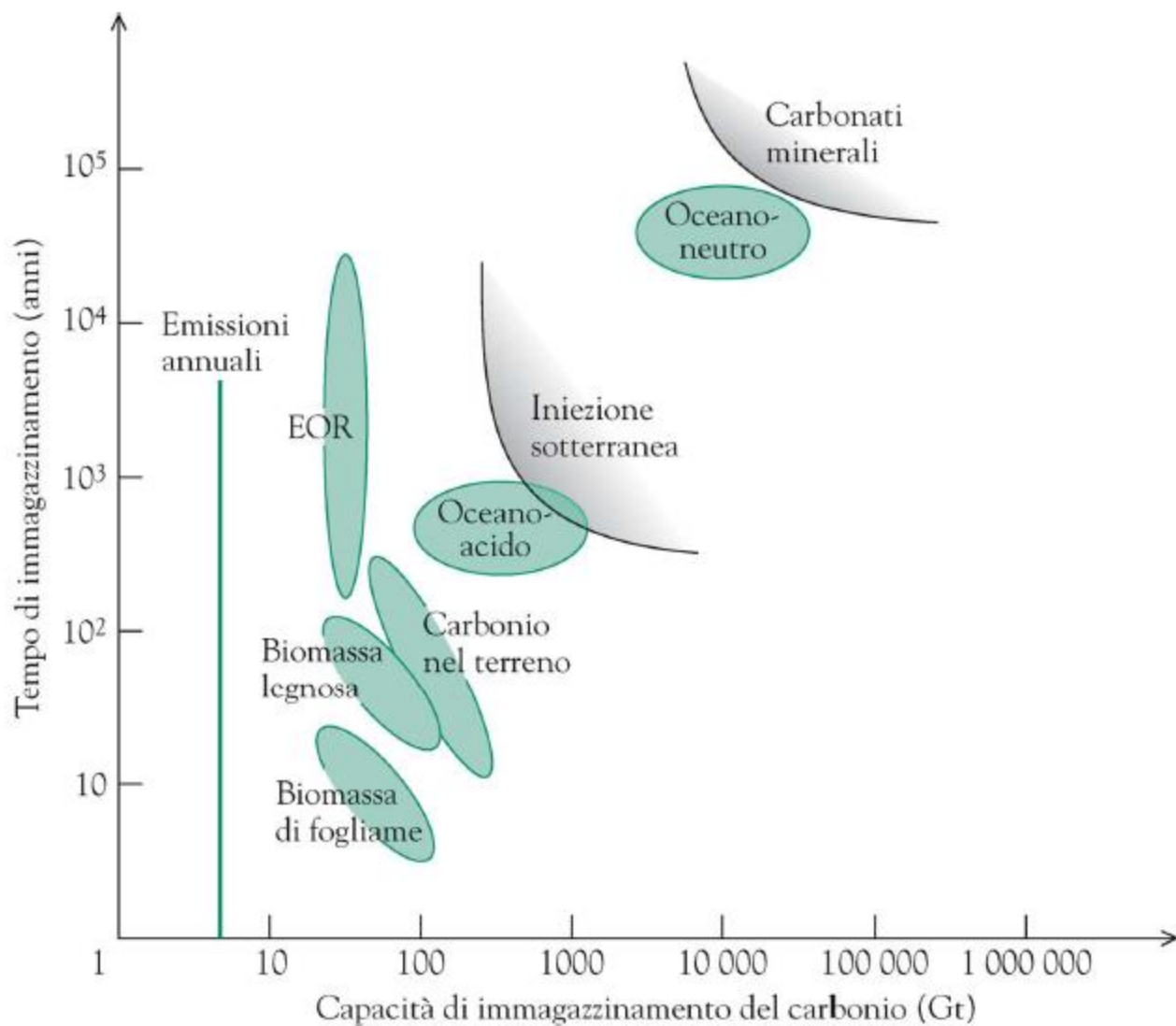
Profondità media oceano 3800 metri, copertura 70% superficie terrestre: enorme potenziale di stoccaggio (a 2700 m CO₂ più denso di acqua e scenderebbe ulteriormente). A profondità >500m gas liquefatto, a $T < 9^{\circ}\text{C}$ si forma clatrato idrato (CO₂ 6H₂O) più denso che affonderebbe. Serve tubatura che scenda fino a 3000-5000m)



Vita marina sotto CO₂ sarebbe sterminata; terremoti?

Beaker con CO₂ su fondale a -3650 m





Capacità e tempo di immagazzinamento di varie tecnologie di sequestro della CO₂

Alternative a fonti energetiche fossili

Fonti rinnovabili: la loro produzione e il loro uso generano basse emissioni di gas serra e possono essere sostenuti indefinitamente (l'utilizzo della fonte non compromette disponibilità future). Nuovi carburanti per veicoli alternativi a benzina e gasolio. Tra di esse si annoverano i

Biocombustibili: prodotti da biomassa fotosintetica attuale (immagazzinamento indiretto di energia solare); liquidi a T e P amb, bruciano facilmente all'aria generando calore; alta densità di energia, ma rilasciano CO₂.

Biomassa prodotta da fotosintesi rappresenta una forma di energia solare

Quantità annuale da questa fonte ca 55 EJ (10^{18})

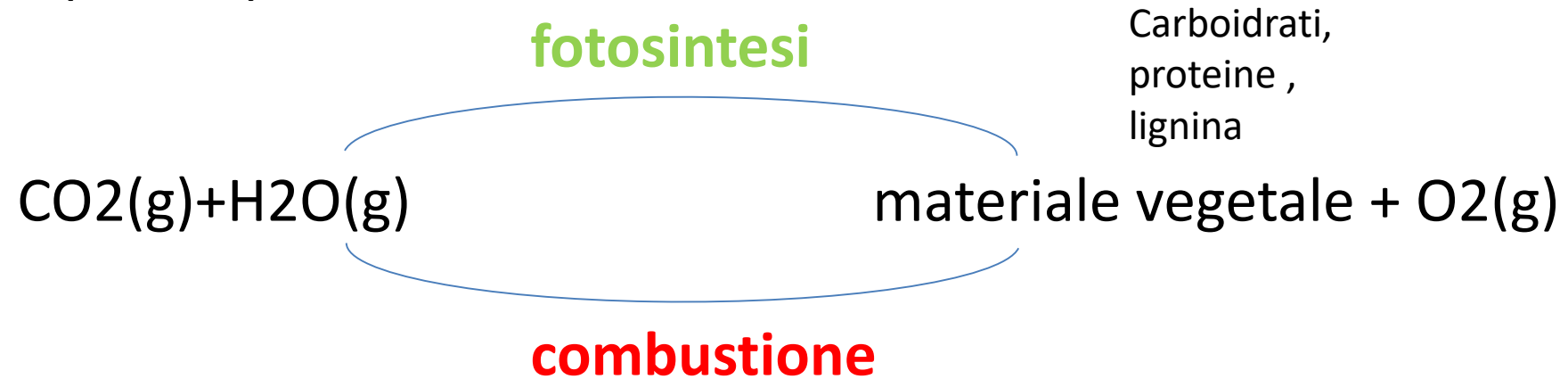
Densità di energia della fotosintesi è bassa (ca 0,6 W m⁻²), per bassa efficienza di conversione (ca 1-2%) di luce solare in energia chimica da parte della f.s. .

Ai livelli attuali di consumo per soddisfare bisogni con questa fonte, servirebbe usare la biomassa prodotta da tutto il terreno agricolo coltivato (ca 10% delle terre emerse)

Conversione di materia vegetale vivente - biomassa – in combustibili liquidi (autotrazione)

Vantaggi:

- ***combustibili «carbonio neutrali»***, quantità di carbonio emessa è pari a quella assorbita nel raccolto successivo



- Sono ***rinnovabili***, produzione può essere sostenuta indefinitamente anche se disponibilità di fonti fossili si esaurisse
- Contenuto di ossigeno comporta produzione e potenziale rilascio di ***minori quantità di inquinanti***
- Possono ***sostituire combustibili importati*** con produzioni nazionali

Problemi

- ***Eliminazione di biomassa esistente da terreni*** per ottenere terreni per produzione di biocombustibili → CO₂ («debito di Carbonio»)
- ***Conversione*** di biomassa in biocombustibili ***richiede una spesa energetica significativa***; se prodotta da fonti fossili, risparmio in termini di emissioni nette di CO₂ sarebbe almeno in parte cancellato

«**Debito di carbonio**» (2008: es. disboscamento per terreno coltivabile; «mancato sequestro» per foreste giovani):
si stima il tempo per ripagare il debito variabile tra decenni e secoli

Se si impiegano fertilizzanti azotati, parte dell'azoto diviene N₂O, gas serra, oltre a impattare su qualità delle acque

Piante per biocombustibili (es. canna da zucchero) han albedo migliore di pascoli o foreste che sostituiscono

<https://science.sciencemag.org/content/319/5867/1235>

Land Clearing and the Biofuel Carbon Debt

Joseph Fargione¹, Jason Hill^{2,3}, David Tilman^{2,*}, Stephen Polasky^{2,3}, Peter Hawthorne²

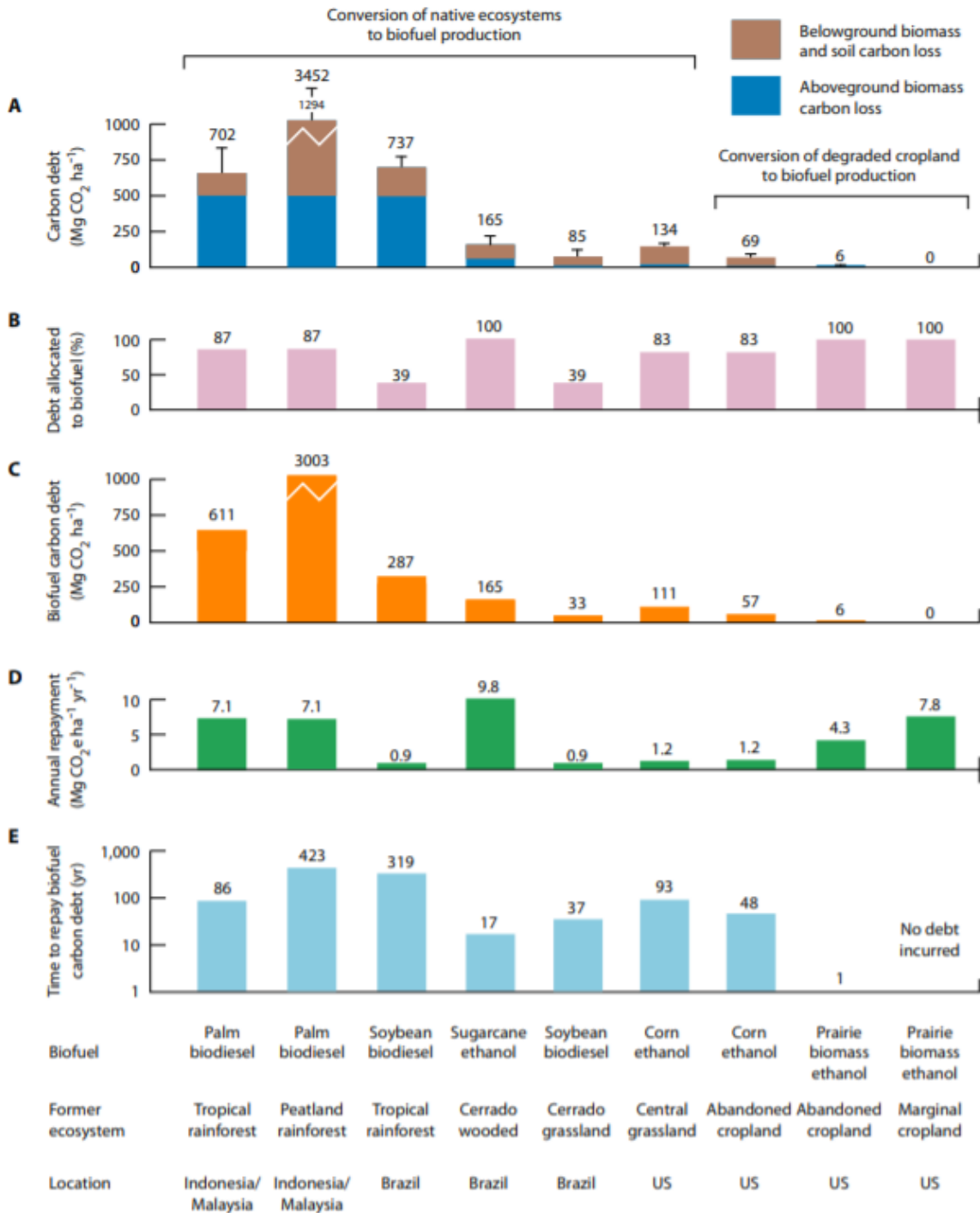
+ See all authors and affiliations

Science 29 Feb 2008:
Vol. 319, Issue 5867, pp. 1235-1238
DOI: 10.1126/science.1152747

Abstract

Increasing energy use, climate change, and carbon dioxide (CO₂) emissions from fossil fuels make switching to low-carbon fuels a high priority. Biofuels are a potential low-carbon energy source, but whether biofuels offer carbon savings depends on how they are produced.

Converting rainforests, peatlands, savannas, or grasslands to produce food crop-based biofuels in Brazil, Southeast Asia, and the United States creates a “biofuel carbon debt” by releasing 17 to 420 times more CO₂ than the annual greenhouse gas (GHG) reductions that these biofuels would provide by displacing fossil fuels. In contrast, biofuels made from waste biomass or from biomass grown on degraded and abandoned agricultural lands planted with perennials incur little or no carbon debt and can offer immediate and sustained GHG advantages.

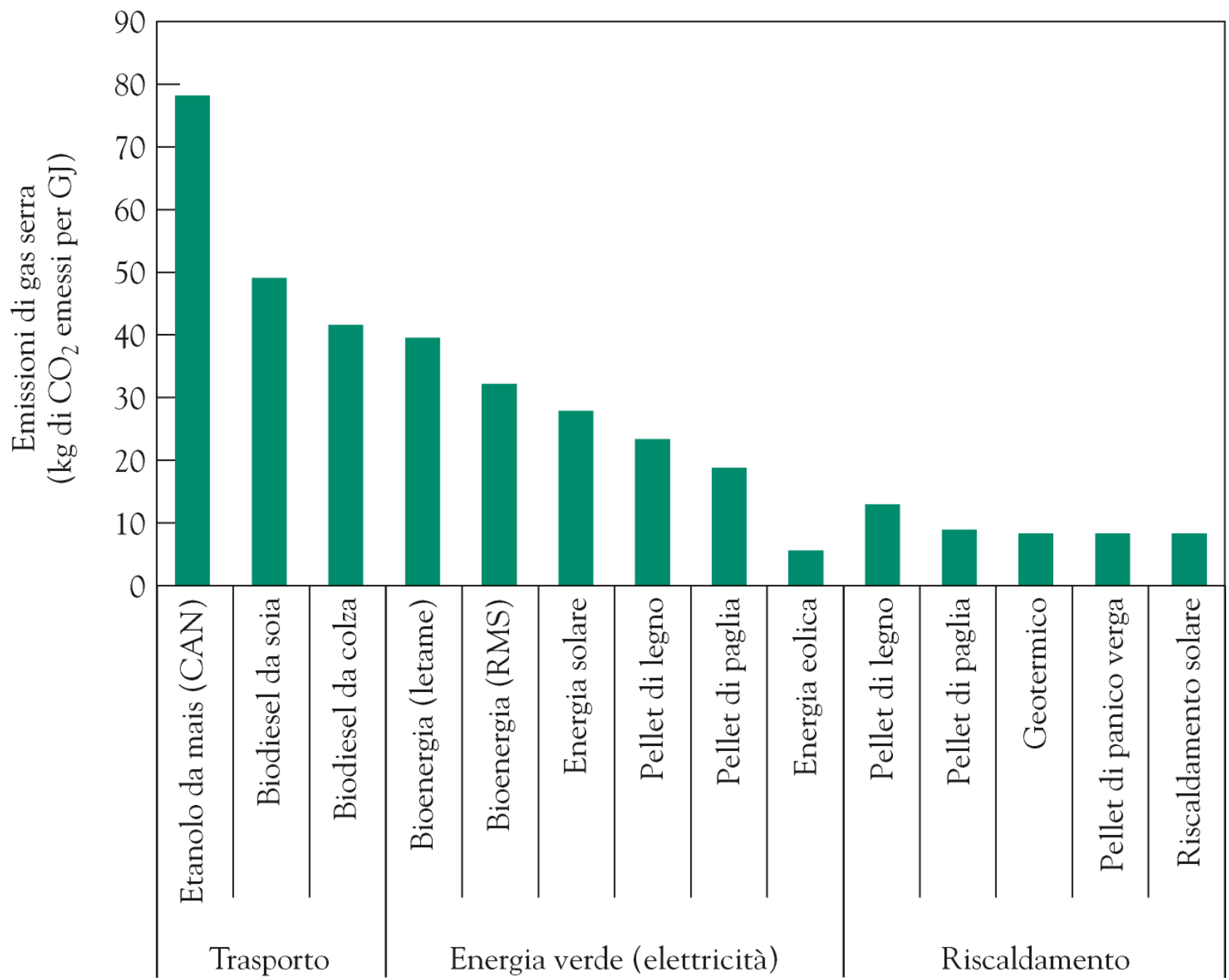


https://www.esa.org/biofuels/presentations/Fargione_poster.pdf

Combustione della biomassa (legna, residui di raccolti)

Prima fonte di energia ,
usualmente con lo sviluppo economico perde
rilevanza, ma...

Verso la fine del XX secolo la combustione di
biomassa era ancora seconda solo a energia
idroelettrica fra le fonti di energia perfino negli USA



<http://www.rinnovabili.it/energia/piano-nazionale-energia-clima/> (Rinnovabili 32% CFL di energia)

Importanza della combustione di biomasse nei consumi finali lordi di energia negli scenari al 2030
le FER termiche devono aumentare del 50% la loro produzione del 2016, passando da 10.539 a 15.808 ktep

Tabella 8 -Riparto delle tipologie di FER termiche al 2030

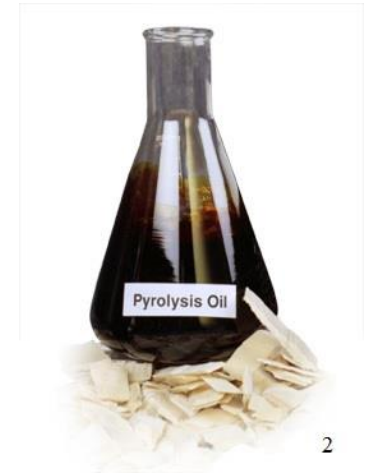
	2016 a	+ 50% b	Quota realistica c	c/a %
CFL di energia geotermica	125	187,5	400	+ 220%
CFL di energia solare termica	200	300	250	+25%
CFL frazione biodegradabile rifiuti (calore)	231	346,5	300	+30%
CFL energia da biomasse solide sett. residenziale	6.173	9.259,5	7.900	+30%
CFL energia da biomasse solide sett. non residenziale	229	343,5	380	+70%
CFL da biogas (calore)	44	66	70	+60%
Energia rinnovabile da pompe di calore	2.609	3.913,5	5.000	+90%
Calore derivato prodotto da fonti rinnov. (telerisc.)	928	1.392	1.500	+60%
Consumi finali di energia	10.539	15.808,5	15.800	

Da biomasse solide Produzione pirolitica di bio-olio

Pirolisi biomassa secca scaldata a P ambiente a T di 300-600°C -
> Biochar

Gas non condensabili (H_2 , CH_4 , CO , CO_2)

-> Bio – olio aerosol e gas condensabili
(molti ossigenati), acido pH ca 3



Gassificazione

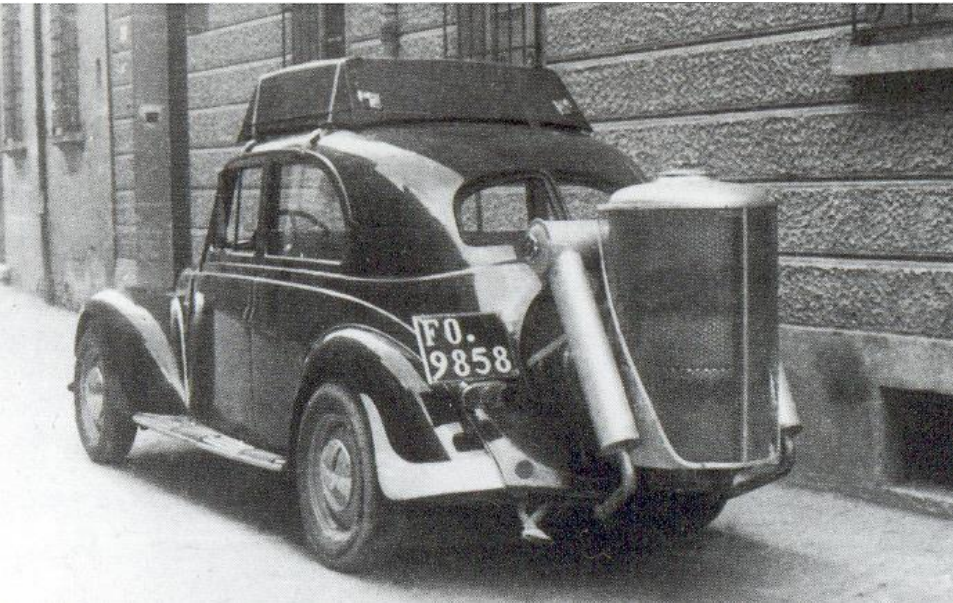
Materiale con C scaldato a 700-1000°C -> H_2 + CO e catrame

Gas di sintesi o syngas (anche da carbone)

Es. produzione di alcani $nCO + (2n+1)H_2 \rightarrow C_nH_{2n+2} + nH_2O$

Reazioni di Fischer-Tropsch -> benzina sintetica e altri
chemicals a seconda di catalizzatori e condizioni (Germania tra
le due WW)

Gassificazione

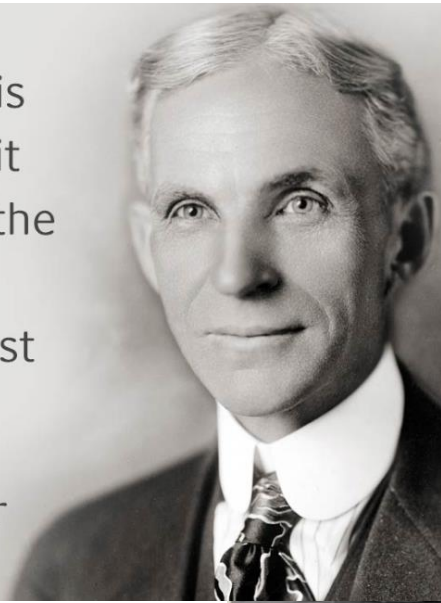


Etanolo

Alcol etilico o alcol di frumento, usato per autotrazione da fine '800, liscio o in miscela caratterizzata da lettera E (es E_{10} in USA, E_{25} , E_{100} in Br)

“The **fuel of the future** is going to come from fruit like that sumac out by the road, or from apples, weeds, sawdust – almost anything.”

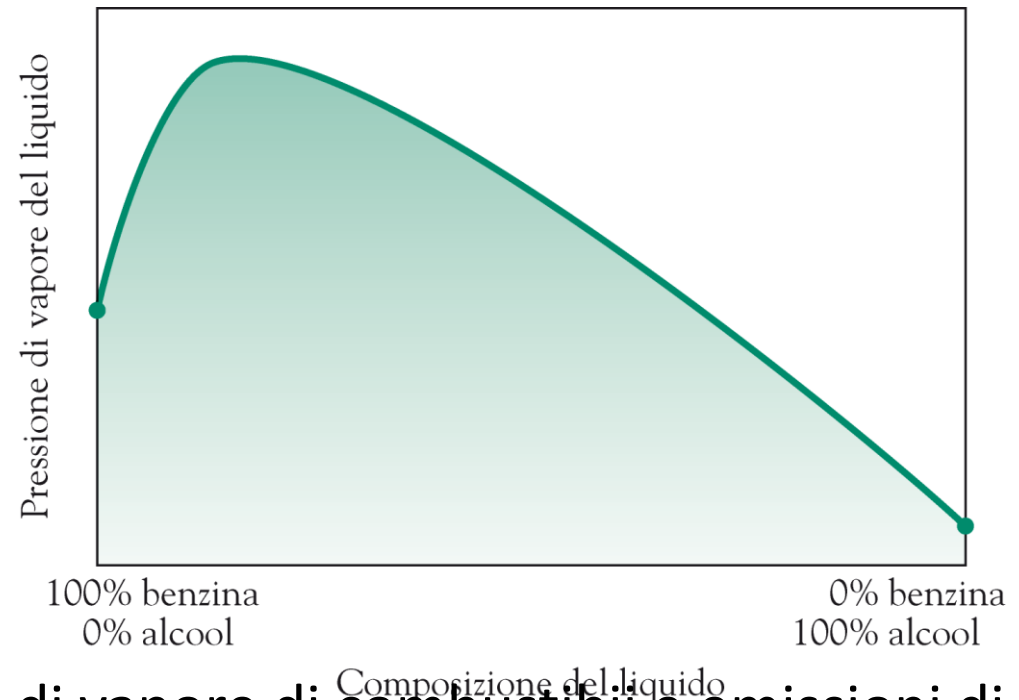
Henry Ford, Ford Motor Company CEO, 1925



In 1933, NebraskaGov. Charles Bryan and the Merrick Co. Sheriff filled up their cars with "Corn Alcohol" gasoline with 10 percent alcohol. The gas station is Earl Coryell's at 14th and N Streets in Lincoln. Photo from Nebraska State Historical Society (NSHS).

Etanolo puro ha bassa pressione di vapore (nei climi freddi E_{100} è problematico; E_{85} ha pressione di vapore adeguata per superare problema di partenze a freddo, distribuito in USA e EU)

Flexible Fuel Vehicles



Attenzione: per ridurre tensione di vapore di combustibili e emissioni di COV, alcol in basse concentrazioni (pochi legami idrogeno) NON va bene!

Minore energia prodotta per litro; servono serbatoi più grandi (1:1,25)

Inquinamento prodotto da combustione dell'etanolo

Combustibili «ossigenati» (come l'etanolo) emettono rispetto a benzina o diesel minori emissioni di CO, alcheni, idrocarburi aromatici, particolato (specie in assenza di marmitte catalitiche). Minori quantitativi di NO_x emessi a seguito di minori temperature nei motori. Vengono emessi però aldeidi RCHO, e etanolo incombusto (specie in assenza di marmitte catalitiche).

La produzione di bioetanolo

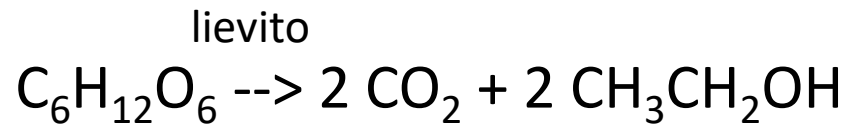
L'etanolo industrialmente è prodotto da etene $\text{CH}_2=\text{CH}_2$ (da petrolio) per aggiunta di acqua con catalizzatori $\rightarrow \text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$

Etanolo per autotrazione prodotto su larghissima scala per fermentazione dei carboidrati delle piante (principalmente glucosio $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$) da parte dei lieviti.

Negli USA carboidrati da amido di mais (anche barbabietole da zucchero, grano e altri cereali). In Brasile e paesi tropicali si usa saccarosio da canna da zucchero. Thailandia e Cina da cassava (arbusto con radice tuberosa ricca di amido).

Se materiale di partenza è amido, esso deve essere convertito in glucosio.

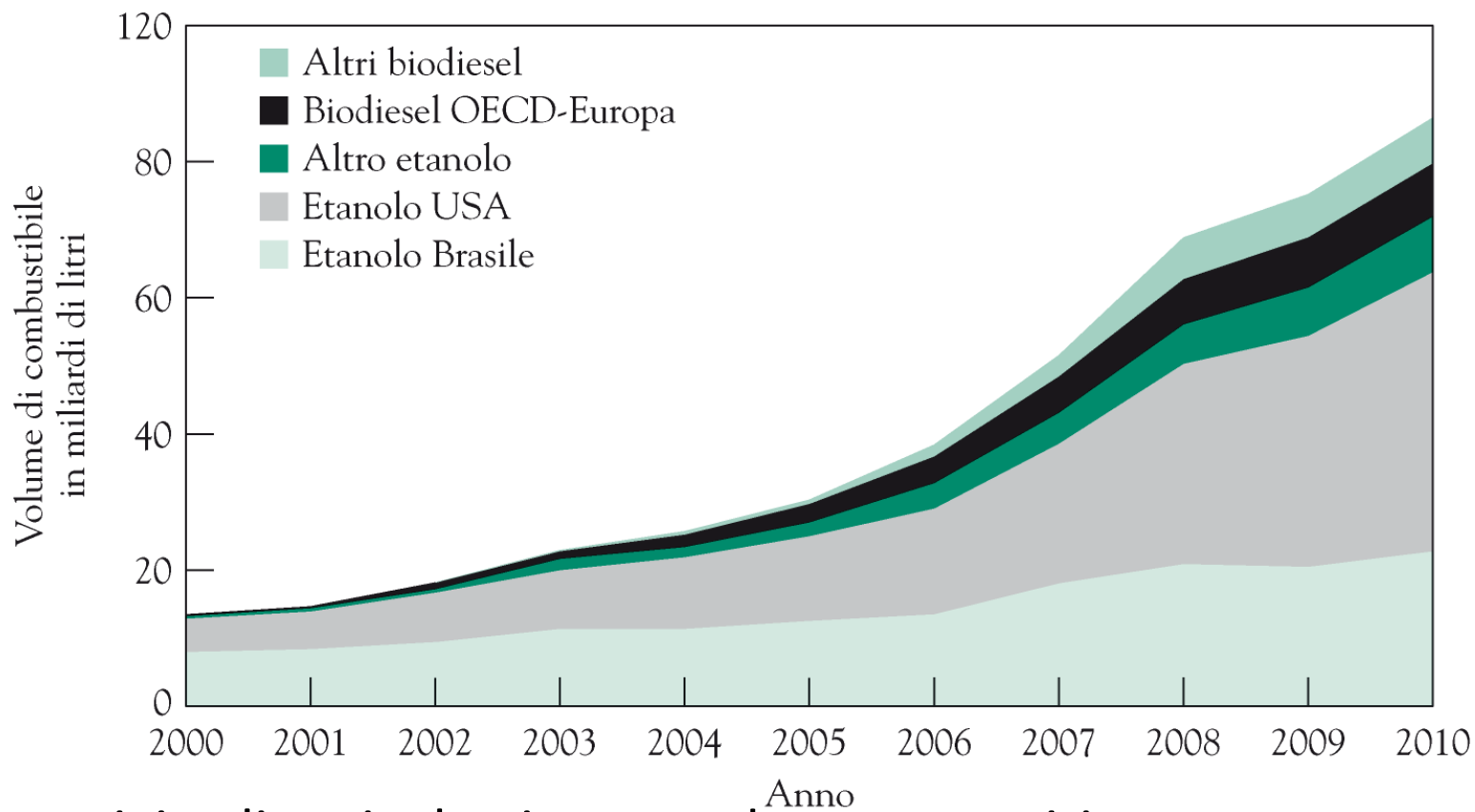
Se materiale di partenza è amido $((C_6H_{12}O_6)_n$ polisaccaride, carboidrato di riserva), esso deve essere prima convertito per idrolisi in glucosio (monosaccaride).



Servono grandi quantità d'acqua (per solubilizzare amido e per non rendere soluzione concentrata di etanolo tossica per i lieviti). Soluzione diluita ottenuta deve essere concentrata tramite distillazione (processo ad alto consumo di energia).

Si ottiene (da soluzioni circa 10%-15 di alcol) etanolo al 95,6%. Acqua residua può essere rimossa tramite es. setacci molecolari, ma alcuni motori (exp. in Br) funzionano a E_{95}

Nel 2010 un terzo della produzione di cereali degli USA e la metà della canna da zucchero del Brasile erano dedicate alla produzione di bioetanolo.



Sussidi governativi agli agricoltori per rendere competitivo questo combustibile rispetto al petrolio

Resource	Year	Country	EROI (X:1) ²	Reference
Biomass				
Ethanol (sugarcane)	n/a	n/a	0.8 to 10	Goldemberg, 2007
Corn-based ethanol	n/a	US	0.8 to 1.6	Patzek, 2004, Farrell et al. 2006
Biodiesel	n/a	US	1.3	Pimentel and Patzek, 2005

BILANCIAMENTO TRA ENERGIA CONSUMATA E CO2 LIBERATO NELLA PRODUZIONE DI BIOETANOLO

Problema centrale è che per distillare l'etanolo dall'acqua è necessario il calore derivante dalla combustione di grandi quantità di combustibile (spesso carbone-petrolio), che rilascia una quantità di biossido di carbonio in atmosfera.

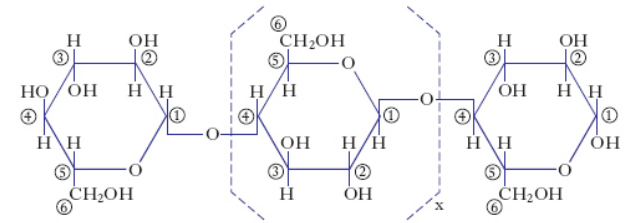
In Brasile si usano residui di biomassa (*bagasse* per canna da zucchero), rendendo più sostenibile la produzione; si deve considerare la produzione di particolato atmosferico nelle combustioni.

Analisi indicano che la produzione US di bioetanolo richiede $\frac{2}{3}$ della quantità di combustibili fossili che servirebbero per produrre la stessa quantità di energia a partire da fonti di petrolio (l'energia prodotta da bioetanolo deriva per $\frac{1}{3}$ da energia solare e $\frac{2}{3}$ da combustibile fossile).

Bioetanolo da cellulosa

Piante legnose: cellulosa (35-50%) emicellulosa (25-30%) - lignina (15-30%)

Biocombustibili di seconda generazione



Biomassa $\rightarrow$ Cellulosa $\rightarrow$ Glucosio $\rightarrow$ Etanolo

Pretrattamento per passare da biomassa a cellulosa è costoso (es. trattamenti chimici con acidi o basi diluite, vapore)

Un vantaggio è l'uso della lignina deidratata per alimentare il processo di distillazione.

Biodiesel da Oli vegetali e da alghe

Piante contengono non solo carboidrati ma anche oli

Oli vegetali da cucina (es da spremitura di mais, oliva, girasole) possono bruciare producendo calore e fumo

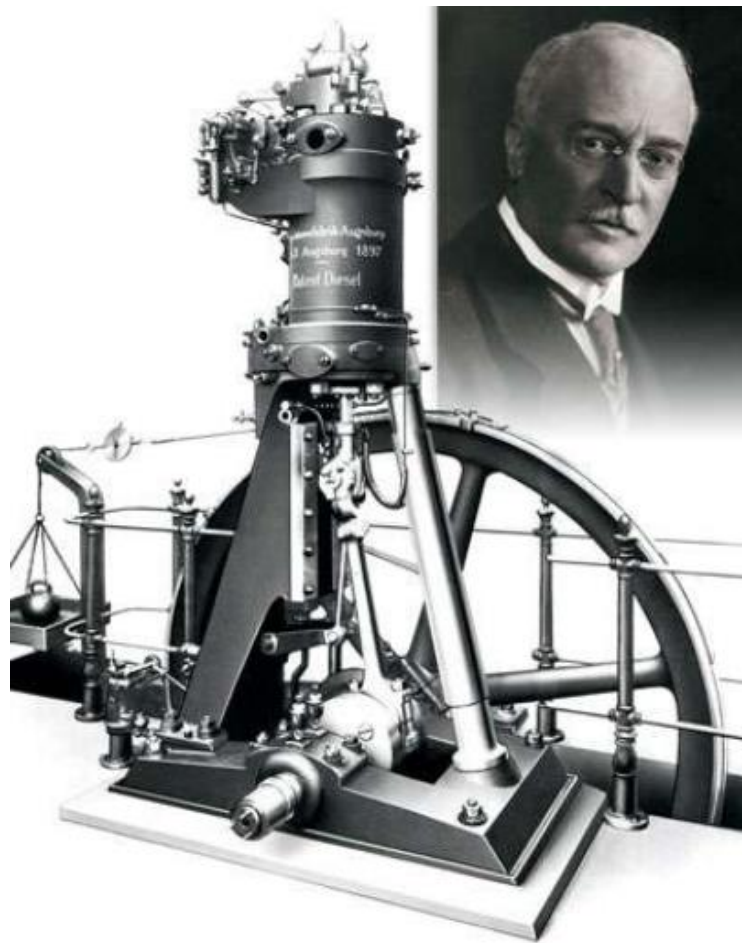
Storicamente primi motori diesel alimentati a olio di noccioline (costoso rispetto a derivati da petrolio).

I moderni motori diesel progettati per funzionare con combustibile non viscoso (oli naturali sono viscosi per presenza catene con 50 – 60 atomi di C).

Oli vegetali non raffinati contengono anche acidi grassi liberi, acqua e sostanze odorose.

Viscosità riducibile con preriscaldamento dell'olio (a batteria o con serbatoio ausiliario di combustibile non viscoso per avvio e spegnimento).

«Straight Vegetable Oils» possono dare problema per polimerizzazione di composti insaturi e generazione di materiale gommoso e residui



I carburante biodiesel: costituenti

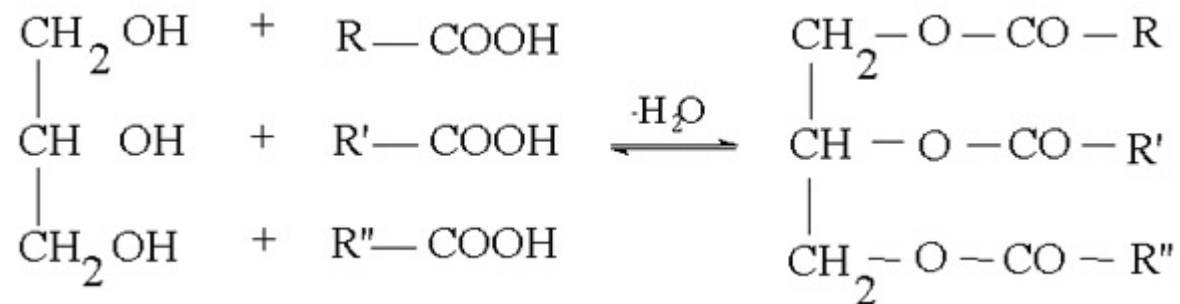
Oli vegetali vergini trasformati in combustibile meno viscoso e meno corrosivo, chiamato biodiesel

Derivati da acidi grassi costituiti in catene (indicate con R) di C (+ 2 H) con 16-18 unità in media

Acido grasso R-COOH

Esteri metilici di acidi grassi FAME R-COOCH₃

Negli oli vegetali gli acidi grassi sono presenti principalmente come trigliceridi (esteri di tre acidi grassi spesso a n° diverso di C con glicerolo, polialcol trivalente CH₂OH-CHOH-CH₂OH)



Typical fatty acid profiles of various oils and fats (weight percent)

Fatty Acid	Soybean	Palm	Rape*	Sunflower	Cotton	Peanut	Maize	Olive	Palmkernel	Coconut	Butter**	Lard	Tallow
Butyric (4:0)*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	17	-	-
Caproic (6:0)	-	-	-	-	-	-	-	-	0.2	-	6.4	-	-
Caprylic (8:0)	-	-	-	-	-	0.1	-	-	4	7.1	1.7	-	-
Capric (10:0)	-	-	0.6	0.2	-	-	3.9	7.3	4.3	-	-	-	-
Lauric (12:0)	0.1	-	-	-	0.5	0.7	-	-	50.4	54.1	4	-	-
Myristic (14:0)	0.3	2.5	0.1	-	0.9	0.4	-	-	17.3	17.4	12.8	1.7	3
Palmitic (16:0)	10.9	40.8	5.1	6.5	20	13.7	11.2	11	7.9	6.1	26.6	27.9	33
Stearic (18:0)	3.2	3.6	2.1	4.5	3	2.3	1.8	2.2	2.3	1.6	8.5	13.5	24
Oleic (18:1)	24	45.2	57.9	21	25.9	-	25.4	77	11.9	5.1	17	46.7	36
Linoleic (18:2)	54.5	7.9	24.7	68	48.8	47.8	60.3	8.9	2.1	1.3	1.5	10.2	2
Linolenic (18:3)	6.8	-	7.9	-	0.3	29.2	1.1	0.6	-	-	-	-	1
Arachidic (20:0)	0.1	-	0.2	-	-	1.3	0.	-	-	-	-	-	-
Gadoleic (20:1)	-	-	1.0	-	-	1.2	-	0.3	-	-	-	-	-
Behenic (22:0)	0.1	-	0.2	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-
Erucic (22:1)	-	-	0.2	-	-	0.1	-	-	-	-	-	-	-
Saturated	14.7	46.9	8.3	11	25	21.7	13.2	13.2	86	93.6	81.5	43.1	39
Unsaturated	85.3	53.1	91.7	89	75	78.3	86.8	86.8	14	6.4	18.5	56.9	61

* - Profile is typical of the edible oil obtained from one of the modern cultivars (Canola™).

** - Iso-fatty acids were added to the fatty acids with the same number of carbon atoms.

*** - (nn:x) means a fatty acid with nn carbon atoms and x double bonds.

Conversione di materiale vegetale in biodiesel

Olio estratto da materiale vegetale per spremitura meccanica e/o con solvente.

Es. negli USA, soia sbucciata e schiacciata meccanicamente poi olio estratto con solvente esano (C_6H_{14} , da petrolio, recuperabile e riutilizzabile) .

Olio viene transesterificato, con metanolo e NaOH come catalizzatore: due fasi distinte, glicerina più densa si separa (c'è eccesso di produzione, e si procede a impieghi vari tra cui incenerimento per recupero calore)

US: soia (20% olio)

Europa: colza var. canola (40% olio)

Regioni tropicali: palma con resa per superficie maggiore di soia e colza); debito di carbonio a seguito di deforestazione importante (emissioni di CO_2 dell'Indonesia 1/12 della CO_2 mondiale ?!)

L'uso del biodiesel nei veicoli a motore

Frazione di biodiesel in carburante è indicata da B con pedice

indicante la percentuale di biodiesel.

US Navy max utilizzatore di biodiesel al mondo: B20
B2, B5, B7

Crescita di produzione mondiale negli anni '90

Unione Europea supera USA per produzione e nel 2020 avrà

aumentato al 10% ca quota di biodiesel nel diesel commerciale

EMISSIONI INQUINANTI DEL BIODIESEL

L'uso del metanolo prodotto a partire da combustibili fossili rende il biodiesel non rinnovabile al 100% .

Attualmente sono in corso ricerche per produrre metanolo da glicerina in modo efficiente

<http://www.intechopen.com/books/biodiesel-feedstocks-productionand-applications/biomethanol-from-glycerol>

Biodiesel genera 90% di energia in più rispetto a quella impiegata per produrlo (per etanolo da mais solo 25% di surplus)

Biodiesel da terreni agricoli già esistenti riduce emissioni di circa il 50% (tra gli impatti considera l'N da fertilizzanti nelle acque, ma ad esempio soia è leguminosa)

Biodiesel contiene ossigeno per cui minori quantitativi di CO, fuliggine, idrocarburi incombusti . Legami insaturi aumenterebbero la T nei motori a combustione interna e quindi gli NOx termici

[Proc Natl Acad Sci U S A](#). 2006 Jul 25; 103(30): 11206–11210.

Published online 2006 Jul 12. doi: [10.1073/pnas.0604600103](#)

From the Cover

Ecology, Sustainability Science

PMCID: PMC1544066

PMID: [16837571](#)

Environmental, economic, and energetic costs and benefits of biodiesel and ethanol biofuels

Jason Hill,^{*†§} Erik Nelson,[†] David Tilman,^{*§} Stephen Polasky,^{*†} and Douglas Tiffany[†]

[Author information](#) ► [Copyright and License information](#) ► [Disclaimer](#)

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1544066/pdf/zpq11206.pdf>

cycle load. In each case, the error bars were larger than the effect sizes, so it was impossible to conclude that any of these factors had an influence on how B20 affected emissions.

Moving on, Hoekman spoke briefly about mobile source air toxic (MSAT) emissions from biodiesel. There are dozens of MSATs, but those of greatest interest with respect to biodiesel are polycyclic aromatic HCs, aldehydes (formaldehyde, acetaldehyde, propionaldehyde, and acrolein), and the total PM discussed previously. Oxygenated organics, such as biodiesel, might be expected to produce higher levels of oxygenated MSATs, Hoekman said, but there is very little relevant experimental data that address this issue. The existing data suggest that the use of biodiesel does not consistently increase emissions of these MSATs, he said.

https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK196451/pdf/Bookshelf_NBK196451.pdf

NAS, 2014

Le alghe come materia prima da biodiesel

Microalghe come biomassa da cui estrarre oli

Coltivare grandi masse d'alghe in bacini aperti o fotobioreattori

CO₂ da grosse centrali elettriche a combustibili fossili o cementifici
immeso in acqua può incrementare crescita algale e ridurre
emissioni

Attualmente molta ricerca ma poca produzione

Contenuto in olio fino a 50% di trigliceridi

Resa per km potenzialmente maggiore di olio di palma in regioni
tropicali

Crescita rapida, non necessità di terreni agricoli (no deficit di C),
meno resa (fino a 1% di energia solare convertita) rispetto a pannelli
solari (fino a 15%), ma investimento inferiore.

Non serve acqua pulita (N o P aiutano crescita)

Problema: oli poliinsaturi con C=C ossidabile

Idrogenazione catalitica dell'olio per evitare (meno «rinnovabile»)

Problemi

Per reattori aperti acqua evapora

Selezione alghe (produttrici olio)

Necessità di rimescolamento per luce

-> reattori tubulari con specie selezionate

Separazione per centrifugazione e rottura pareti cellulari
(spesa energetica) olio estratto con esano e eventuale
parziale idrogenazione

Residuo vegetale ricco di carboidrati e proteine (etanolo
e mangimi o energia per rimescolamento e asciugatura)

www.teregroup.net/alghe/

TG TERE GROUP

Home	Chi siamo	Lavora con noi	Alghe	Biodiesel e Jet fuel	Farmaceutico	Progetti realizzati	Contatti
Newsletter	Dove siamo	Press	International Press	Television	Investire con Teregroup	Plastica da Alghe	
Area Riservata							

Alghe e biodiesel un grande risparmio energetico

> Finanziamenti



Le energie rinnovabili sono una fonte sempre più importante. Per salvaguardare il nostro pianeta, è inevitabile cercare delle

Scopri perché conviene investire in un impianto Tere group
CLICCA QUI

TEREGROUP
Via Pietro Giardini 476/n
41124 Modena Italy
Tel. +39 059 4823699
E-mail info@teregroup.net

AB
ALGAE BIOMASS
ORGANIZATION

- <http://www.teregroup.net/television/>
- <https://www.cti2000.it/biodiesel/index.php?contid=36&nm=4&sm=46>

Biogas e biometano

La produzione di biogas è una tecnologia consolidata principalmente per la generazione di energia rinnovabile e anche per la valorizzazione dei residui organici. Il biogas è il prodotto finale di un processo mediato da microorganismi, la **digestione anaerobica**, in cui diversi microrganismi seguono percorsi metabolici diversi per decomporre la materia organica. Il processo è conosciuto fin dai tempi antichi ed è stato ampiamente applicato alle abitazioni domestiche fornendo calore ed energia per centinaia di anni.

Oggigiorno, il settore del biogas sta crescendo rapidamente e nuovi risultati creano le basi per la costituzione di impianti di biogas come fabbriche di bioenergia avanzate. In questo contesto, gli impianti di biogas sono la base di un concetto di economia circolare che mira al riciclaggio dei nutrienti, alla riduzione delle emissioni di gas serra e ai fini della bioraffineria. ...

Biogas and its opportunities—A review

Panagiotis G. Kougias

Irini Angelidaki

Frontiers of Environmental
Science & Engineering

June 2018, 12:14



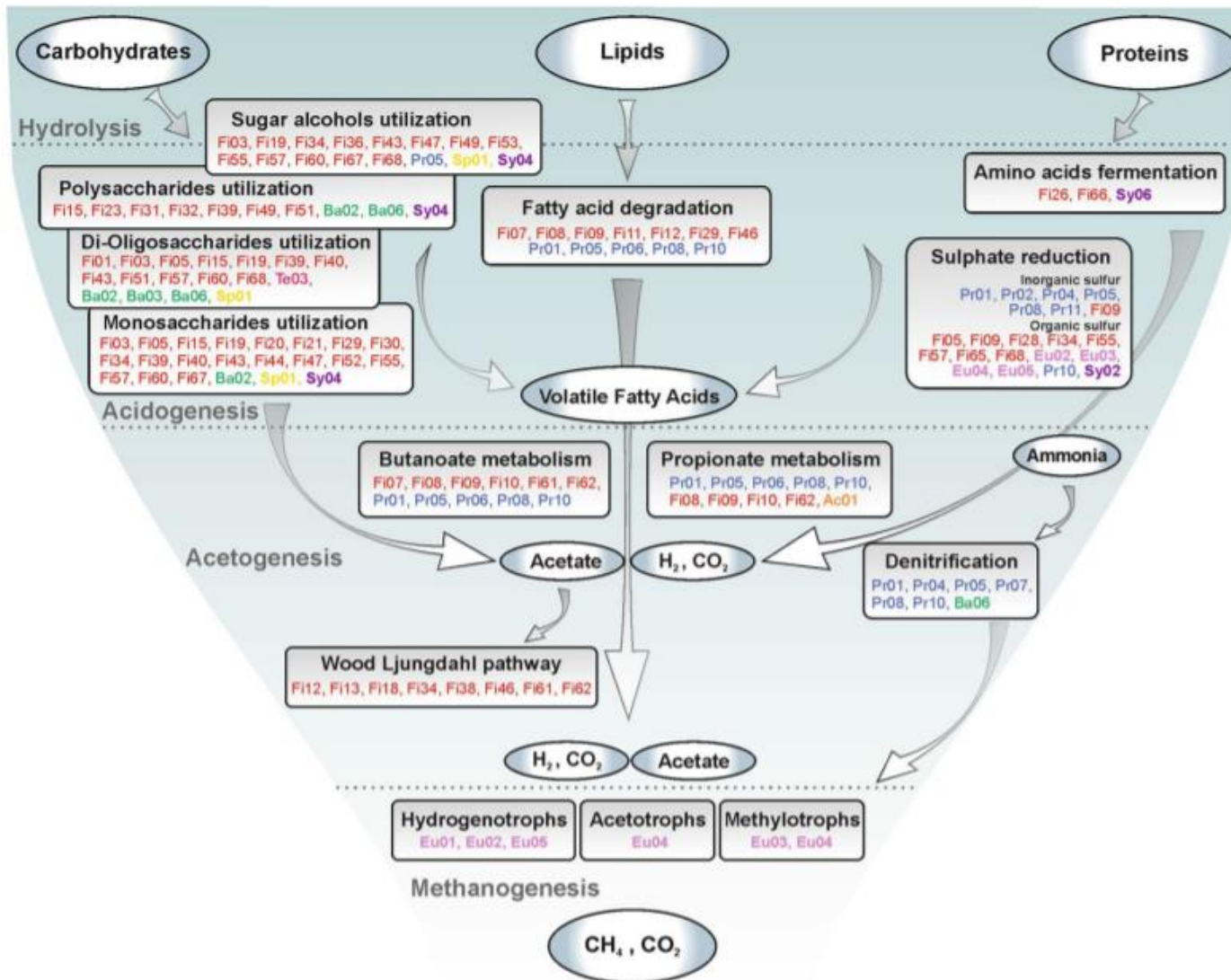


Fig. 3 Functional roles of the GBs in the biogas production “food chain.” The main steps of the anaerobic degradation process are highlighted, together with the more relevant GBs involved. Functional roles were defined considering nearly complete KEGG pathways (Wood–Ljungdahl pathway, methanogenesis, propionate and butyrate metabolism), SEED categories (fatty acid degradation, carbohydrates utilization, denitrification, sulfate reduction), COG (amino acids fermentation) and Pfam (polysaccharides). Ovals refer to the compounds used by the microbial community (carbohydrates, fatty acids, proteins), intermediates (volatile fatty acids (VFA)-propionate, butyrate), and final products (carbon dioxide and methane)

Biogas e biometano

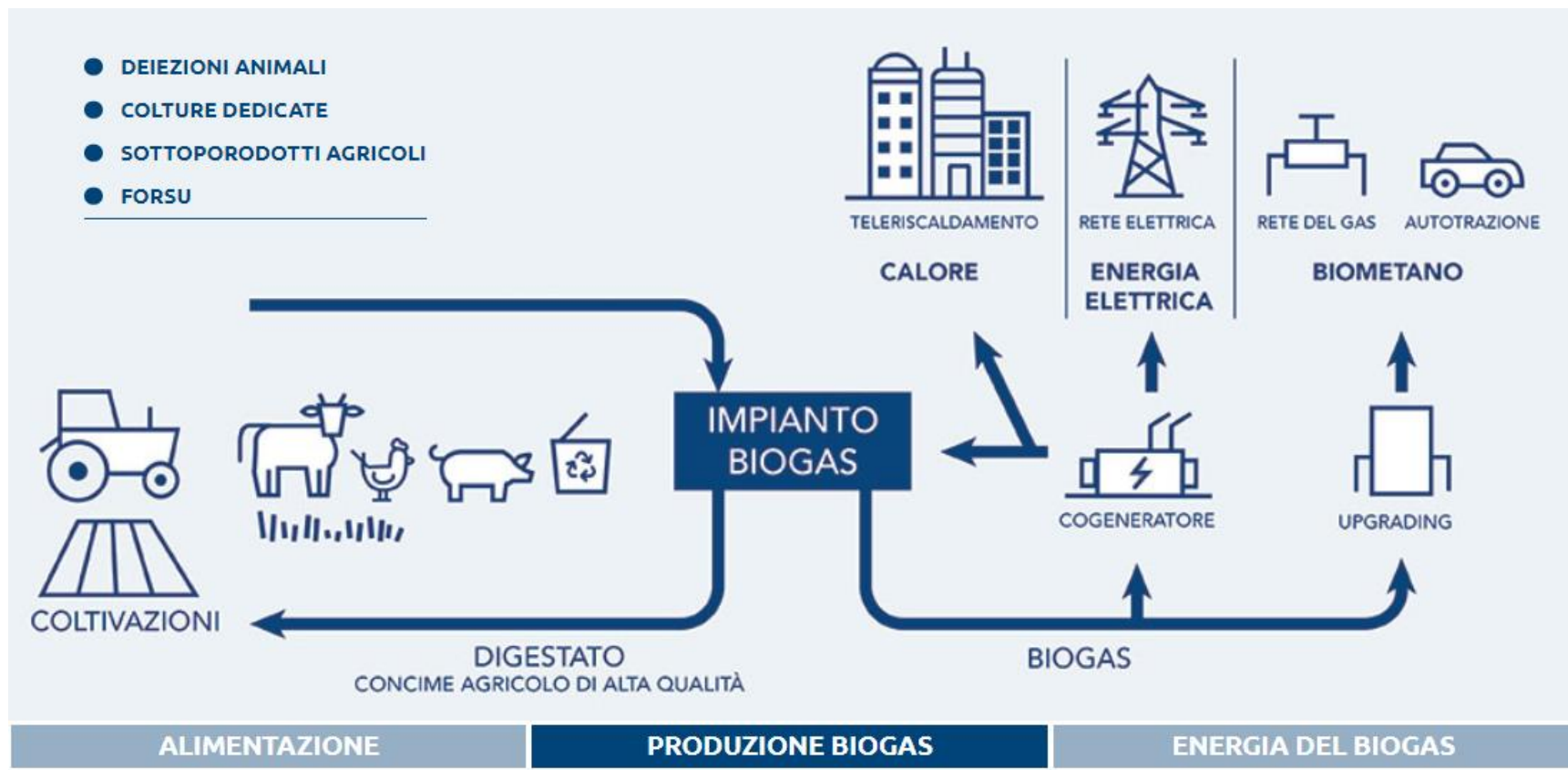
Environmental impact of biogas: A short review of current knowledge

V.Paolini, F.Petracchini , M. Segreto , L.Tomassetti, N.Naja , A.Cecinato

Journal of Environmental Science and Health, Part A **2018**, Vol. 53, No. 10, 899–906

<https://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.1080/10934529.2018.1459076?needAccess=true>

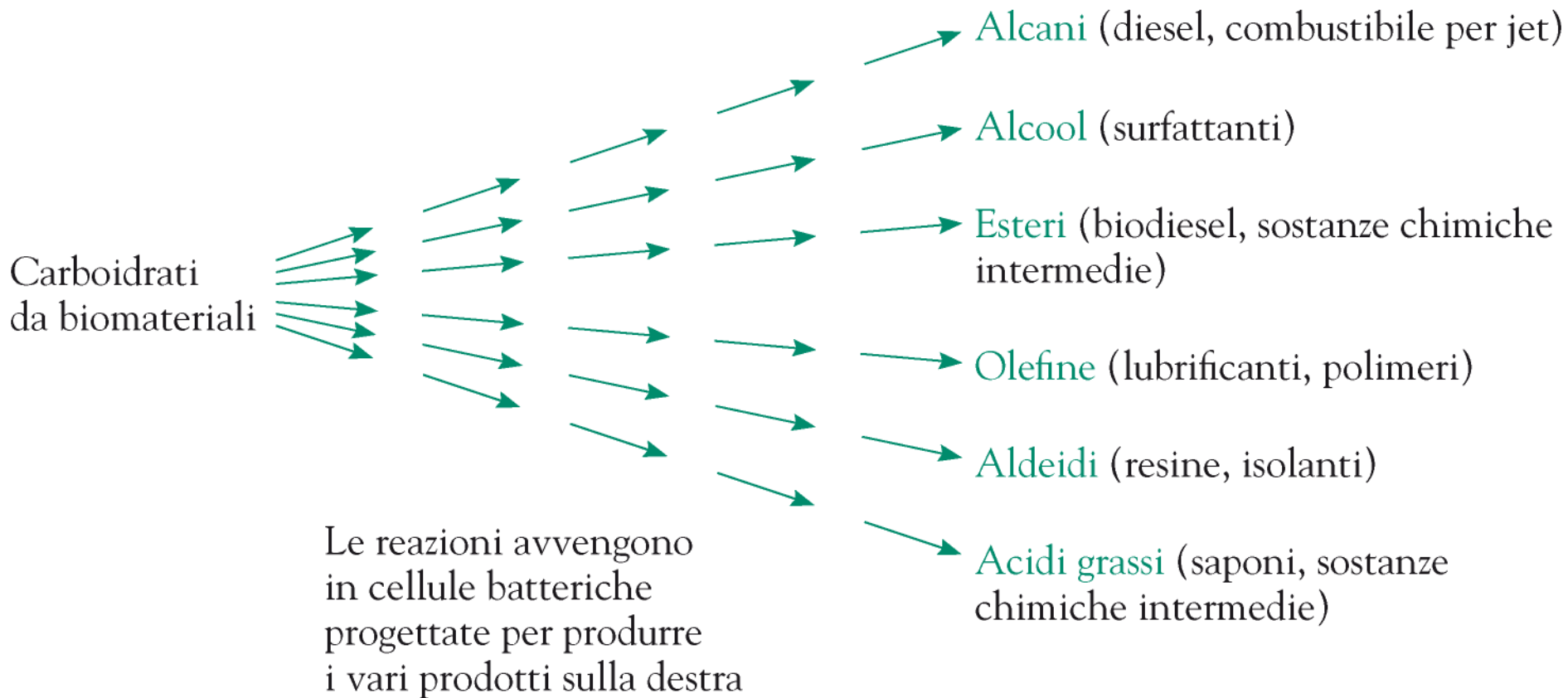
“Biogas can significantly contribute to abate greenhouse gas emissions. However, attention must be paid towards undesired emissions of methane and nitrous oxide (N₂O). The emission budgets of the two compounds are scarcely related to direct release from biogas/biomethane combustion, whilst biomass storage and digestate management are the critical steps. Similar considerations apply to ammonia: to reduce its impact storage should always be recommended. Among all the gaseous pollutants considered in direct emission from biogas combustion, nitrogen oxides (NO_x) level were worth of some concern in several case studies. On the other hand, volatile organic compounds do not seem to constitute a critical issue. Considering the aftermaths of digestate spreading on soil quality, further studies are needed in order to fully assess the long-term impact. In the medium-short term, digestate seems to be preferable compared to untreated biomass. The upgrading to biomethane can generally improve air quality and reduce GHG emissions; however methane losses in the off-gas can affect the sustainability of the whole process.»



<http://www.snam.it/it/gas-naturale/energia-verde/biometano/>

https://www.consorziobiogas.it/wp-content/uploads/2019/03/cs-Eni-CIB_Sannazzaro_29-03-2019.pdf

Dalle biomasse si possono ottenere sostanze organiche che sostituiscono quelle derivate da fonti fossili, grazie alla *green chemistry* ed alle sue implementazioni industriali nelle bioraffinerie



Bioeconomy and Bio-based Industry for the Rural Renaissance of Regions (3BiR3):
focus regionale sulla bioeconomia e la bioindustria

Trieste, 23-24 Maggio 2019

<http://eventi.regione.fvg.it/Eventi/dettaglioEvento.asp?evento=14122>

Fonti energetiche diverse possono essere combinate per migliorare la sostenibilità dei sistemi economici

