

“ Il cambiamento climatico in FVG e l’impatto sulle imprese: adattamento, mitigazioni e nuove tecnologie ”

Maurizio Fermeglia & Andrea Mio

Università di Trieste

Maurizio.Fermeglia@units.it - amio@units.it

www.molbnl.it



Agenda



- Lo scenario
 - La tempesta perfetta: evoluzione del pensiero scientifico sul riscaldamento globale.
 - L'aumento della concentrazione di gas clima alteranti in atmosfera e conseguenze
 - Perché dobbiamo agire subito
 - Il sistema EPRTTR ed analisi dei dati EPRTTR in regione FVG
 - Analisi di dati ARPA per la regione FVG
- Cosa fare
 - Introduzione ai principali indicatori per indirizzare le scelte energetiche
 - I processi di CCS e CCU
 - Uso dei simulatori di processo
 - Gli ETS dell'Unione europea

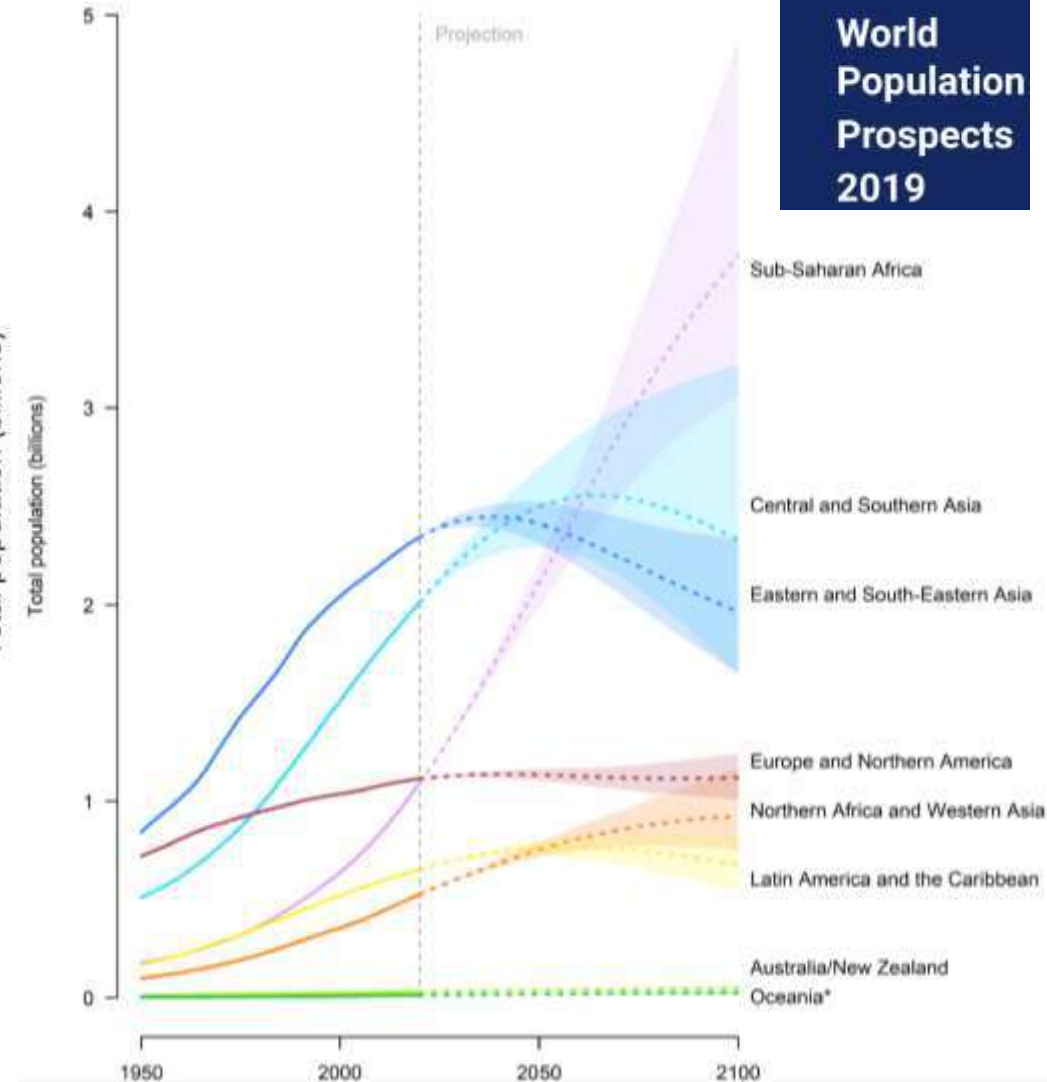
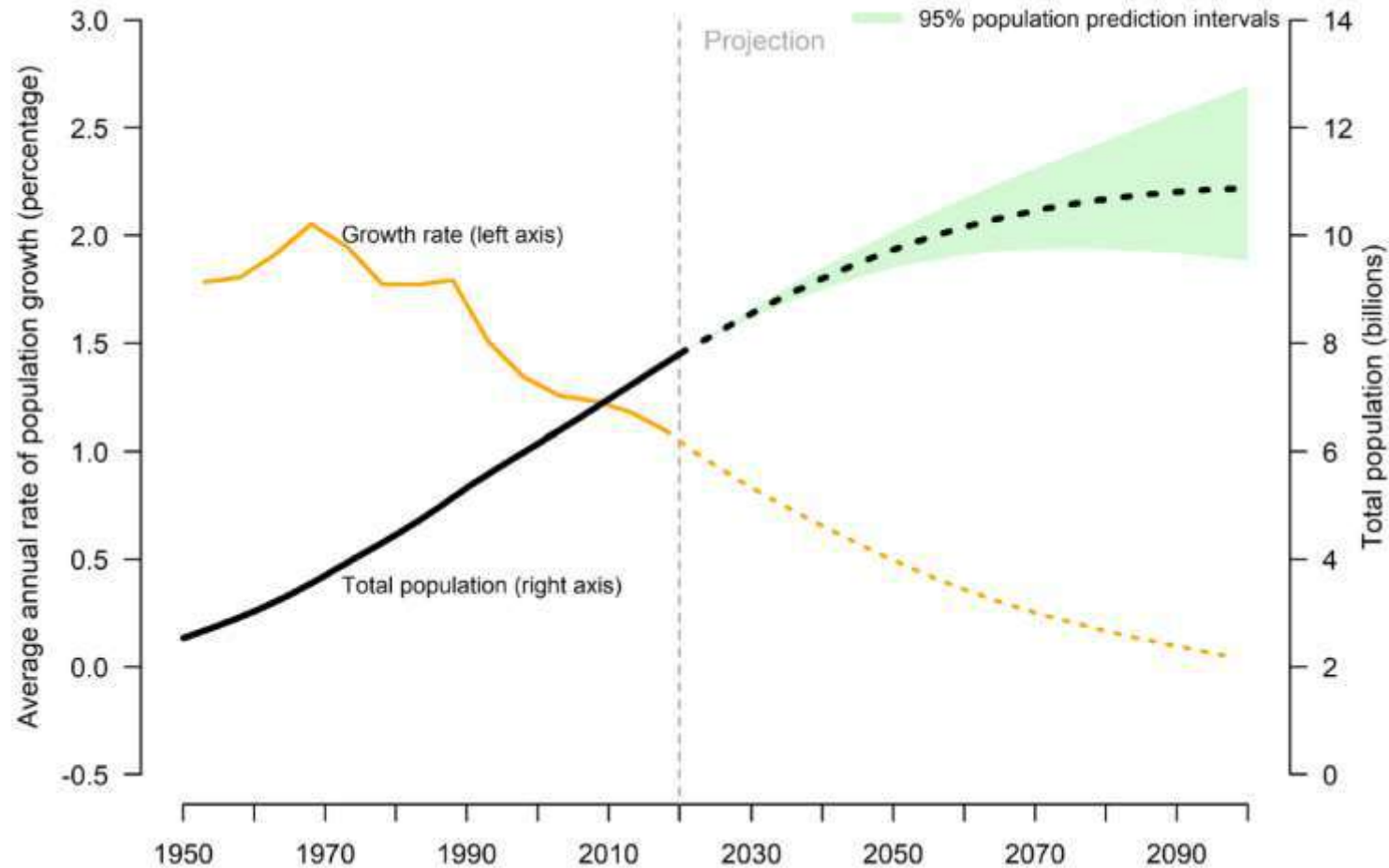
La popolazione mondiale cresce...anche se meno degli anni passati



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI TRIESTE

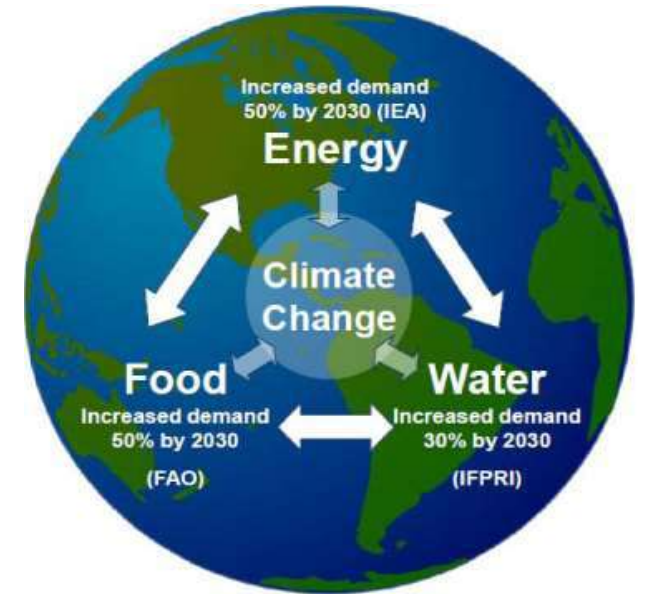


World
Population
Prospects
2019



La tempesta perfetta di John Beddington

- Aumento **popolazione globale** (da 6.8 miliardi a 8.3 miliardi).
- Richiesta di **cibo** aumentata del 50%, ma produzione non adeguata
- Richiesta di **energia** aumentata del 60% ma produzione non adeguata
- Domanda globale di **acqua** aumentata del 30%, problemi di approvvigionamento acqua potabile
- Riduzione delle **emissioni di gas serra** inferiori alle aspettative - cambiamenti climatici sempre più evidenti
- Scarsità di cibo, energia ed acqua portano a **tensioni internazionali e migrazioni**



theguardian

News | Sport | Comment | Culture | Business | Money | Life & style |

News > Science

World faces 'perfect storm' of problems by 2030, chief scientist to warn

Food, water and energy shortages will unleash public unrest and international conflict, Professor John Beddington will tell a conference tomorrow



AMBIENTE

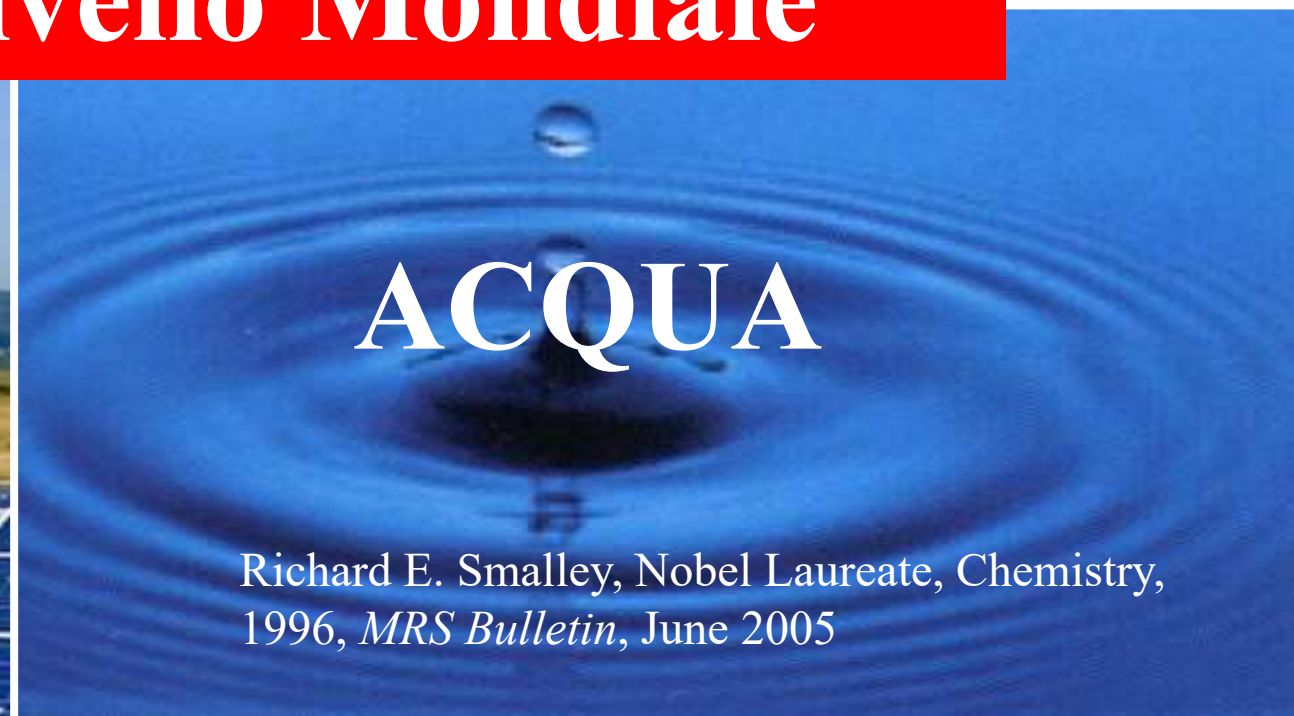


CIBO

4 Emergenze a livello Mondiale



ENERGIA



ACQUA

Richard E. Smalley, Nobel Laureate, Chemistry,
1996, *MRS Bulletin*, June 2005

Timeline: i climatologi



BARON JEAN BAPTISTE
JOSEPH FOURIER
(1768-1830)

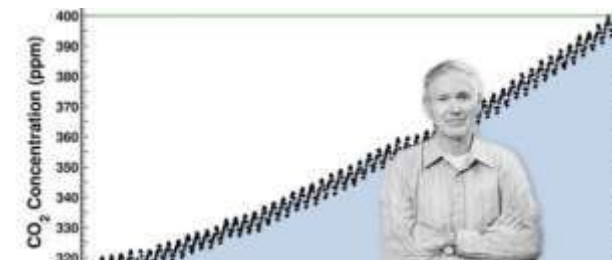


SVANTE ARRHENIUS

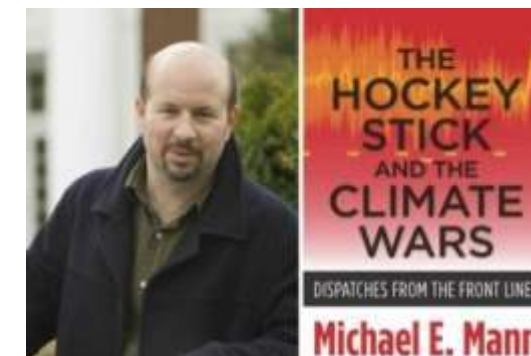


Guy Stewart Callendar

Global temperature will
rise 0.3°C per century
— 1938

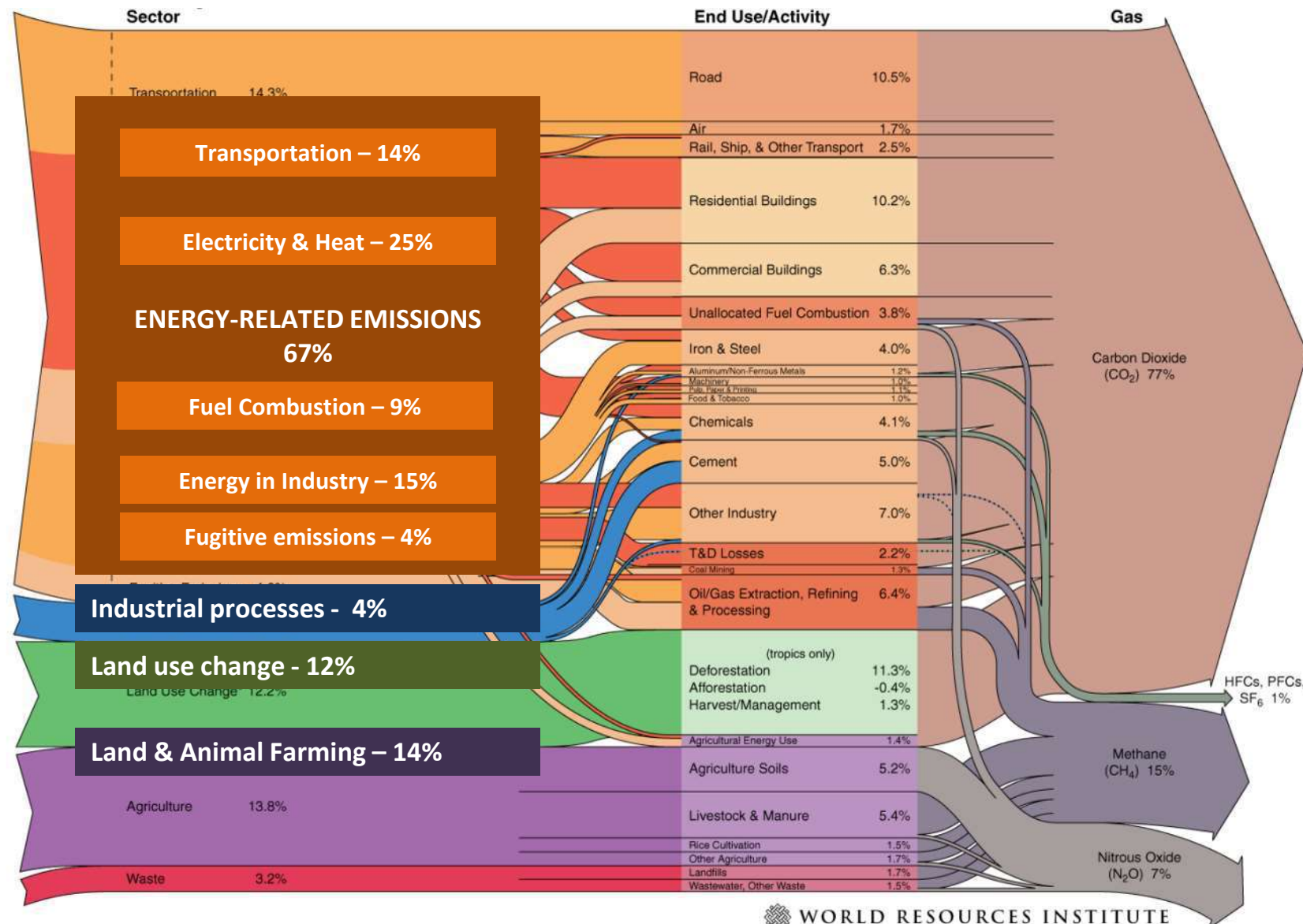


- 1824 - Jean Baptiste Joseph Fourier predice **effetto serra**.
- 1896 - Svante Arrhenius calcola che l'effetto serra porta a **riscaldamento globale**.
- 1938 - Guy Stewart Callendar **prima prova del riscaldamento globale**.
- 1957 - Roger Revelle **molto meno CO₂ viene assorbita da oceani**.
- 1958 - Charles David Keeling **Mauna Loa** alle Hawaii.
- 1998 - Michael Mann, et al. **'grafico hockey stick'**.
- 2007 – IPCC responsabilità umana per CO₂ è 90%.
- 2013 – IPCC responsabilità umana per CO₂ è 95%.
- 2021 – IPCC La temperatura continuerà ad aumentare almeno fino a metà secolo qualsiasi sia lo scenario di emissioni



Da dove vengono le emissioni?

Dal sistema energetico!



Energia: quanta e come ... un pioniere ...



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI TRIESTE



"...if our black and nervous civilization, based on coal, shall be followed by a quieter civilization based on the utilization of solar energy, that will not be harmful to progress and to human happiness."

SCIENCE

FRIDAY, SEPTEMBER 27, 1912

CONTENTS

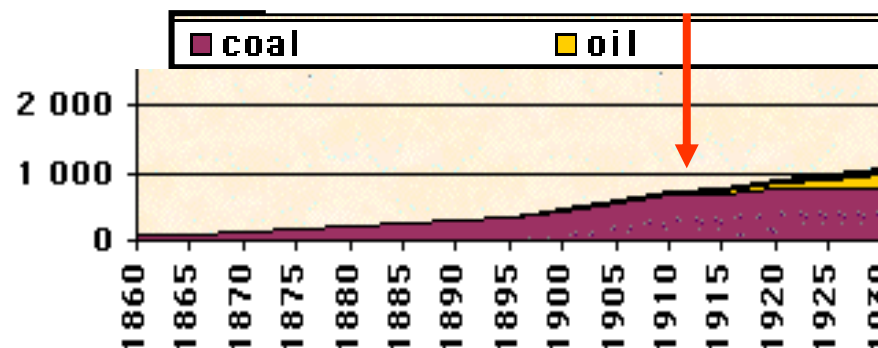
<i>The Photochemistry of the Future:</i> PROFESSOR GIACOMO CIAMICIAN	385
<i>The First International Eugenics Congress:</i> PROFESSOR RAYMOND PEARL	395
<i>Industrial Education in the Philippines</i>	396
<i>Graduates from American Colleges and Universities</i>	397

THE PHOTOCHEMISTRY OF THE FUTURE¹

MODERN civilization is the daughter of coal, for this offers to mankind the solar energy in its most concentrated form; that is, in a form in which it has been accumulated in a long series of centuries. Modern man uses it with increasing eagerness and thoughtless prodigality for the conquest of the world and, like the mythical gold of the Rhine, coal is to-day the greatest source of energy and wealth.

1912
~ 1 TW

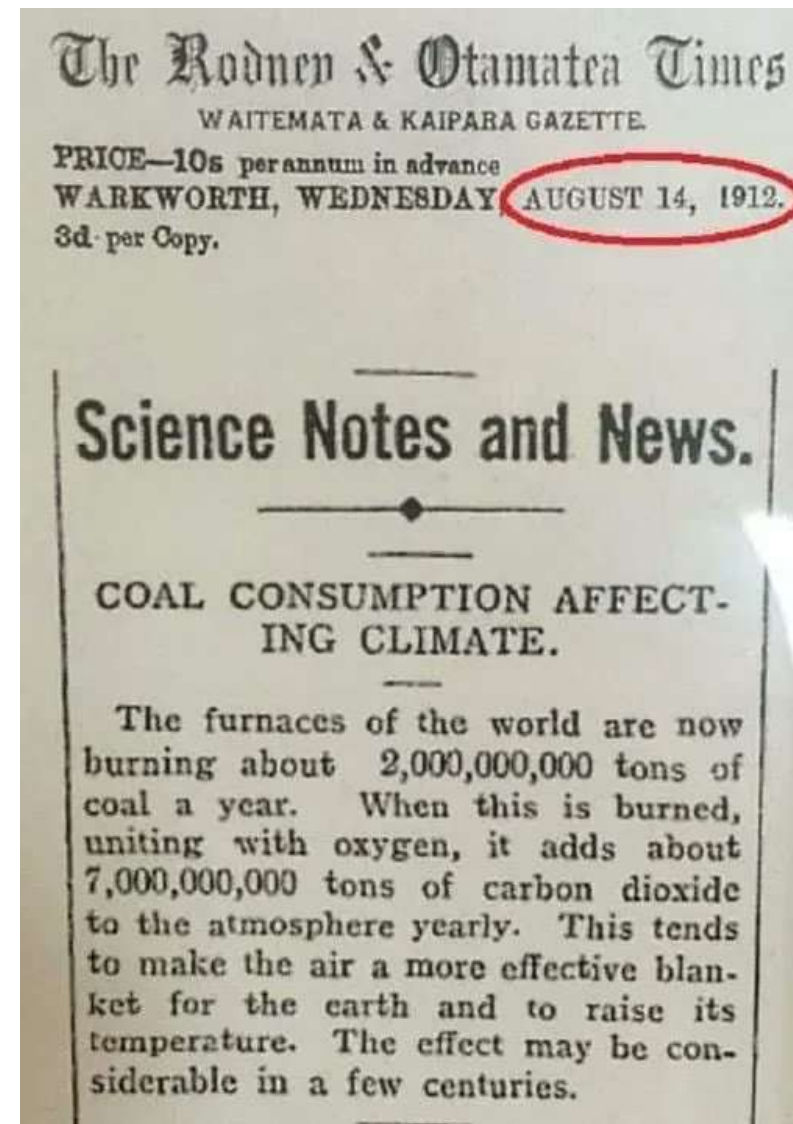
Mtoe/anno



1912 è un anno importante: 110 anni fa ...

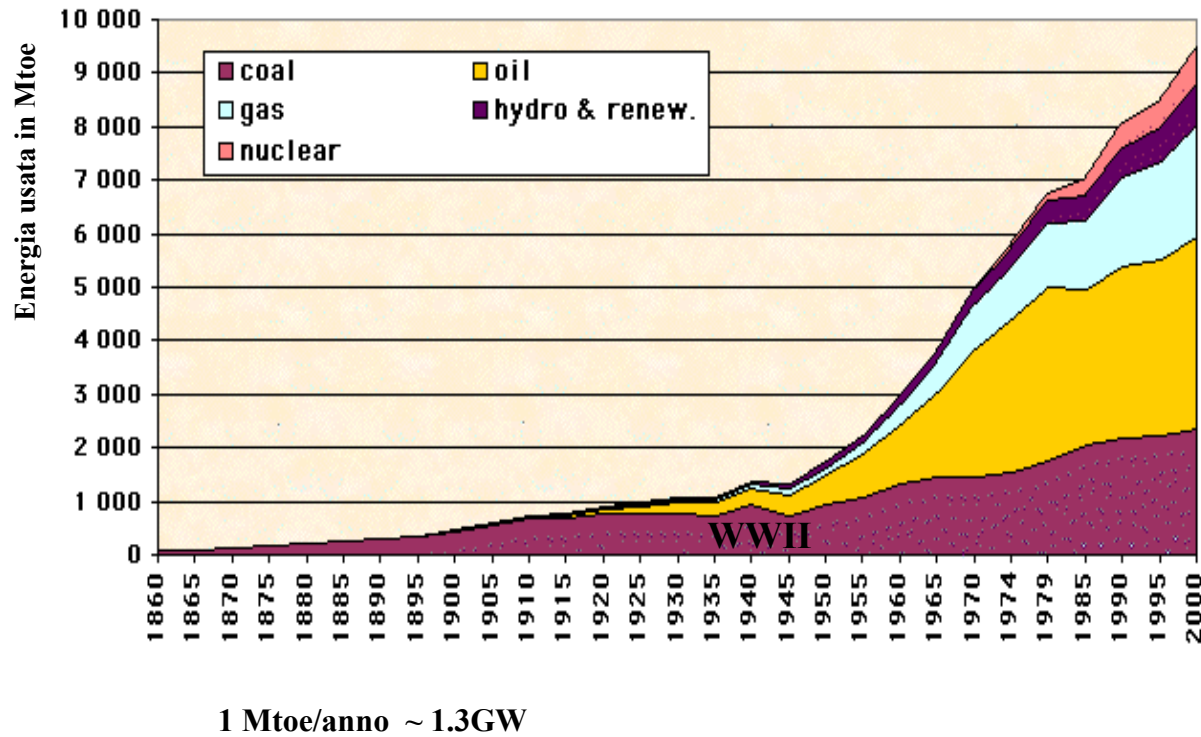


- "Le fornaci del mondo stanno bruciando circa 2 miliardi di tonnellate di carbone all'anno", si legge nell'articolo. "Quando questo viene bruciato, unendosi con l'ossigeno, aggiunge circa 7 miliardi di tonnellate di anidride carbonica all'atmosfera ogni anno. Questo tende a rendere l'aria una coperta più efficace per la terra e ad aumentarne la temperatura. L'effetto potrebbe essere considerevole in pochi secoli".

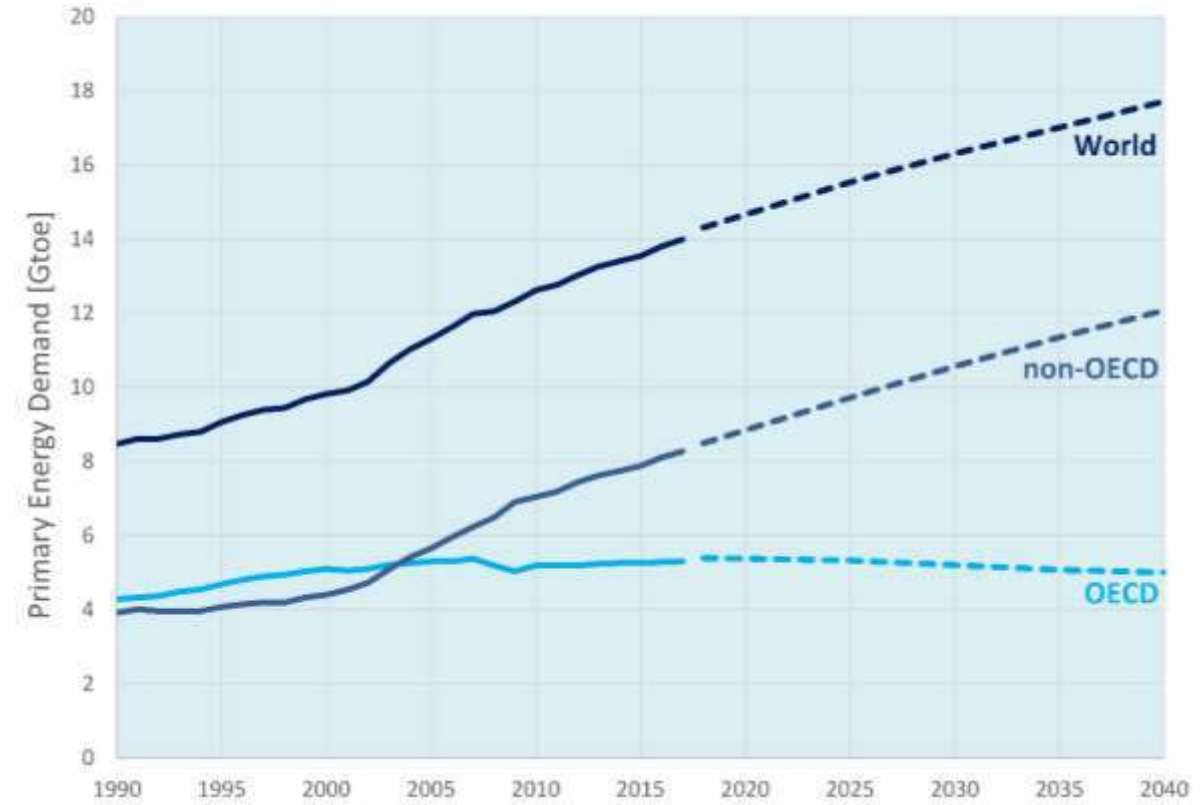


Ma dopo il 1912 ... nessuna buona notizia!

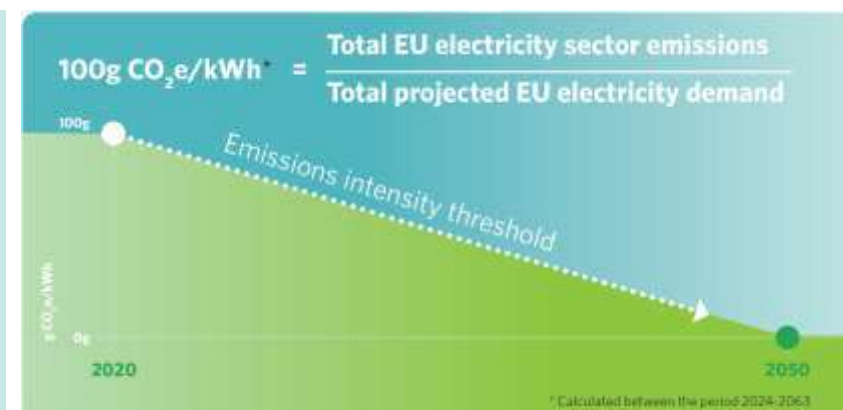
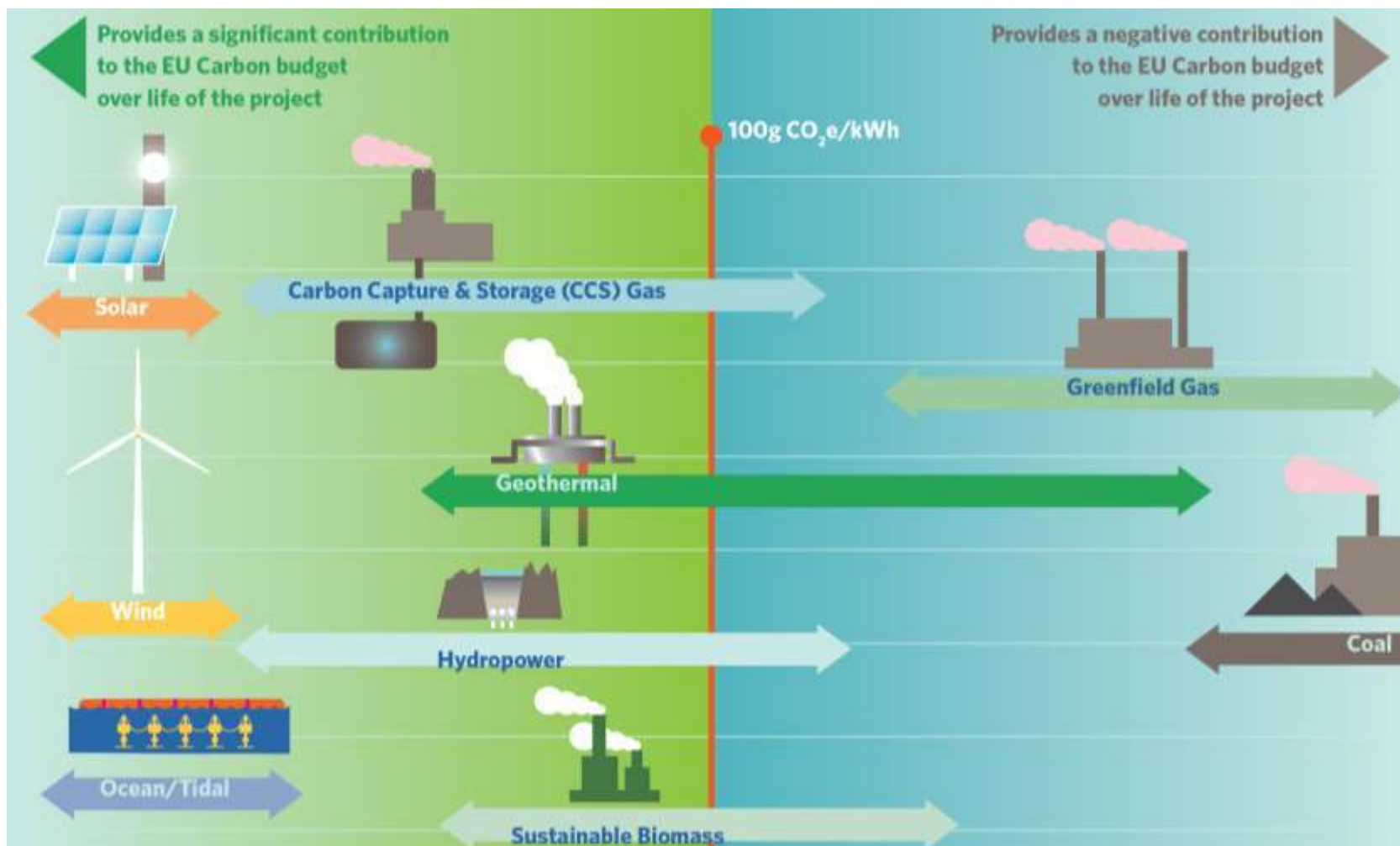
Nel 2000 12.3 TW



Nel 2040 TW 23.5



EU taxonomy: net zero emission target 2050



The Takeaway

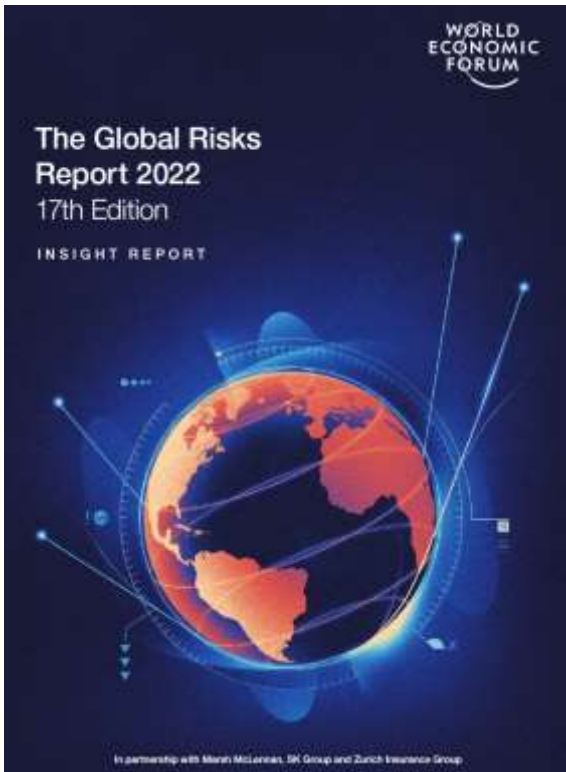
A power plant operating below 100g CO₂e/kWh over its lifetime is making a substantial contribution to reaching Paris Agreement targets.

Any power plant that emits more than 270g CO₂e/kWh is making this more difficult.

World Economic Forum: Global Risk Report 2022



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI TRIESTE



- Breve term
(0-2 anni)
- Medio term
(2 – 5 anni)
- Lungo term
(5 – 10 anni)



Effetto: variazioni della concentrazione di gas serra in atmosfera

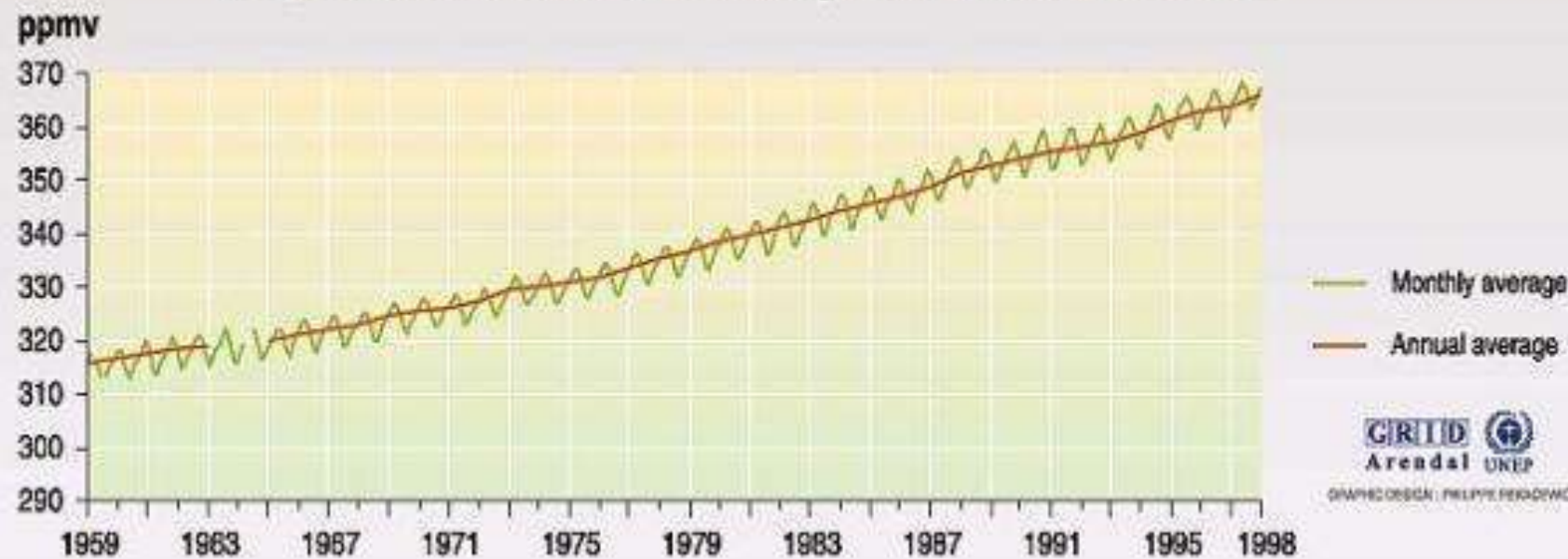


UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI TRIESTE

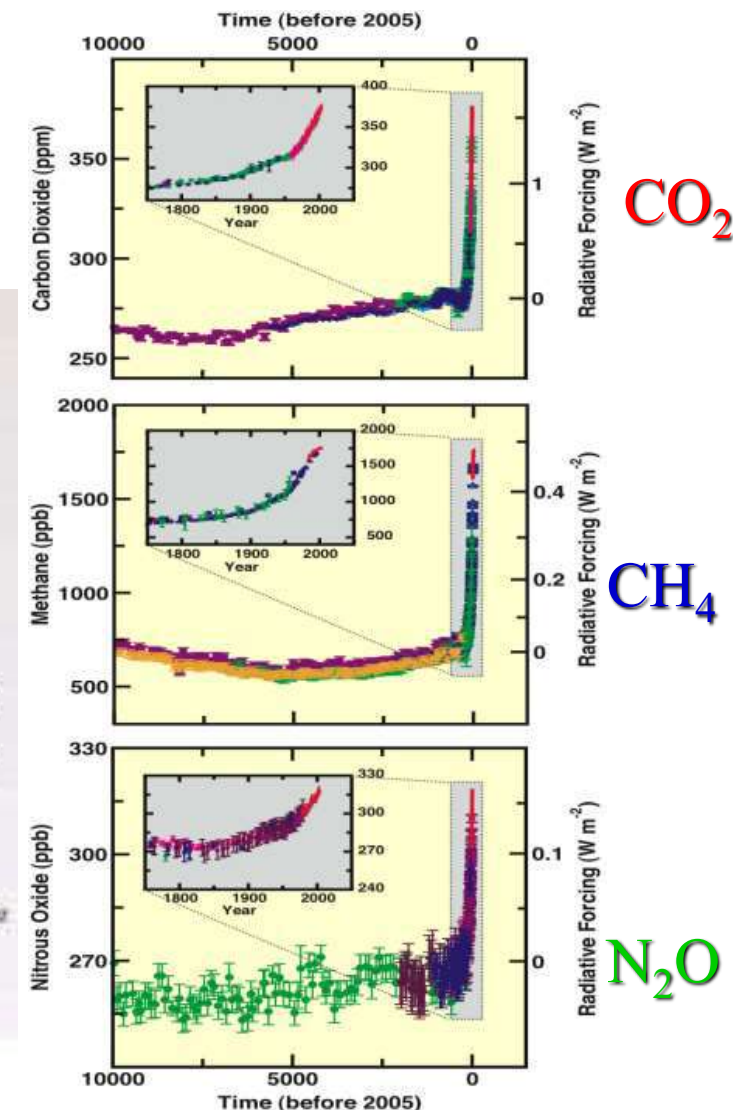
2010: 380ppm

1900: 280ppm

CO₂ concentration in the atmosphere: Mauna Loa curve



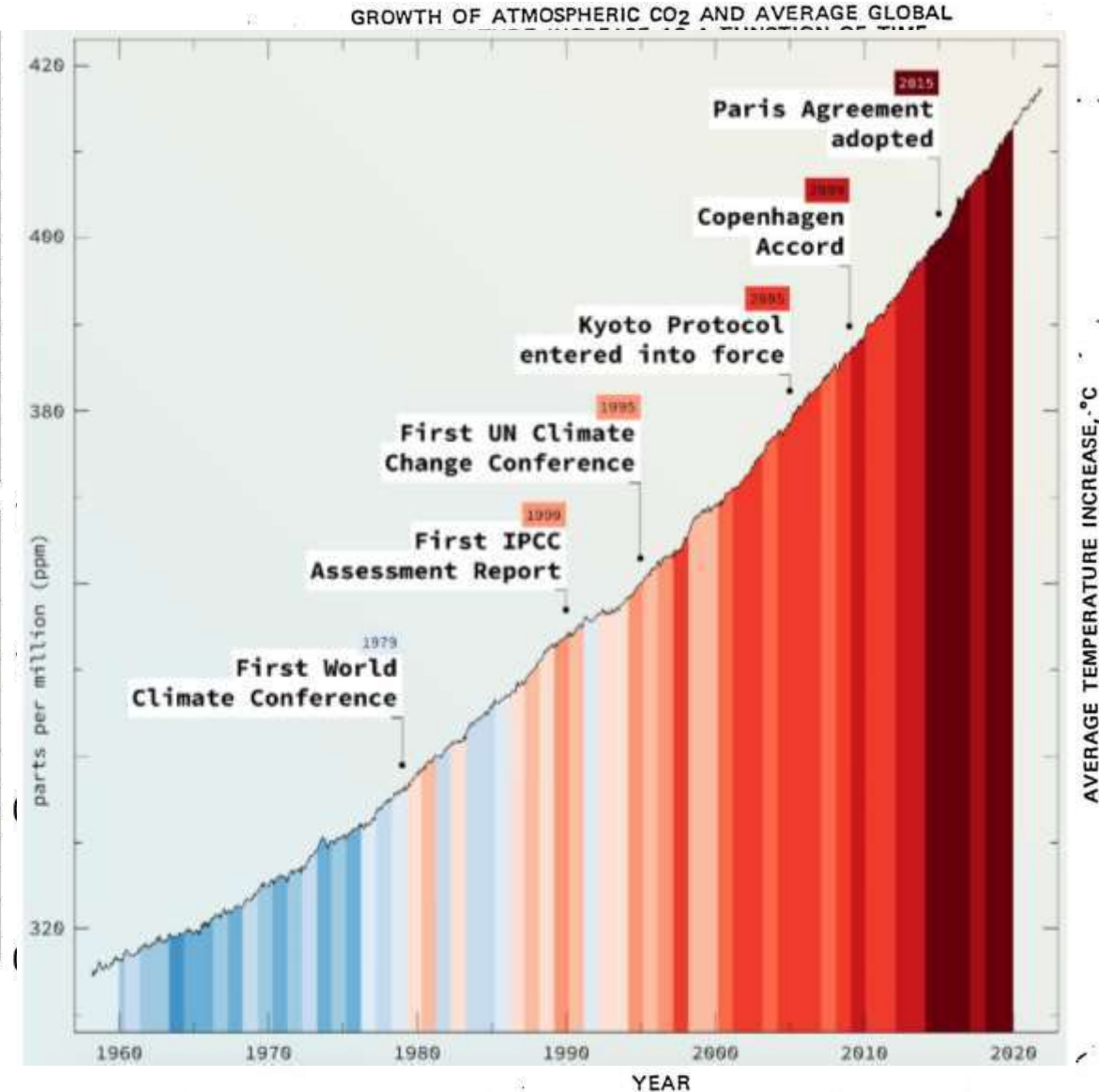
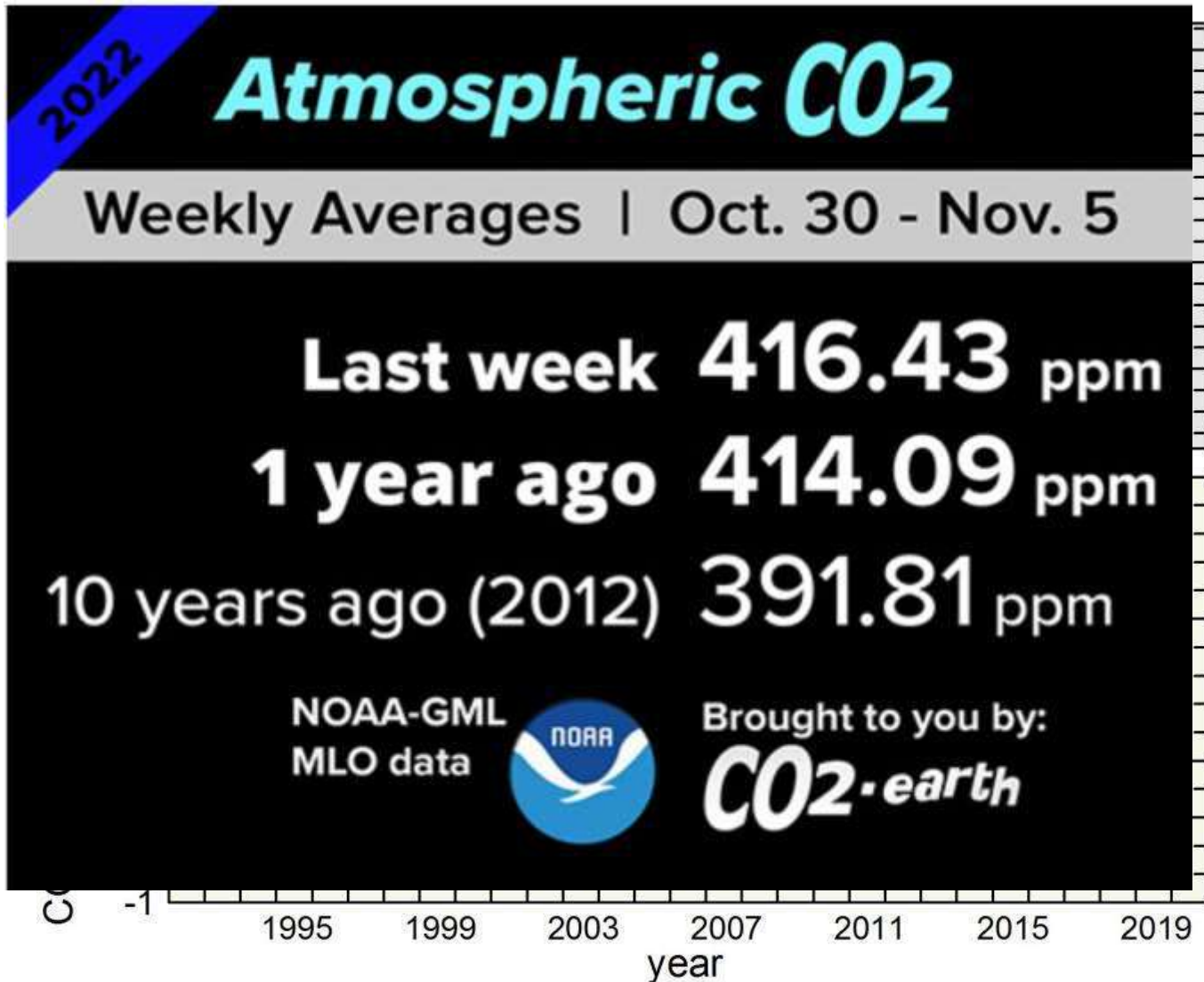
Source : Scripps institution of oceanography (SIO), University of California, 1998.



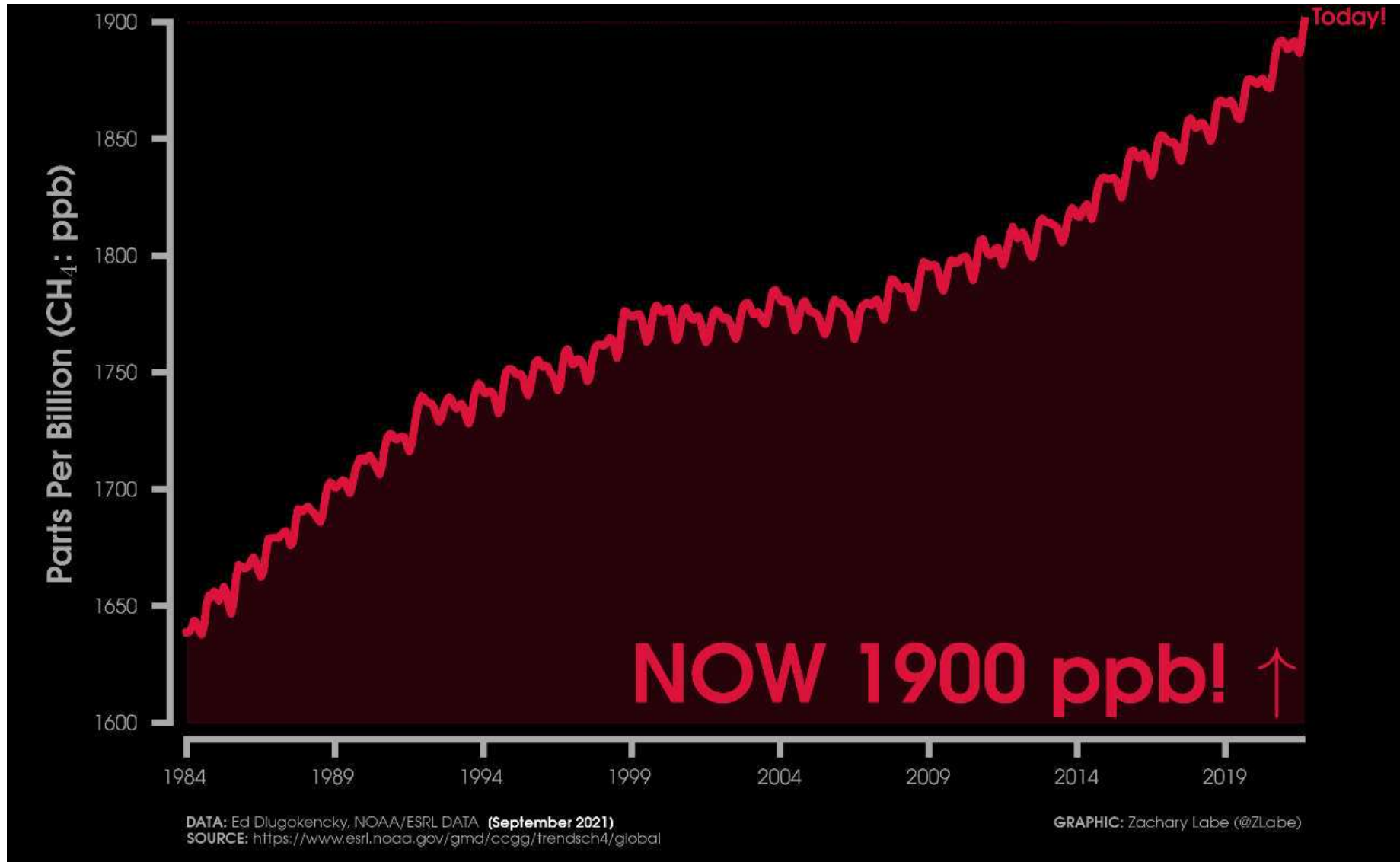
Effetto: variazioni della concentrazione di gas serra in atmosfera



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI TRIESTE



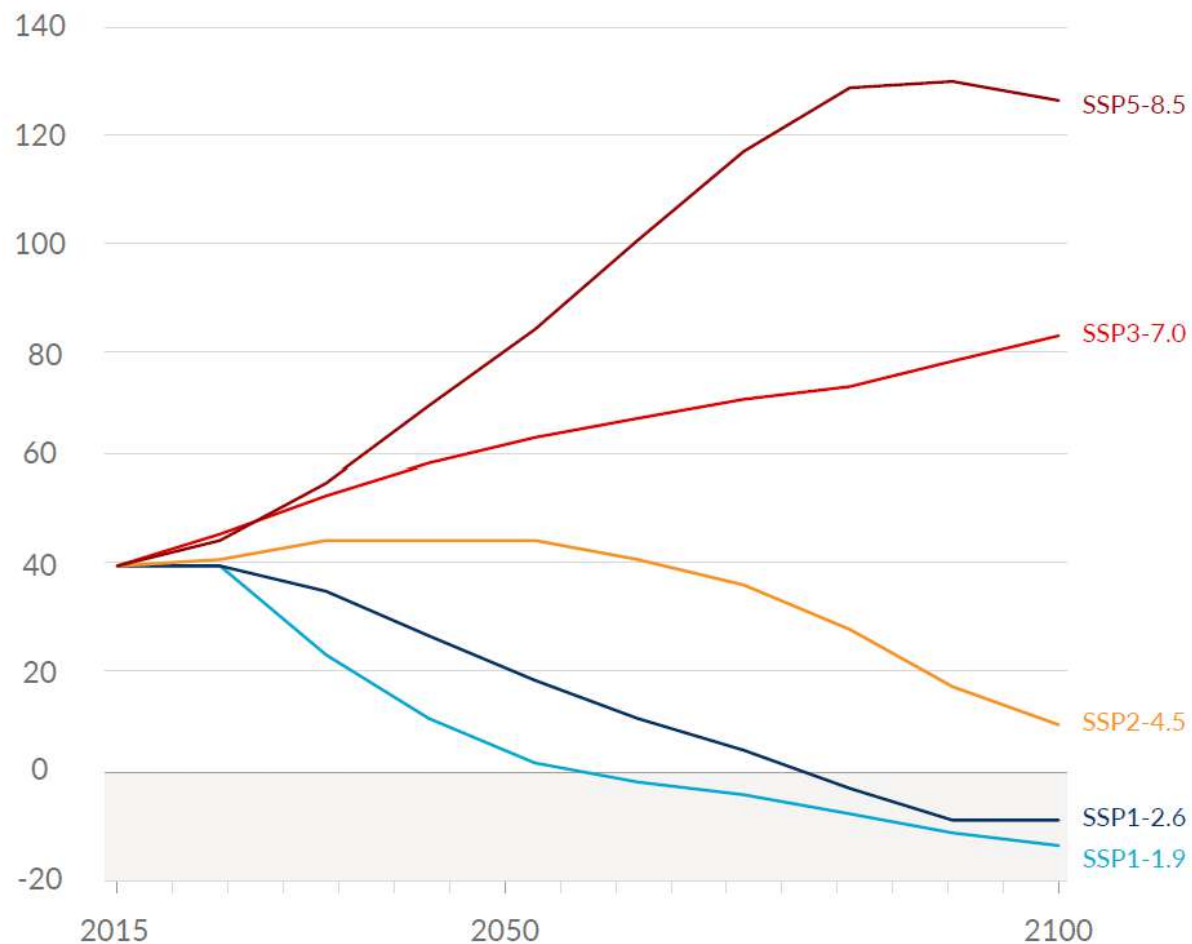
Variazioni della concentrazione di gas serra in atmosfera: metano



IPCC 2021: future emissions annuale di CO₂ ed altri gas per diversi scenari climatici futuri

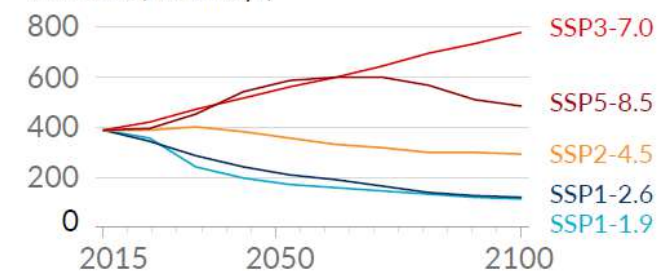


Carbon dioxide (GtCO₂/yr)

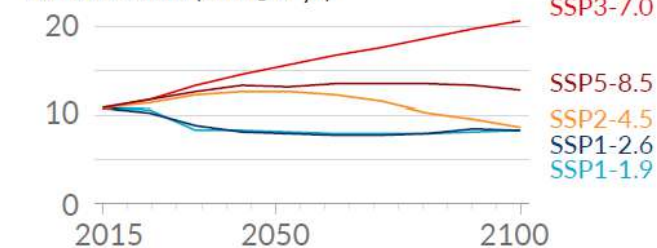


Selected contributors to non-CO₂ GHGs

Methane (MtCH₄/yr)

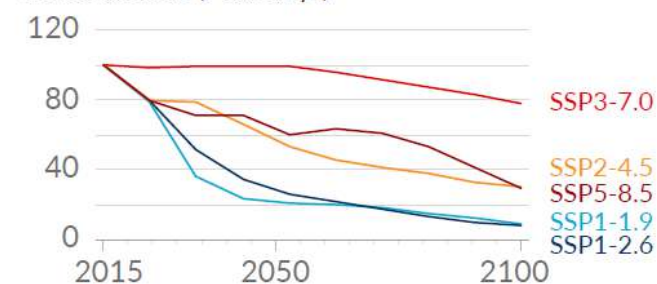


Nitrous oxide (MtN₂O/yr)

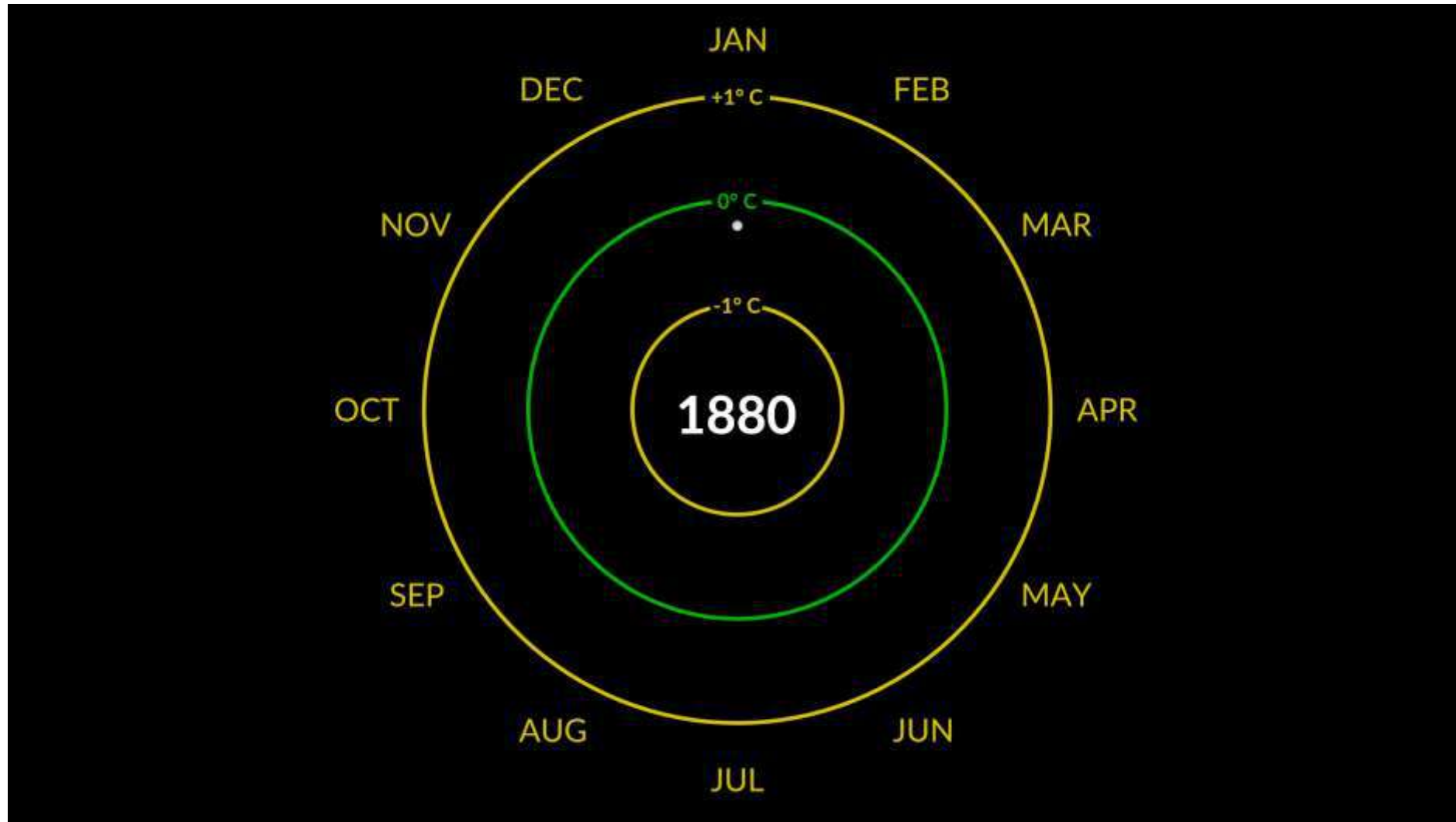


One air pollutant and contributor to aerosols

Sulfur dioxide (MtSO₂/yr)



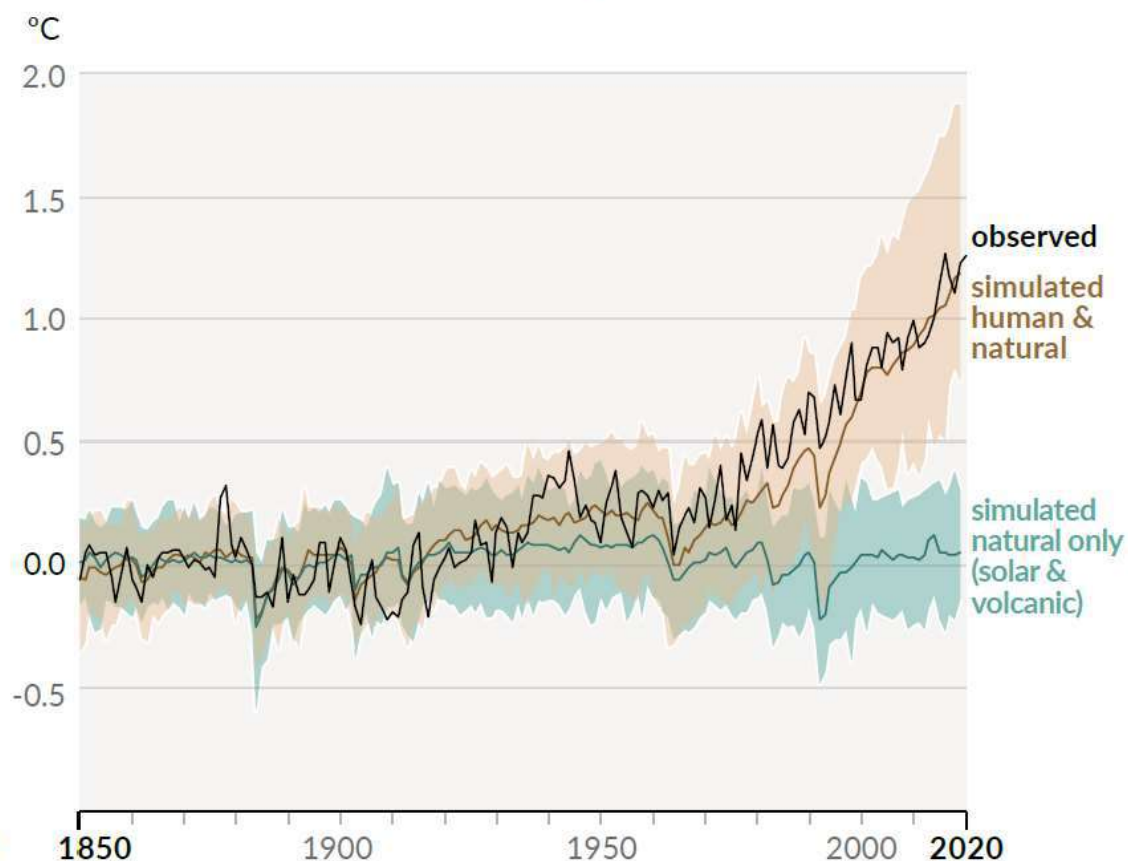
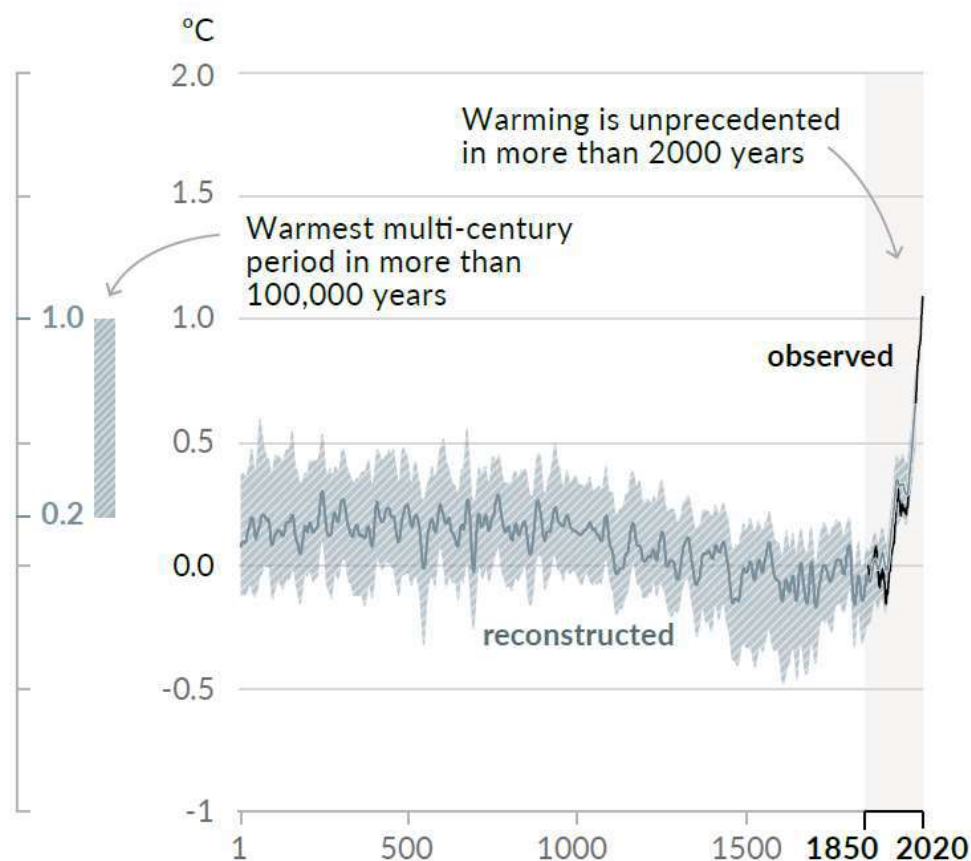
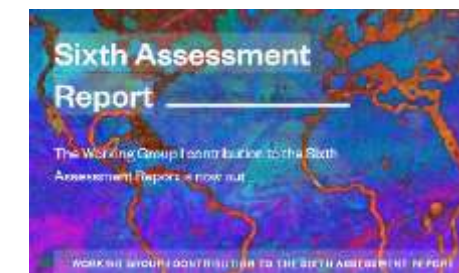
Andamento delle temperature dal 1880 al 2021



IPCC 2021: Temperatura della terra è aumentata di circa 1.2° negli ultimi 100 anni



- Sono gli esseri umani che hanno riscaldato il clima del pianeta ad una velocità senza precedenti negli ultimi 2000 anni.



IPCC 2021: possibili scenari climatici futuri



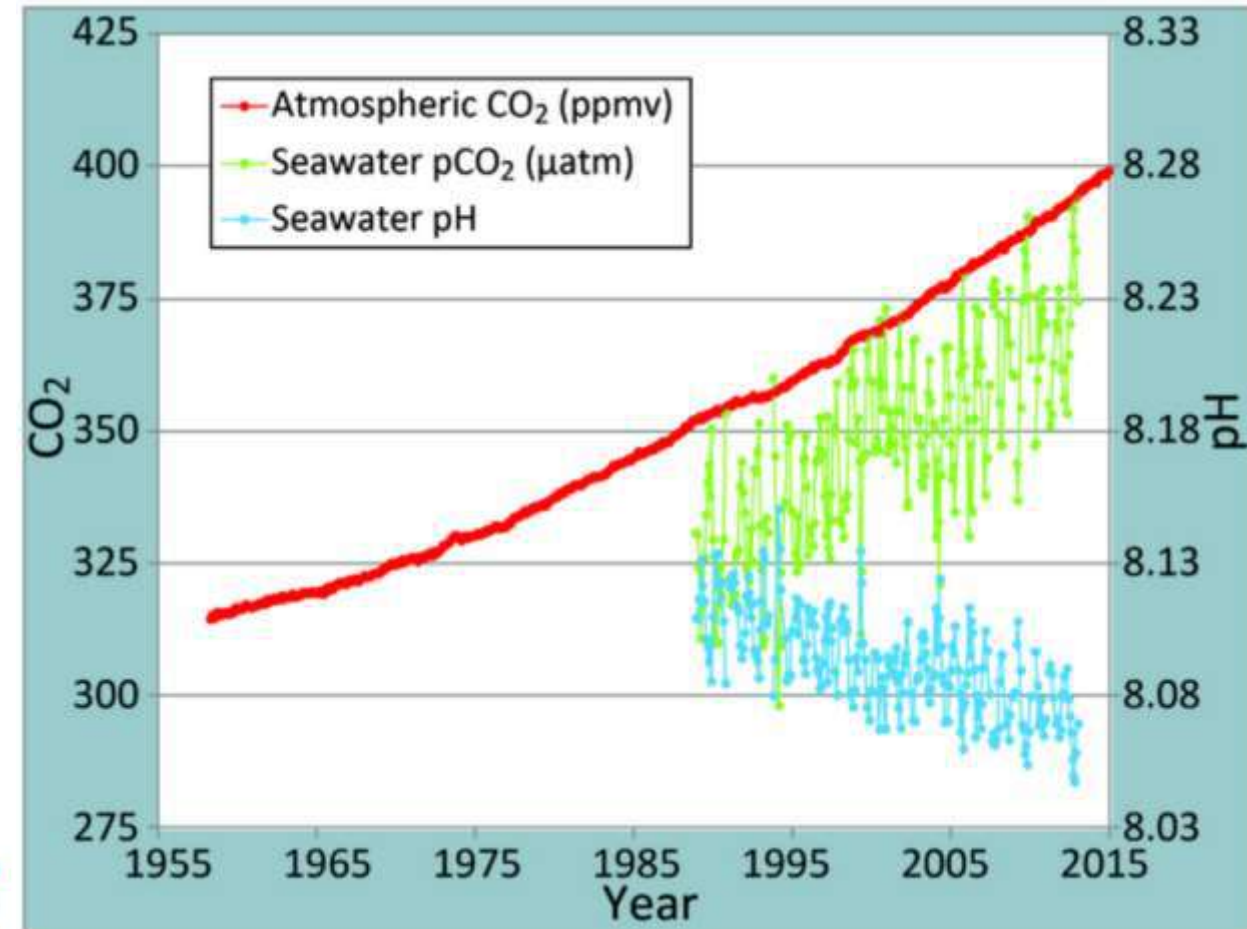
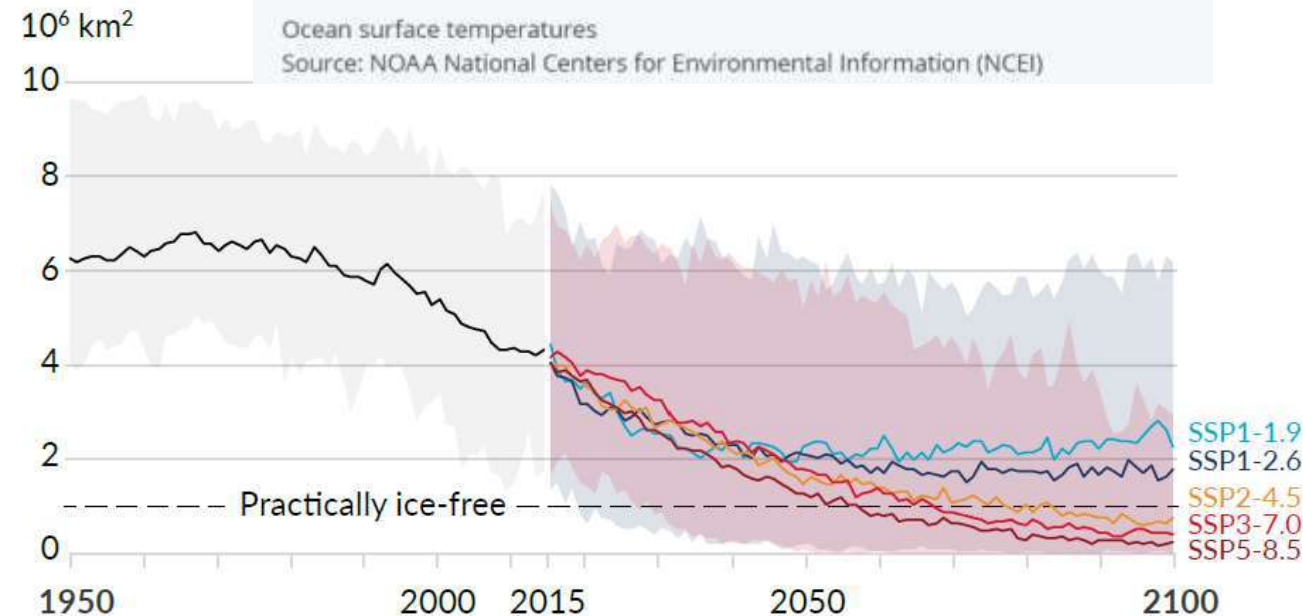
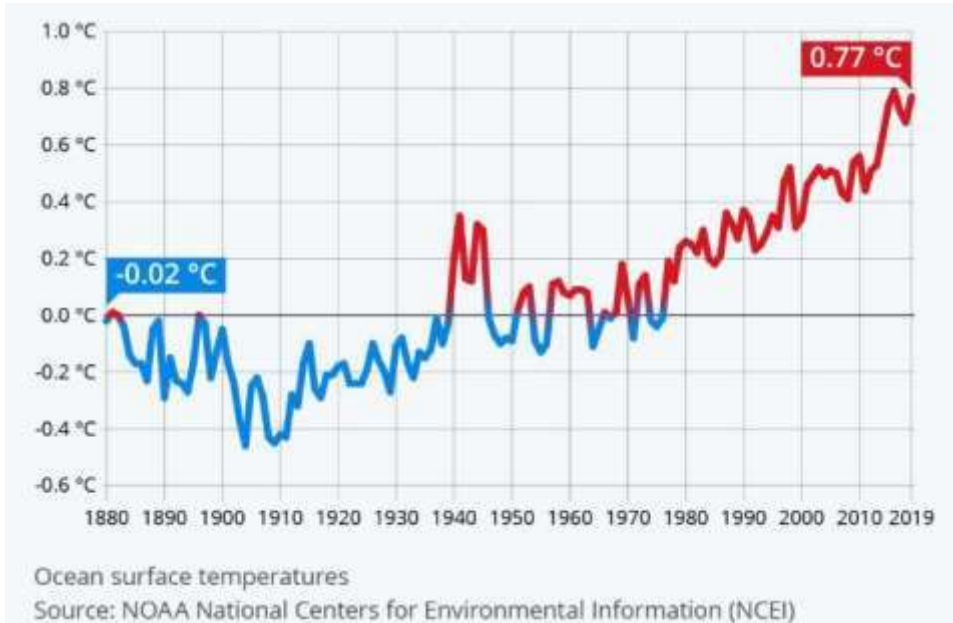
- La temperatura alla superficie terrestre continuerà ad aumentare almeno fino a metà secolo qualsiasi sia lo scenario di emissioni
- Il riscaldamento di 1.5°C e 2°C sarà superato nel 21 secolo a meno di ridurre drasticamente le emissioni di CO₂ e altri gas serra

	Near term, 2021–2040		Mid-term, 2041–2060		Long term, 2081–2100	
Scenario	Best estimate (°C)	Very likely range (°C)	Best estimate (°C)	Very likely range (°C)	Best estimate (°C)	Very likely range (°C)
SSP1-1.9	1.5	1.2 to 1.7	1.6	1.2 to 2.0	1.4	1.0 to 1.8
SSP1-2.6	1.5	1.2 to 1.8	1.7	1.3 to 2.2	1.8	1.3 to 2.4
SSP2-4.5	1.5	1.2 to 1.8	2.0	1.6 to 2.5	2.7	2.1 to 3.5
SSP3-7.0	1.5	1.2 to 1.8	2.1	1.7 to 2.6	3.6	2.8 to 4.6
SSP5-8.5	1.6	1.3 to 1.9	2.4	1.9 to 3.0	4.4	3.3 to 5.7

Ed anche negli oceani: Temperatura, pH, densità, livello del mare

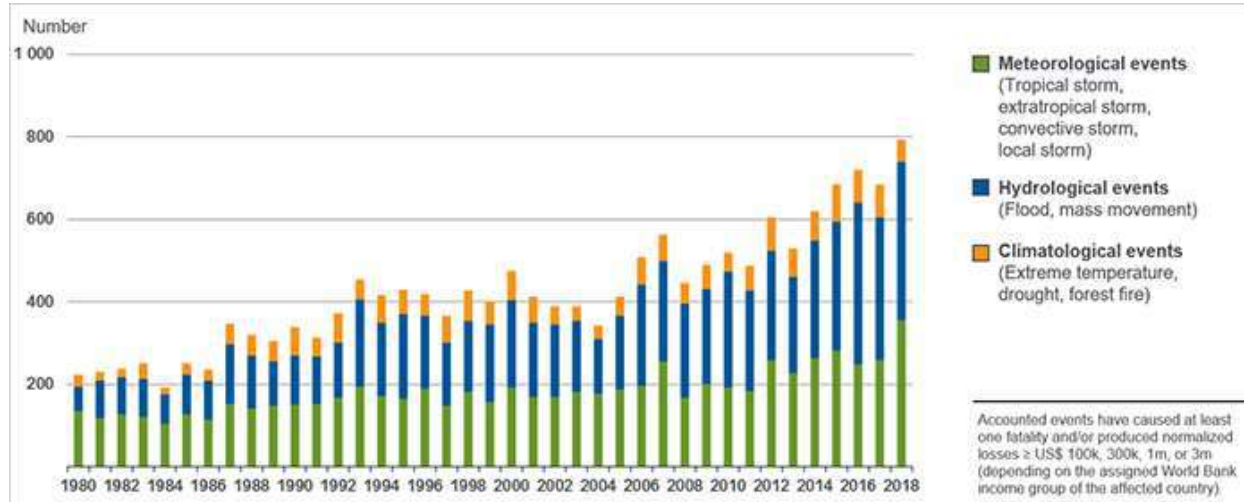


UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI TRIESTE



I cambiamenti climatici influenzano molteplici settori della società' (e della nostra vita)

Aumento di eventi meteoclimatici "catastrofici"



Scioglimento dei ghiacciai e crisi dell'acqua



Salute

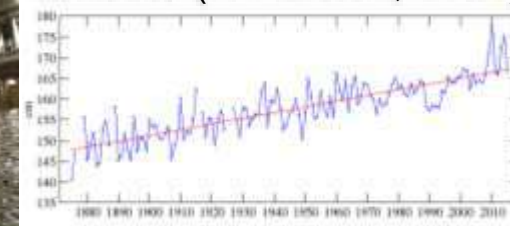
Migrazioni di massa

Biodiversità

Innalzamento del livello del mare e distruzione delle zone costiere (circa 25 cm dal 1900)



Livello del mare a Trieste (F. Raicich, CNR)

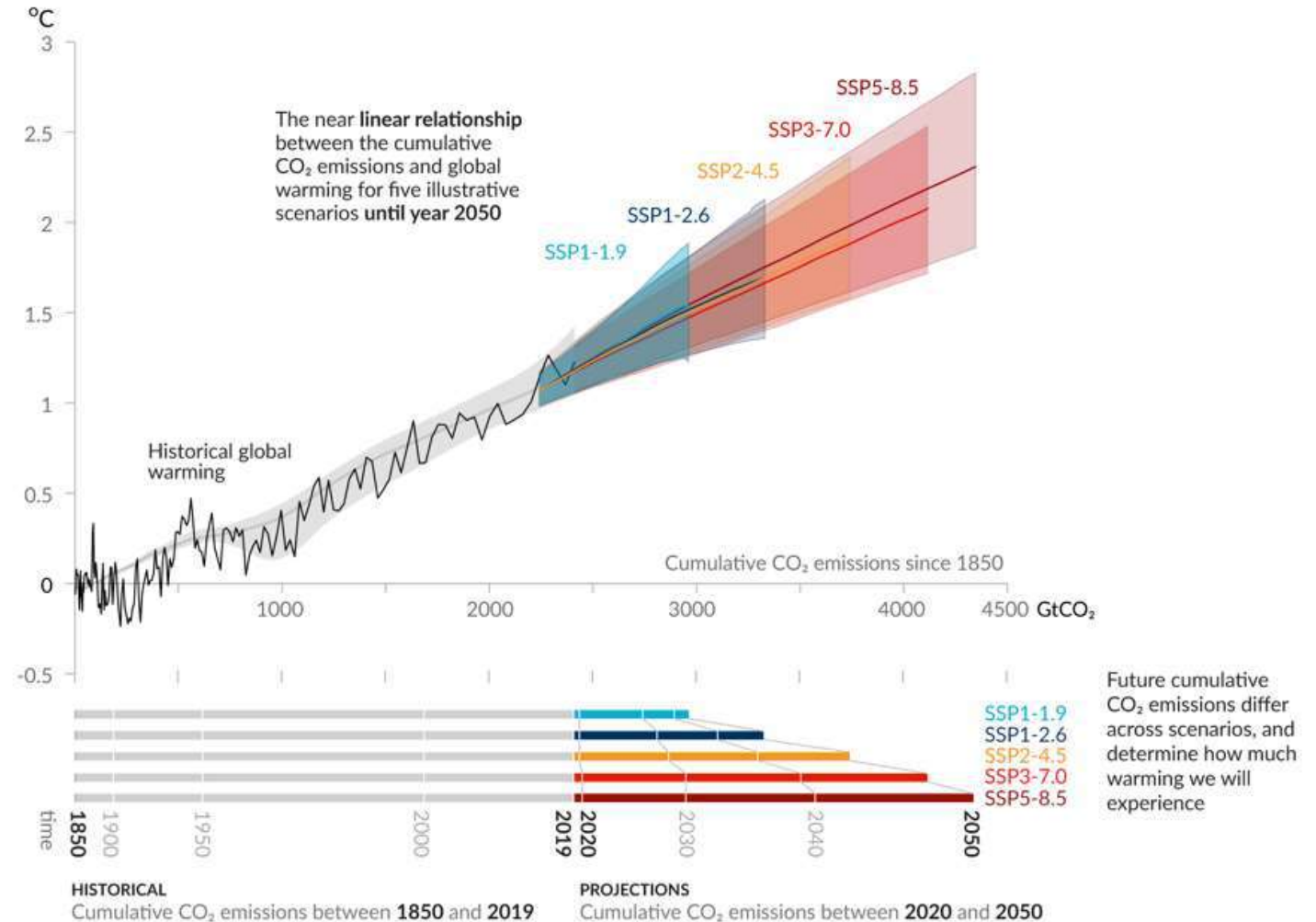


Perche' dobbiamo agire subito?

- Relazione quasi lineare fra le emissioni cumulative di CO₂ e il riscaldamento globale
- ~1000 Gton CO₂ → +0.45 (0.27-0.63) °C

Every tonne of CO₂ emissions adds to global warming

Global surface temperature increase since 1850-1900 (°C) as a function of cumulative CO₂ emissions (GtCO₂)



International Energy Agency (IEA)

Net zero al 2050



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI TRIESTE

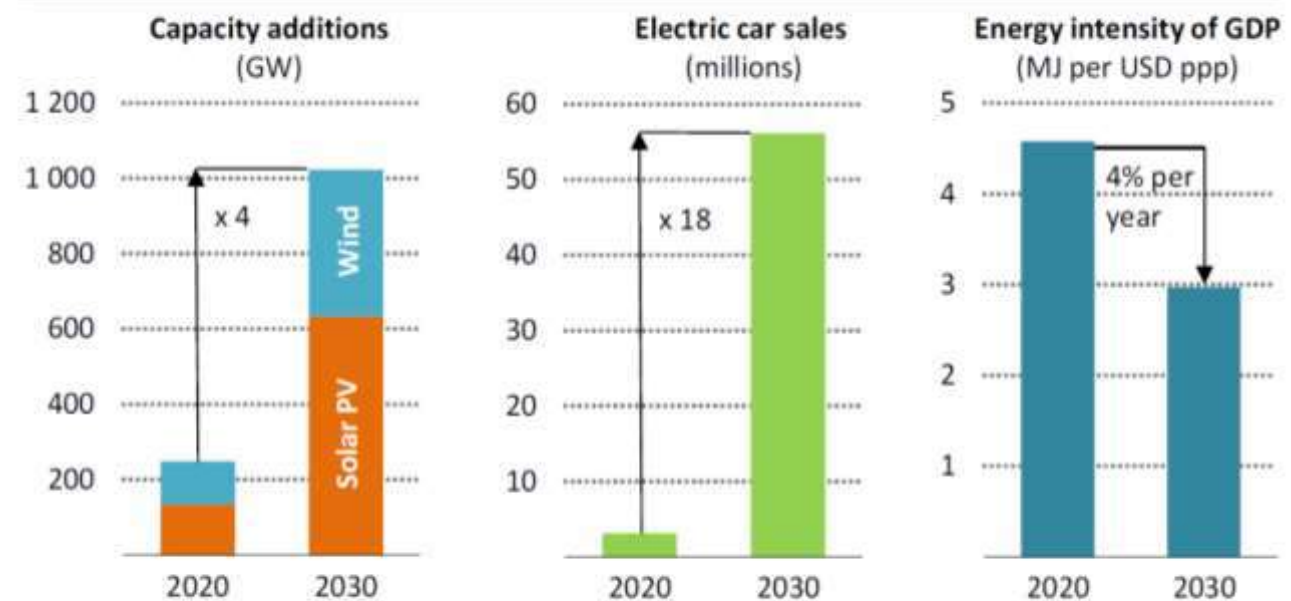


1. Installazioni di **energia elettrica rinnovabile** annuale devono triplicare fino al 2030
2. **Eliminazione delle fonti fossili** è inevitabile.
3. **Investimenti in energia pulita** saranno a beneficio sia dell'economia che della salute umana nell'immediato.
4. **Carbon capture and storage** può aiutare ma non è la soluzione.
5. **Bioenergie** potrebbero entrare in competizione con altri bisogni umani ed ambientali critici

- ... **cosa serve:**

- Elettricità come vettore pulito da usare in mobilità
- Spingere verso l'utilizzo di energia elettrica in edifici
- Aumentare l'efficienza negli edifici
- Investire in infrastruttura solare
- Implementare smart grids
- Comunità energetiche
- Idrogeno verde

Key clean technologies ramp up by 2030 in the net zero pathway

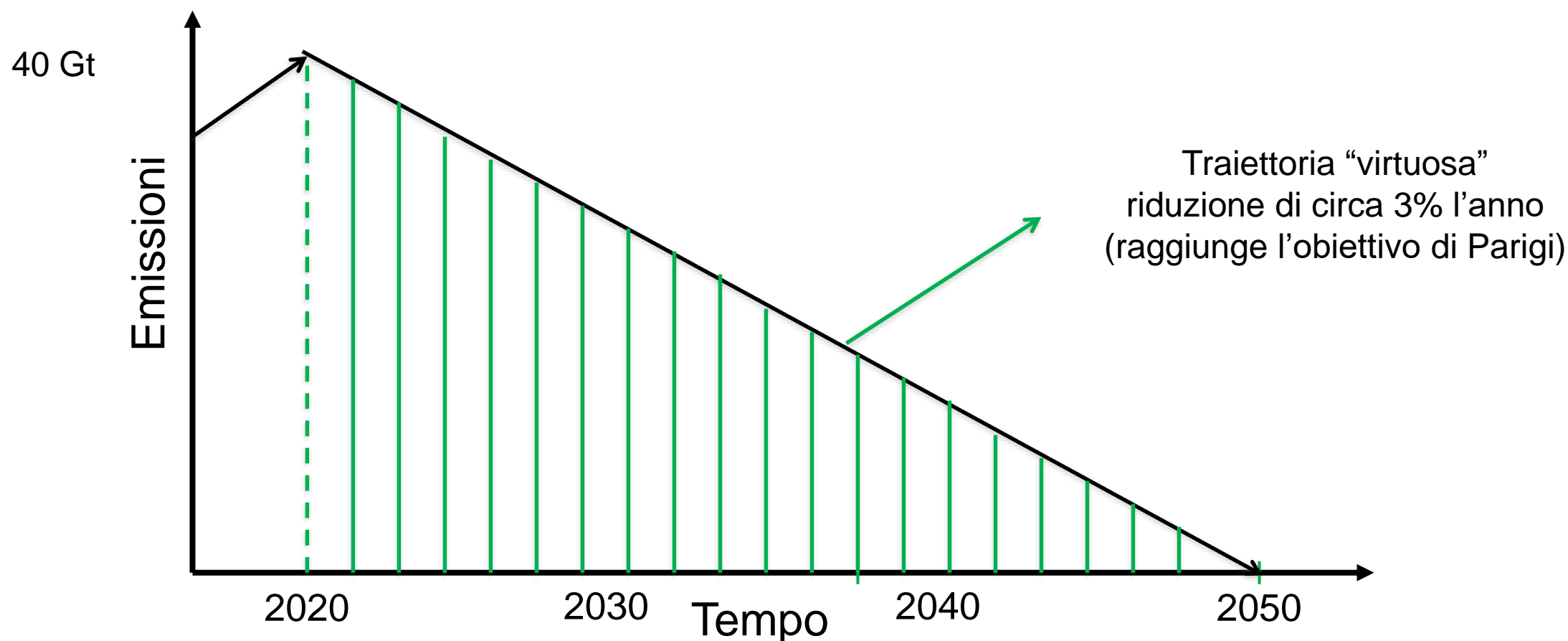


Note: MJ = megajoules; GDP = gross domestic product in purchasing power parity.

Perché non possiamo perdere tempo!

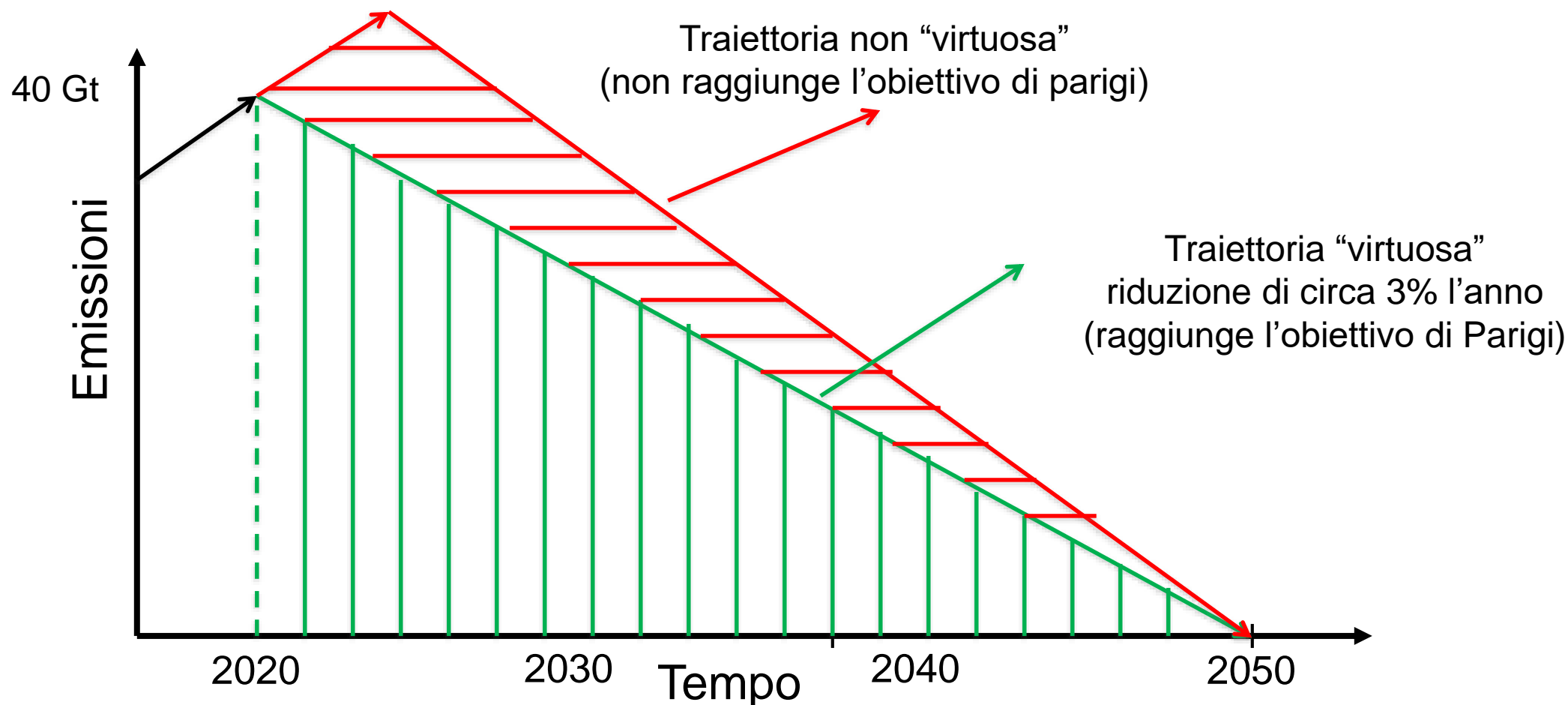


- Quello che conta non è il valore dell'obiettivo di emissioni per un certo anno (e.g. il mantra “0 emissioni nel 2050”), ma la traiettoria che si adotta per raggiungere questo obiettivo



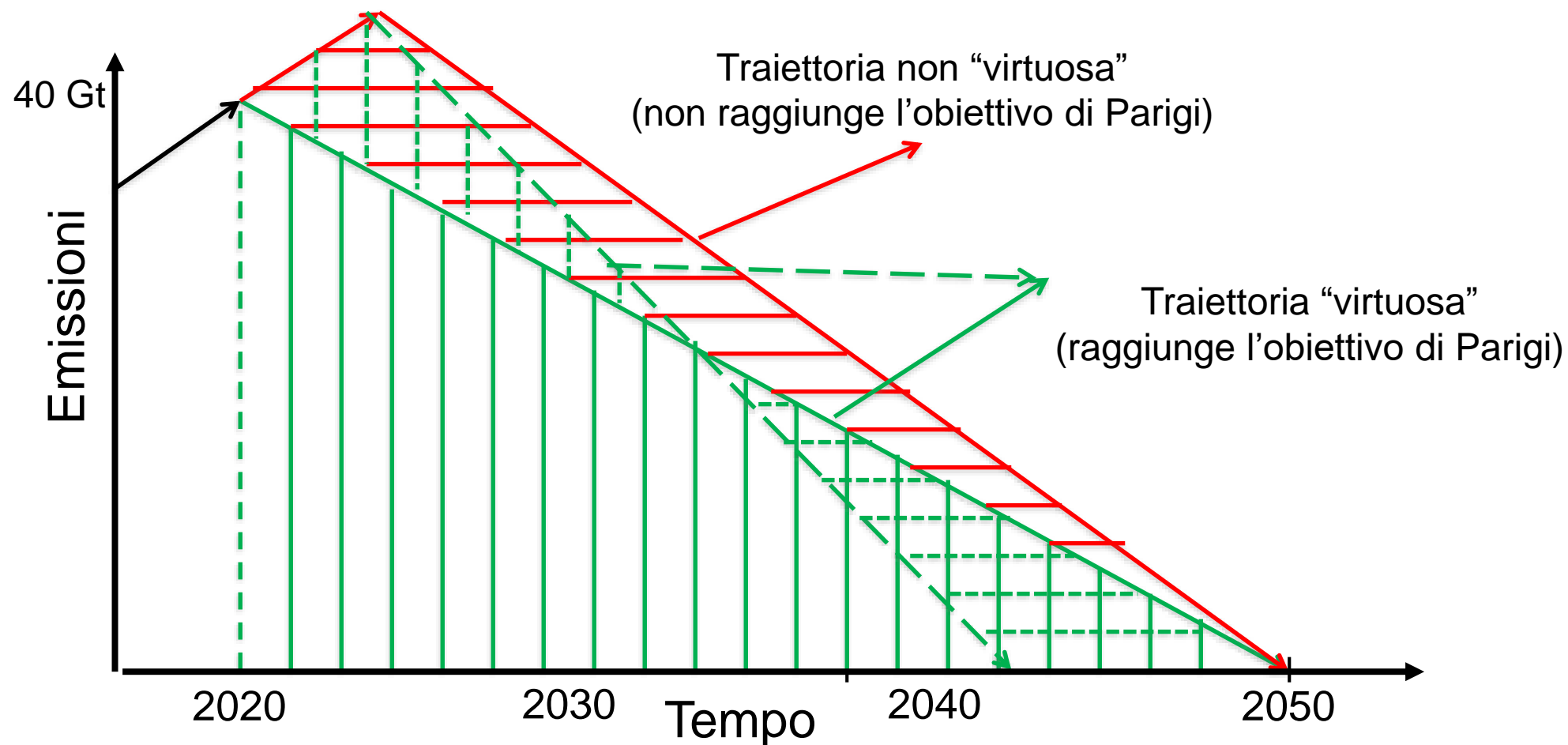
Perché non possiamo perdere tempo!

- Quello che conta non è il valore dell'obiettivo di emissioni per un certo anno (e.g. il mantra "0 emissioni nel 2050"), ma la traiettoria che si adotta per raggiungere questo obiettivo



Perché non possiamo perdere tempo!

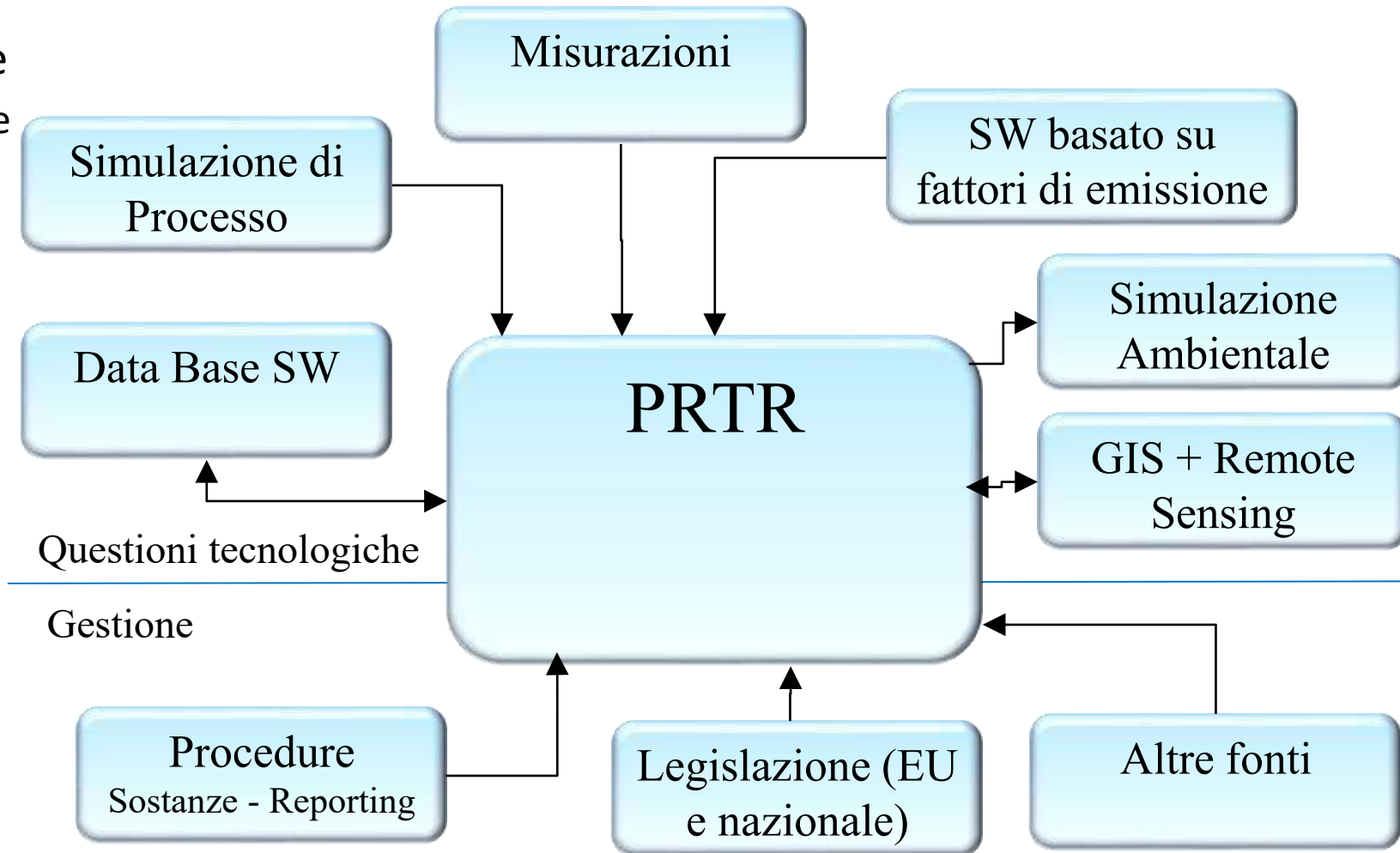
- Quello che conta non è il valore dell'obiettivo di emissioni per un certo anno (e.g. il mantra "0 emissioni nel 2050"), ma la traiettoria che si adotta per raggiungere questo obiettivo



Pollutant Release and Transfer Register (PRTR)



- Banca dati o inventario ambientale nazionale o regionale
 - sostanze chimiche potenzialmente pericolose
 - Rilasciate nell'aria, acqua e suolo
 - Trasferite fuori sede per il trattamento o lo smaltimento
- Stabilimenti quantificano e comunicano i dati (kg/anno)
- Alcuni PRTR includono stime di emissioni da fonti diffuse
 - Agricoltura
 - Trasporti
 - Fine vita prodotti
- DB compilato da autorità ambientali



- Legge EPER del 17 luglio 2000
 - Definisce il DB, l'applicazione WEB e i criteri di gestione
 - Reporting ogni 3 anni, primo report 2003,
 - Dal 2008 reporting ogni anno (con sistema nuovo)
- Dati sono pubblici, con accesso WEB - GIS
- Limiti di EPER
 - Lista sostanze inquinanti molto ridotta
 - Alta disomogeneità fra gli stati membri
 - Leggi diverse
 - Procedure diverse
 - Prevede solo dati industriali
- Evoluzione EPER → E PRTR
 - Sostituzione di EPER nel 2009
- E PRTR: alcuni numeri:
 - 91 sostanze (contro le 50 di EPER)
 - 65 settori industriali (contro i 56 di EPER)
 - Pubblicato annualmente
 - include anche fonti diffuse (agricoltura, traffico, riscaldamento domestico, ...)
- Nel 2020 convergenza di E-PRTR con IED (Industrial Emissions Directive) - LCP (Large Combustion Plants)
 - Contiene dati E-PRTR dal 2007 al 2020 e dati IED dal 2016 al 2020

Excel file per la dichiarazione

The European Pollutant Release and Transfer Register (E-PRTR)

- <https://ec.europa.eu/environment/industry/stationary/e-prtr/legislation.htm>

- <https://industry.eea.europa.eu/>



Welcome to the European Industrial Emissions Portal

The website presents information on the largest industrial complexes in Europe, releases and transfers of regulated substances to environmental media, waste transfers as well as more detailed data on energy input and emissions for large combustion plants in EU Member States, Iceland, Liechtenstein, Norway, Serbia, Switzerland and the United Kingdom.

If you are new to this topic, please make sure that you [read our guide](#) on what to find in the portal. You can explore the data online, or [download](#) datasets and work with them in a software of your own preference.



ANALYSE
Find the biggest polluters and compare data across countries

DOWNLOAD
Work with raw datasets on your own choice of software

ABOUT
New to this topic?
Understand the industry portal



Translate this page

Environment

Home > Industry > Industrial emissions >

Industrial Emissions

European Pollutant Release and Transfer Register (E-PRTR)

Legislation

Implementation

Revision

Industrial Emissions Directive (IED)

Medium Combustion Plants (MCP)

Petrol storage & distribution

Publications

Links

The European Pollutant Release and Transfer Register (E-PRTR)

Legislation

What is E-PRTR?

The European Pollutant Release and Transfer Register (E-PRTR) provides easily accessible key environmental data from industrial facilities in European Union Member States. The E-PRTR also covers Iceland, Liechtenstein, Norway, Switzerland, Serbia and the UK.

Starting with 2007 data, the register has been updated every year with annual data reported by some 34,000 industrial facilities covering 65 economic activities across Europe.

Subject to reporting thresholds, each industrial facility provides information to their national authority on the quantities of pollutants released to air, water and land. This data covers 91 key pollutants including heavy metals, pesticides, greenhouse gases and dioxins.

There is also data on off-site transfers of waste and waste water and information on releases from diffuse sources.

The E-PRTR is an important contribution to transparency and public participation in environmental decision-making.



[Explore data on the map](#)
[Explore data by pollutant](#)

Use either the quick filter or the advanced filter to make your selection. Click on table to see the the results in a tabular form. Use the search bar to navigate the map without filtering.

[Map](#)
[Table](#)


[Advanced Filter](#)

Dynamic filters

Reporting year

2020 ✕

2019 ✕



Country

Select country



Industry

Select industry



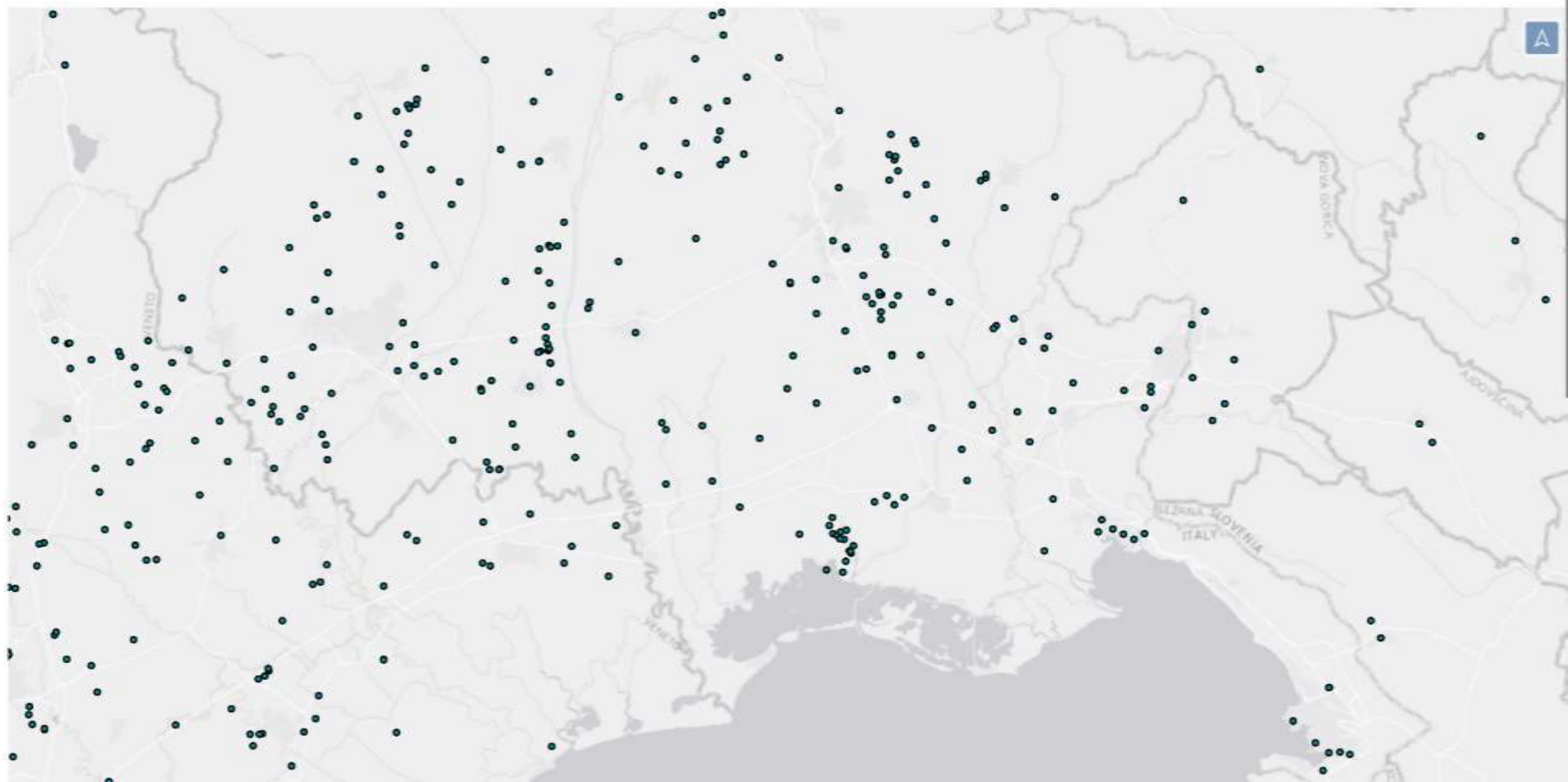
Facility type



EPRT



NONEPRTR

[Clear filters](#)


E-PRTR: GIS and map search



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI TRIESTE



Use either the quick filter or the advanced filter to make your selection. Click on table to see the results in a tabular form. Use the map to navigate the map without filtering.



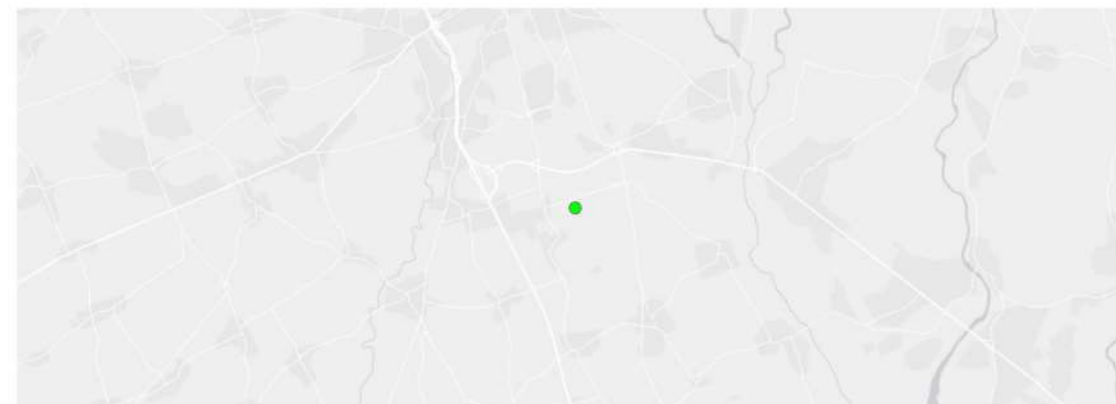
ACCIAIERIE BERTOLI SAFAU SPA

Country
IT

Regulation
1 EPRTR Facility
1 NON-EPRTR Facility
1 IED Installation

Inspire id
IT.CAED/330502002.SITE

Reporting year
2019



[Environmental information](#) [Regulatory information](#) [Site FAQs](#)

ACCIAIERIE BERTOLI SAFAU SPA

- [Environmental overview](#)
- [Regulatory overview](#)
 - 1. IT.CAED/330502002.FACILITY
 - 1.1. IT.CAED/330502002.INSTALLATION

Last report was submitted on:
02 Mar 2022

EPTR reporting year
2019

Site details

Coordinates
46° 00' 25" N 13° 15' 13" E

NUTS Region
Nord-Est, Friuli-Venezia Giulia, Udine

National ID
330502002.SITE

River Basin District
RBD ALPI ORIENTALI

Competent Authority ⓘ
Last updated: 02 Mar 2022

Facility	Organization name	Contact person	E-mail	Last updated
1.	ISPRA	ISPRA	protocollo.ispra@ispra.legalmail.it	02 Mar 2022

E-PRTR: valori soglia

Tabella A2. Inquinanti e soglie all'emissione in aria, acqua e suolo (da Allegato II, Regolamento E-PRTR).

N.	Numero CAS	Sostanza inquinante ⁽¹⁾	Soglia di emissione		
			Aria	Acqua	Suolo
1	74-82-8	Metano (CH ₄)	100 t/a	—	—
2	630-08-0	Monossido di carbonio (CO)	500 t/a	—	—
3	124-38-9	Biossido di carbonio (CO ₂)	100 000 t/a	—	—
4		Idrofluorocarburi (HFC) (3)	100 kg/a	—	—
5	10024-97-2	Ossido di azoto (N ₂ O)	10 t/a	—	—
6	7664-41-7	Ammoniaca (NH ₃)	10 t/a	—	—
7		Composti organici volatili non metanici (COVNM)	100 t/a	—	—
8		Ossidi di azoto (NO _x /NO ₂)	100 t/a	—	—
9		Perfluorocarburi (PFC) (4)	100 kg/a	—	—
10	2551-62-4	Esafluoruro di zolfo (SF ₆)	50 kg/a	—	—
11		Ossidi di zolfo (SO _x /SO ₂)	150 t/a	—	—
12		Azoto totale	—	50 t/a	50 t/a
13		Fosforo totale	—	5 000 kg/a	5 000 kg/a
14		Idroclorofluorocarburi (HCFC) (5)	1 kg/a	—	—
15		Clorofluorocarburi (CFC) (6)	1 kg/a	—	—
16		Halon (7)	1 kg/a	—	—

E PRTR report FVG per emissioni di CO₂ - totale



reportingYear	parentCompanyName	city	totalPollutantQuantityKg	methodCode
2017	SNAM Rete Gas	MALBORGHETTO VALBRUNA		117000000C
2018	SNAM Rete Gas	MALBORGHETTO VALBRUNA		122233000E
2019	SNAM Rete Gas	MALBORGHETTO VALBRUNA		140004000C
2017	FERRIERE NORD SPA	OSOPPO		183000000E
2018	FERRIERE NORD SPA	OSOPPO		189277000E
2019	FERRIERE NORD SPA	OSOPPO		191931000E
2017	FANTONI SPA	OSOPPO		128000000C
2018	FANTONI SPA	OSOPPO		106791000C
2017	Mosaico srl	TOLMEZZO		142000000C
2018	Mosaico srl	TOLMEZZO		136894280C
2019	Mosaico srl	TOLMEZZO		133406630C
2017	Edison S.p.A.	TORVISCOSA		1620000000C
2018	Edison S.p.A.	TORVISCOSA		1398816000C
2019	Edison S.p.A.	TORVISCOSA		1420371000C
2018	ACCIAIERIE BERTOLI SAFAU SPA	Pozzuolo Del Friuli		262701000C
2019	ACCIAIERIE BERTOLI SAFAU SPA	Pozzuolo Del Friuli		217346000C
2017	SISECAM FLAT GLASS ITALY SRL	SAN GIORGIO DI NOGARO		125000000C
2018	SISECAM FLAT GLASS ITALY SRL	SAN GIORGIO DI NOGARO		128008000C
2019	SISECAM FLAT GLASS ITALY SRL	SAN GIORGIO DI NOGARO		129579000C
2017	Cementizillo SpA	FANNA		380000000M
2018	Cementizillo SpA	FANNA		416354000C
2019	Cementizillo SpA	FANNA		429658450C
2017	BURGO GROUP S.p.A.	DUINO-AURISINA		231000000C
2018	BURGO GROUP S.p.A.	DUINO-AURISINA		197067850C
2019	BURGO GROUP S.p.A.	DUINO-AURISINA		184783200C
2017	A2A Energiefuture S.p.A.	MONFALCONE		1920000000C
2018	A2A Energiefuture S.p.A.	MONFALCONE		1876634000C
2017	Acciaieria Arvedi spa	TRIESTE		878000000C
2018	Acciaieria Arvedi spa	TRIESTE		896454000C
2019	Acciaieria Arvedi spa	TRIESTE		974290000C
2017	HestAmbiente S.r.l.	TRIESTE		159000000M
2018	HestAmbiente S.r.l.	TRIESTE		140829740M
2019	HestAmbiente S.r.l.	TRIESTE		134933778M
2017	ENERGIA PULITA SPA	GORIZIA		110000000C
2018	ENERGIA PULITA SPA	GORIZIA		167654700C
2019	ENERGIA PULITA SPA	GORIZIA		172607970C
2011	ACCIAIERIE BERTOLI SAFAU SPA	POZZUOLO DEL FRIULI		224000000C
		POZZUOLO DEL		

EPTR report per il Friuli Venezia Giulia: CO₂

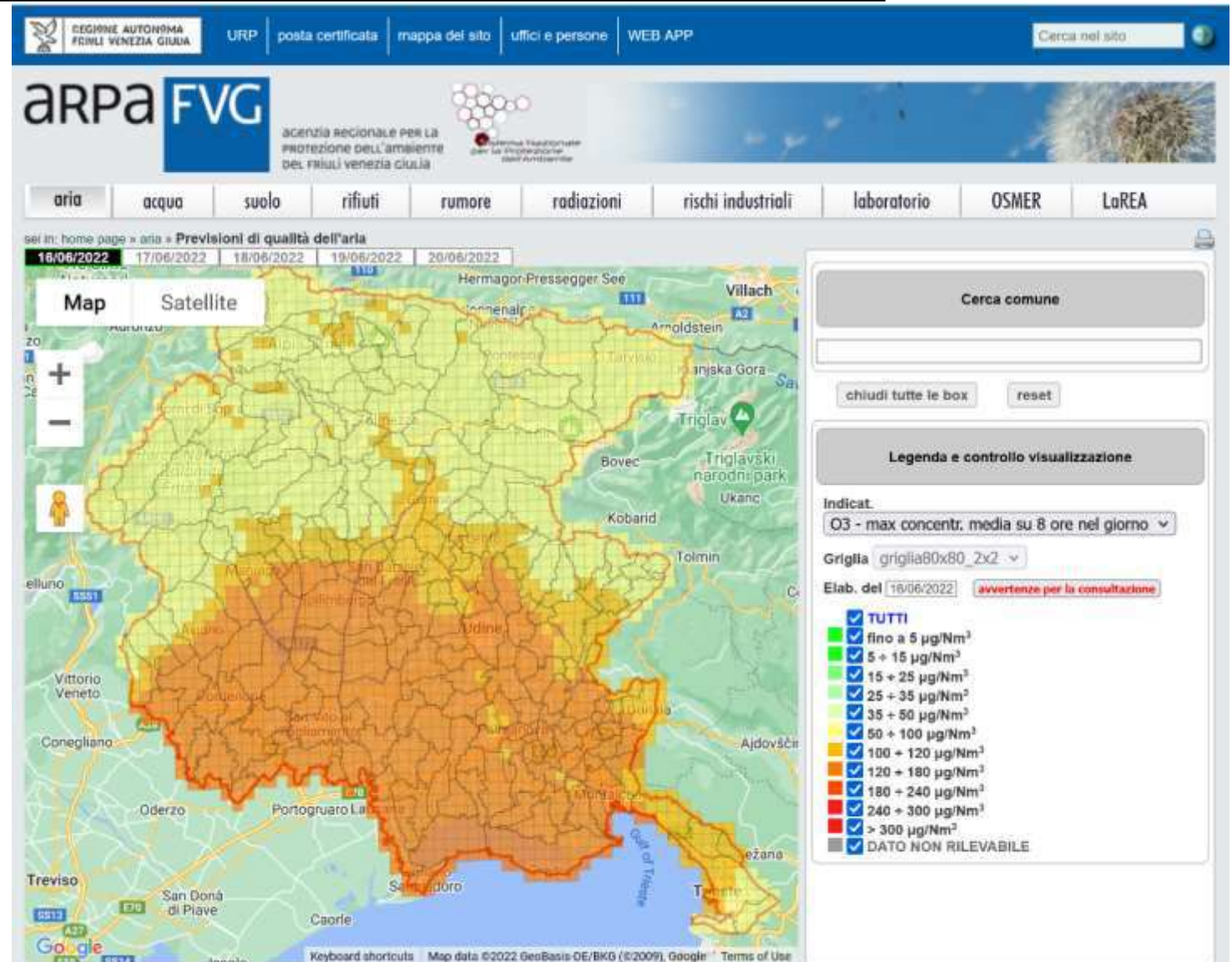


UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI TRIESTE

reportingYear	parentCompanyName	city	total quantity (kilo tons /year)	methodCode
2019	SNAM Rete Gas	MALBORGHETTO VALBRUNA	140.004	C
2019	FERRIERE NORD SPA	OSOPPO	191.931	E
2018	FANTONI SPA	OSOPPO	106.791	C
2019	Mosaico srl	TOLMEZZO	133.40663	C
2019	Edison S.p.A.	TORVISCOSA	1420.371	C
2019	ACCIAIERIE BERTOLI SAFAU SPA	Pozzuolo Del Friuli	217.346	C
2019	SISECAM FLAT GLASS ITALY SRL	SAN GIORGIO DI NOGARO	129.579	C
2019	Cementizillo SpA	FANNA	429.65845	C
2019	BURGO GROUP S.p.A.	DUINO-AURISINA	184.7832	C
2018	A2A Energiefuture S.p.A.	MONFALCONE	1876.634	C
2019	Acciaieria Arvedi spa	TRIESTE	974.29	C
2019	HestAmbiente S.r.l.	TRIESTE	134.933778	M
2019	ENERGIA PULITA SPA	GORIZIA	172.60797	C
2016	ACCIAIERIE BERTOLI SAFAU SPA	POZZUOLO DEL FRIULI	232	C
2012	Italcementi SpA	TRIESTE	113	C
2015	Elettra Produzione S.r.l.	TRIESTE	445	M
2013	BUZZIUNICEM	TRAVESIO	134	C
2011	ELETTROGORIZIA S.P.A.	GORIZIA	114	C

ARPA Friuli Venezia Giulia

- ARPA – FVG
- Qualità dell'aria
- <http://www.arpaweb.fvg.it/fc/m/gmapsfc.asp>



Estrazione dati da DB ARPA



- Dati globali per comune (esempio Cervignano del Friuli)

ISTAT_COMUNE	COMUNE	CODICE_MACROSETTORE	MAC_NOME	CH4	CO	CO2	CO2 lorda	CO2_eq	COV	PM2_5	PM10	PTS	NH3	NOx	N2O	SO2	PREC_OZ	SOST_AC	DIOX (TCDDe)	IPA-CLTRP
30023	CERVIGNANO DEL FRIULI	2	Combustione non industriale	30.56795	355.8902	18.10403	27.6108	19.25809	32.17027	36.4426	36.83492	38.77149	0.929784	20.97625	1.652066	1.704917	97.33716	0.563992	12.74792936	44.7520674
30023	CERVIGNANO DEL FRIULI	3	Combustione nell'industria	0.000825	0.010103	0.044655	0.044655	0.044766	0.001986	0.00139	0.00148	0.00166		0.05059	0.000303	0.013618	0.064828	0.001525	0.001890397	3.8167E-05
30023	CERVIGNANO DEL FRIULI	4	Processi produttivi				0.207153		2.611438	0.00165	0.00235	0.00446					2.611438			
30023	CERVIGNANO DEL FRIULI	5	Estrazione e distribuzione combustibili	33.23617				0.69796	17.9609								18.42621			
30023	CERVIGNANO DEL FRIULI	6	Uso di solventi						53.66498	0.38119	0.38121	0.58535					53.66498			
30023	CERVIGNANO DEL FRIULI	7	Trasporto su strada	1.83235	161.6042	21.07835	21.83771	21.29924	28.62465	4.04327	5.37512	6.80126	1.223115	66.67949	0.588422	0.133862	127.7757	1.525739	2.347187147	0.72001456
30023	CERVIGNANO DEL FRIULI	8	Altre sorgenti mobili e macchinari	0.022481	7.889003	1.653534	1.653534	1.664901	2.663835	0.53992	0.5439	0.5439	0.002067	11.16737	0.035143	1.003857	17.15613	0.274271		0.03617636
30023	CERVIGNANO DEL FRIULI	9	Trattamento e smaltimento rifiuti		0.125		0.331441		0.070239	0.004	0.004	0.004		1.63		0.054	2.072589	0.037124	0.151	
30023	CERVIGNANO DEL FRIULI	10	Agricoltura	98.11606				3.96095	0.06936	0.04023	0.12309	0.29004	48.73309	0.7162	6.130686		2.316749	2.882051		
30023	CERVIGNANO DEL FRIULI	11	Altre sorgenti e assorbimenti	0.060641	0.892554		0.023624	0.001776	0.078402	0.90049	0.90049	0.90049	0.067225	0.029158	0.00162	0.008083	0.213005	0.004841	0.001619881	0.06245027

- Dati per sostanza emessa (esempio CO2) in un comune

ISTAT_COMUNE	COMUNE	CODICE_MACROSETTORE	MAC_NOME	CO2	CO2 lorda	CO2_eq
30023	CERVIGNANO DEL FRIULI	2	Combustione non industriale	18.10403	27.6108	19.25809
30023	CERVIGNANO DEL FRIULI	3	Combustione nell'industria	0.044655	0.044655	0.044766
30023	CERVIGNANO DEL FRIULI	4	Processi produttivi		0.207153	
30023	CERVIGNANO DEL FRIULI	5	Estrazione e distribuzione combustibili			0.69796
30023	CERVIGNANO DEL FRIULI	6	Uso di solventi			
30023	CERVIGNANO DEL FRIULI	7	Trasporto su strada	21.07835	21.83771	21.29924
30023	CERVIGNANO DEL FRIULI	8	Altre sorgenti mobili e macchinari	1.653534	1.653534	1.664901
30023	CERVIGNANO DEL FRIULI	9	Trattamento e smaltimento rifiuti		0.331441	
30023	CERVIGNANO DEL FRIULI	10	Agricoltura			3.96095
30023	CERVIGNANO DEL FRIULI	11	Altre sorgenti e assorbimenti		0.023624	0.001776

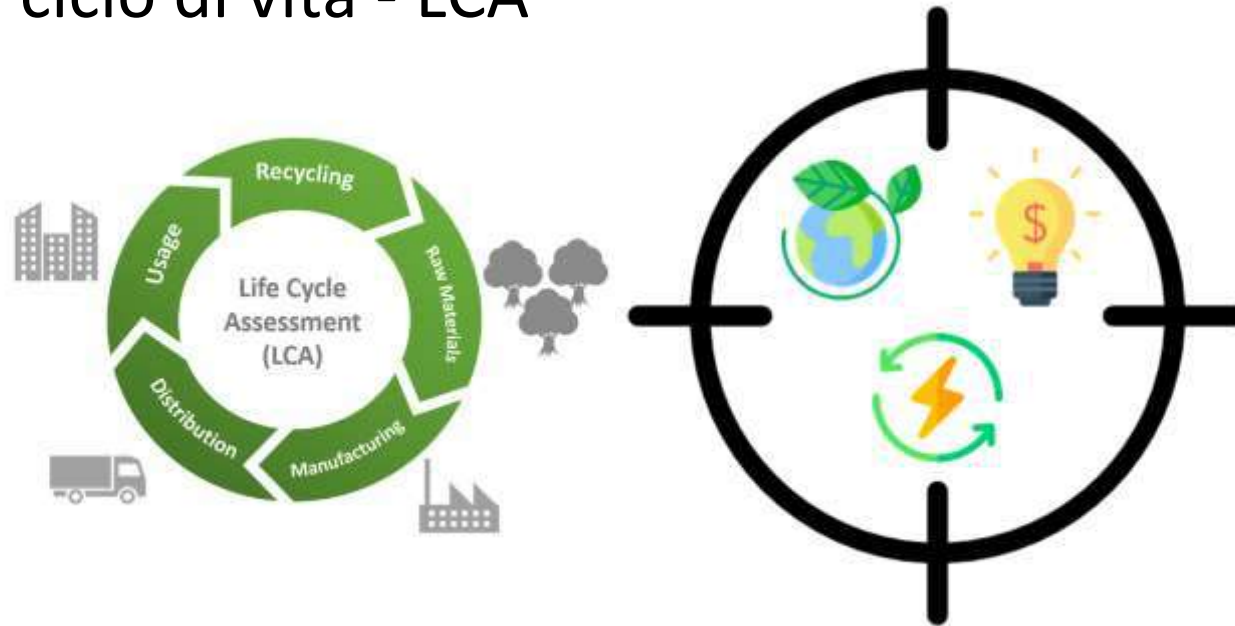
Agenda



- Lo scenario
 - La tempesta perfetta: evoluzione del pensiero scientifico sul riscaldamento globale.
 - L'aumento della concentrazione di gas clima alteranti in atmosfera e conseguenze
 - Perché dobbiamo agire subito
 - Il sistema EPRTTR ed analisi dei dati EPRTTR in regione FVG
 - Analisi di dati ARPA per la regione FVG
- Cosa fare
 - Introduzione ai principali indicatori per indirizzare le scelte energetiche
 - I processi di CCS e CCU
 - Uso dei simulatori di processo
 - Gli ETS dell'Unione europea

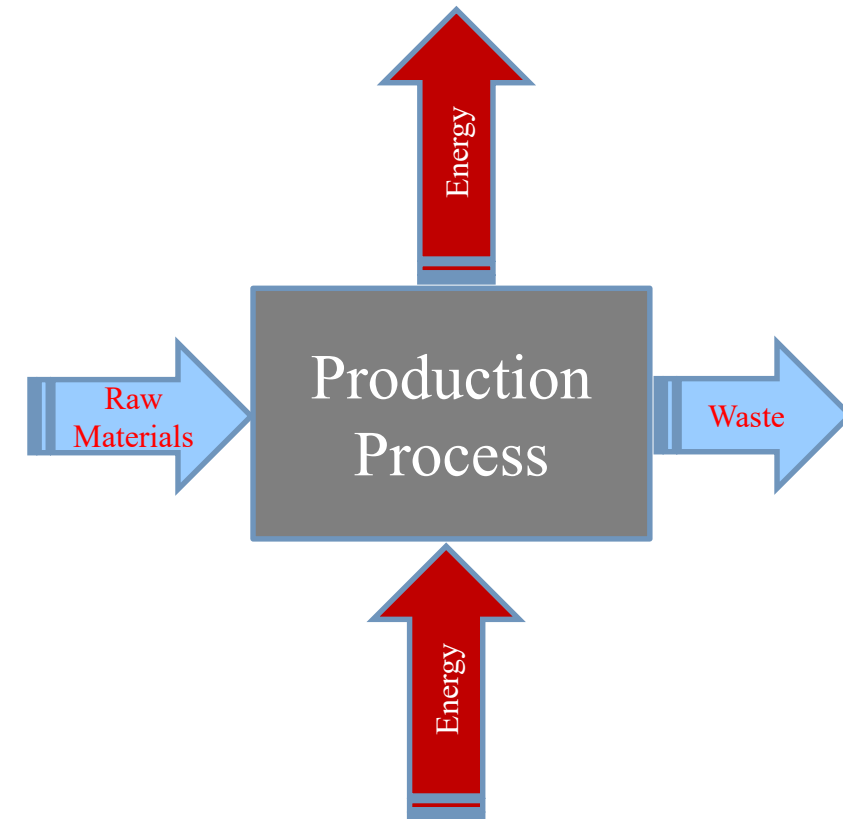
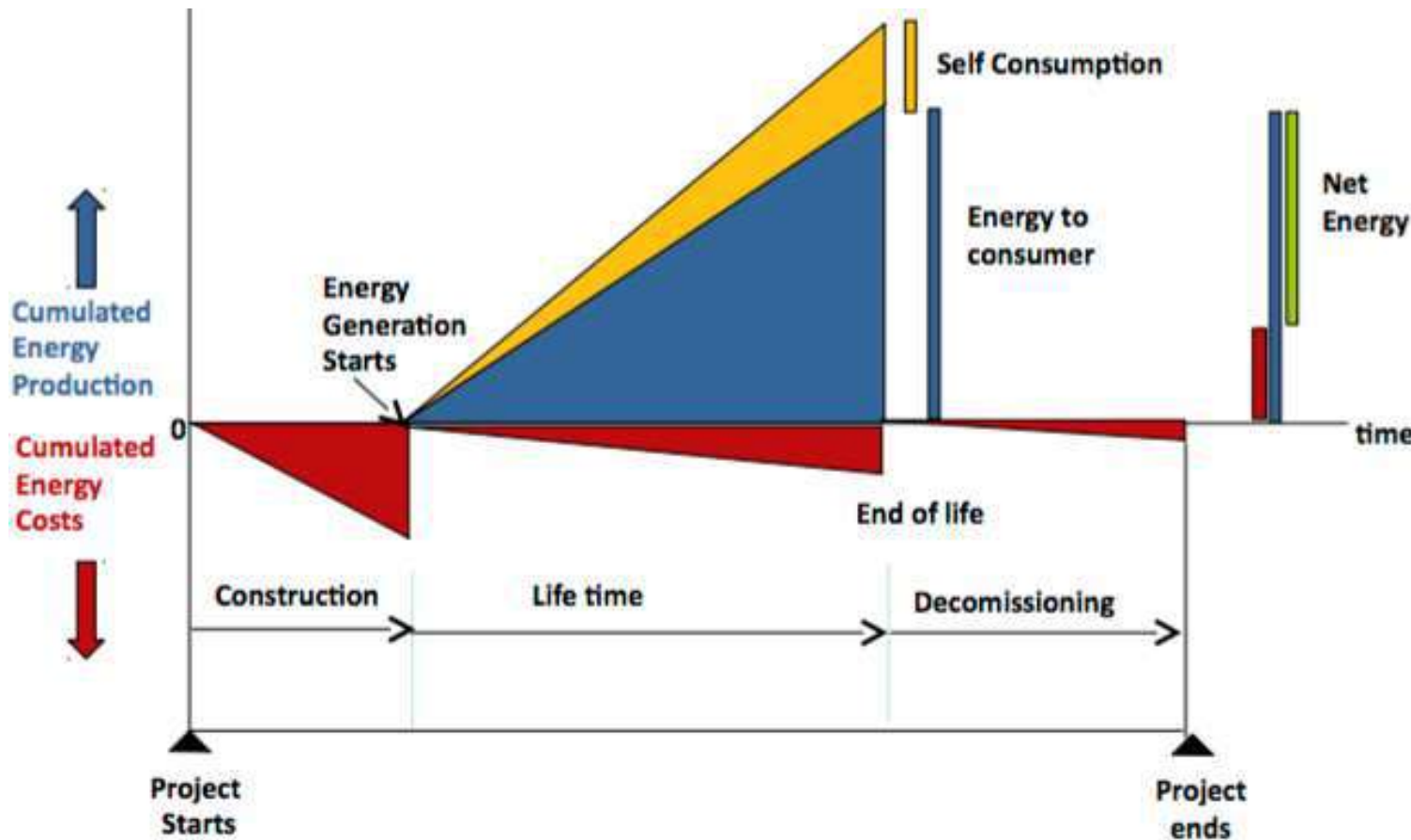
Indicatori su cui basare le decisioni

- Ritorno dell'investimento energetico – EROEI e indicatori da esso derivati (ESOEI – EROC)
- Costo livellato dell'energia – LCOE
- Analisi del ciclo di vita - LCA



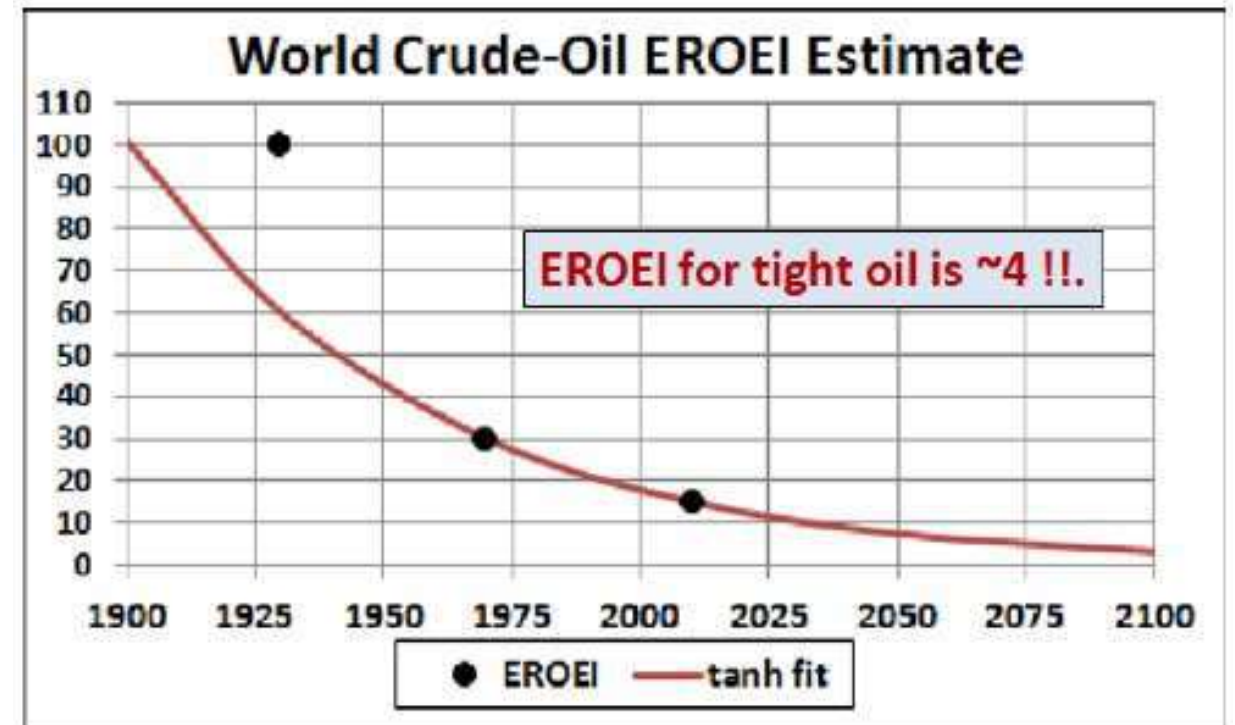
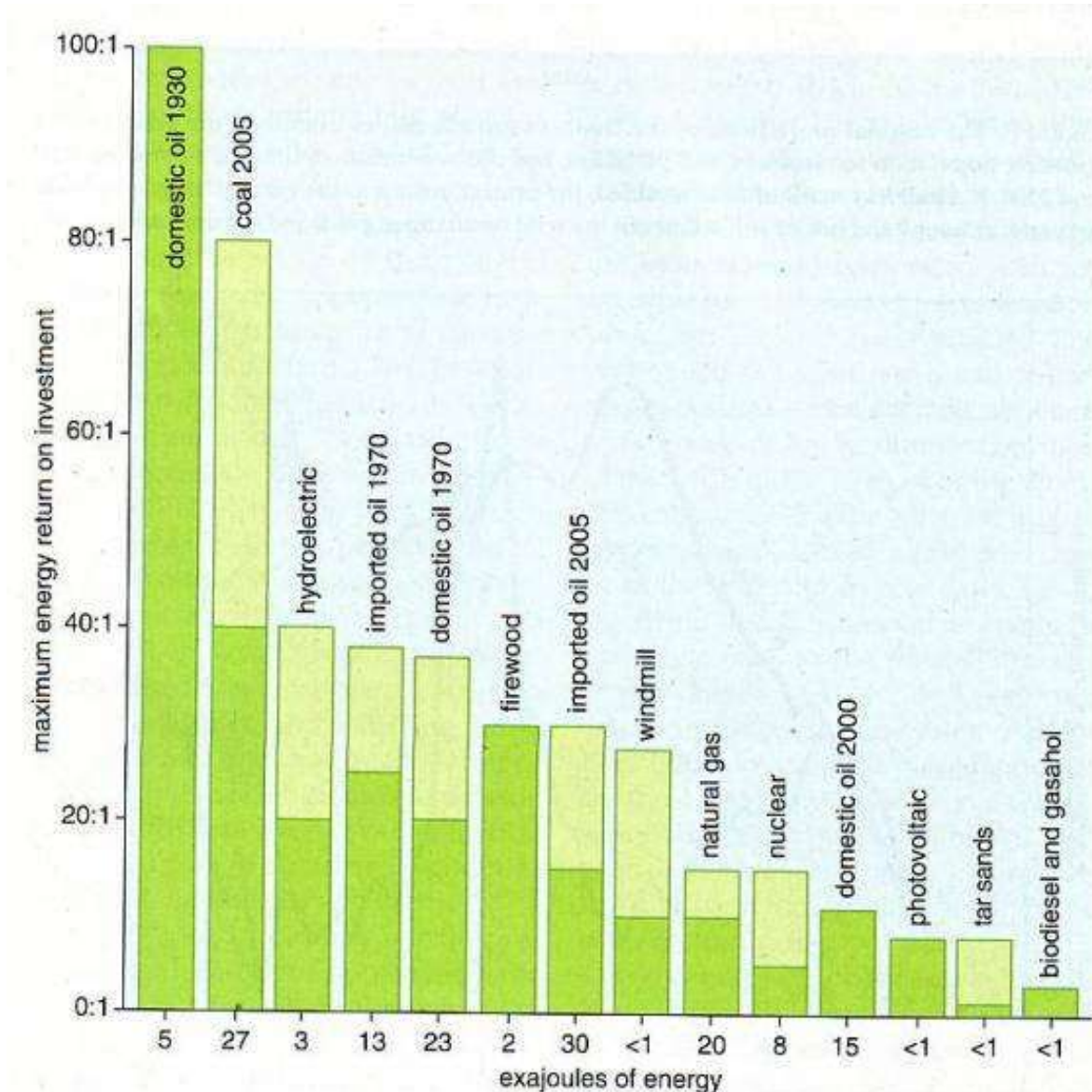
Ritorno dell'investimento energetico: EROEI

$$\text{EROEI} = \frac{\text{Energy to consumer}}{\text{Self Consumption}}$$



$$\text{EROEI} = \frac{E_{out}}{E_{in}} = \frac{E_{out}}{E_{cap} + E_{o\&m} + E_f}$$

Ritorno dell'investimento energetico: EROEI



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

EROEI: King et al. 2081

Fonte: King et al, Nature Energy, 2018

$$EROEI = \frac{E_{out}}{E_{in}} = \frac{E_{out}}{E_{cap} + E_{o\&m} + E_f}$$

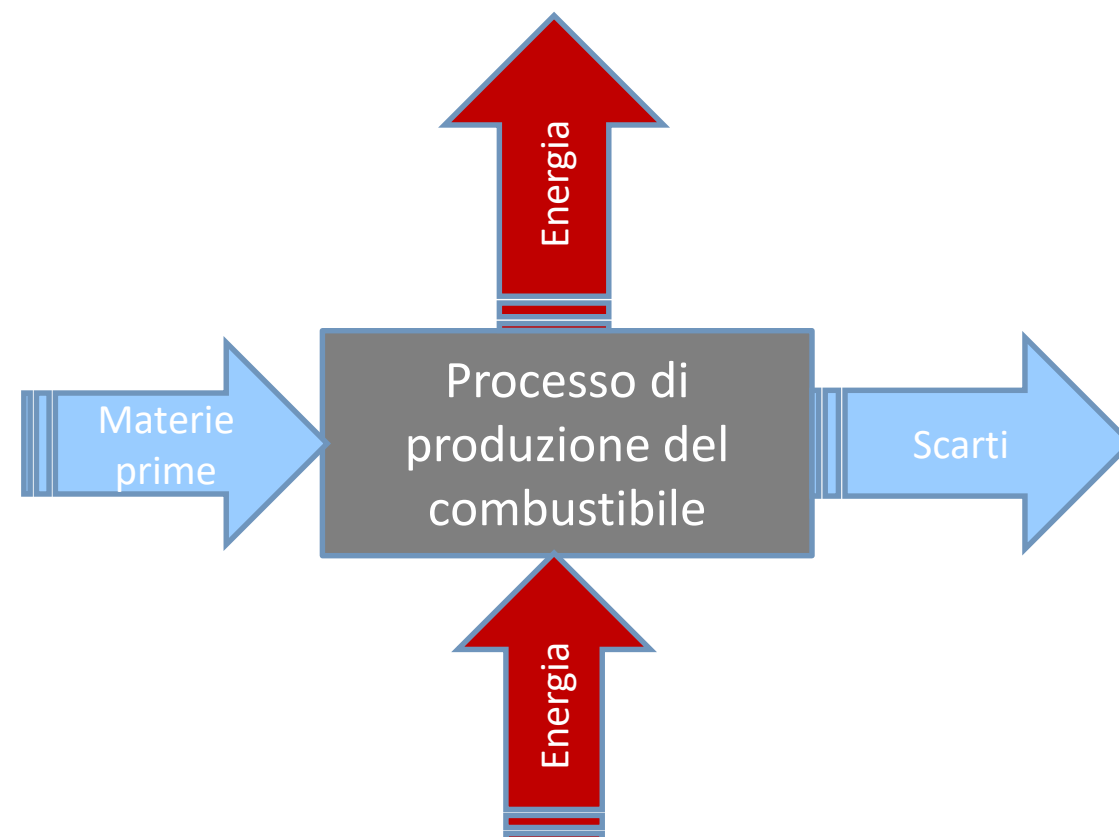


Table 1 | Comparison of mean EROIs for different energy sources

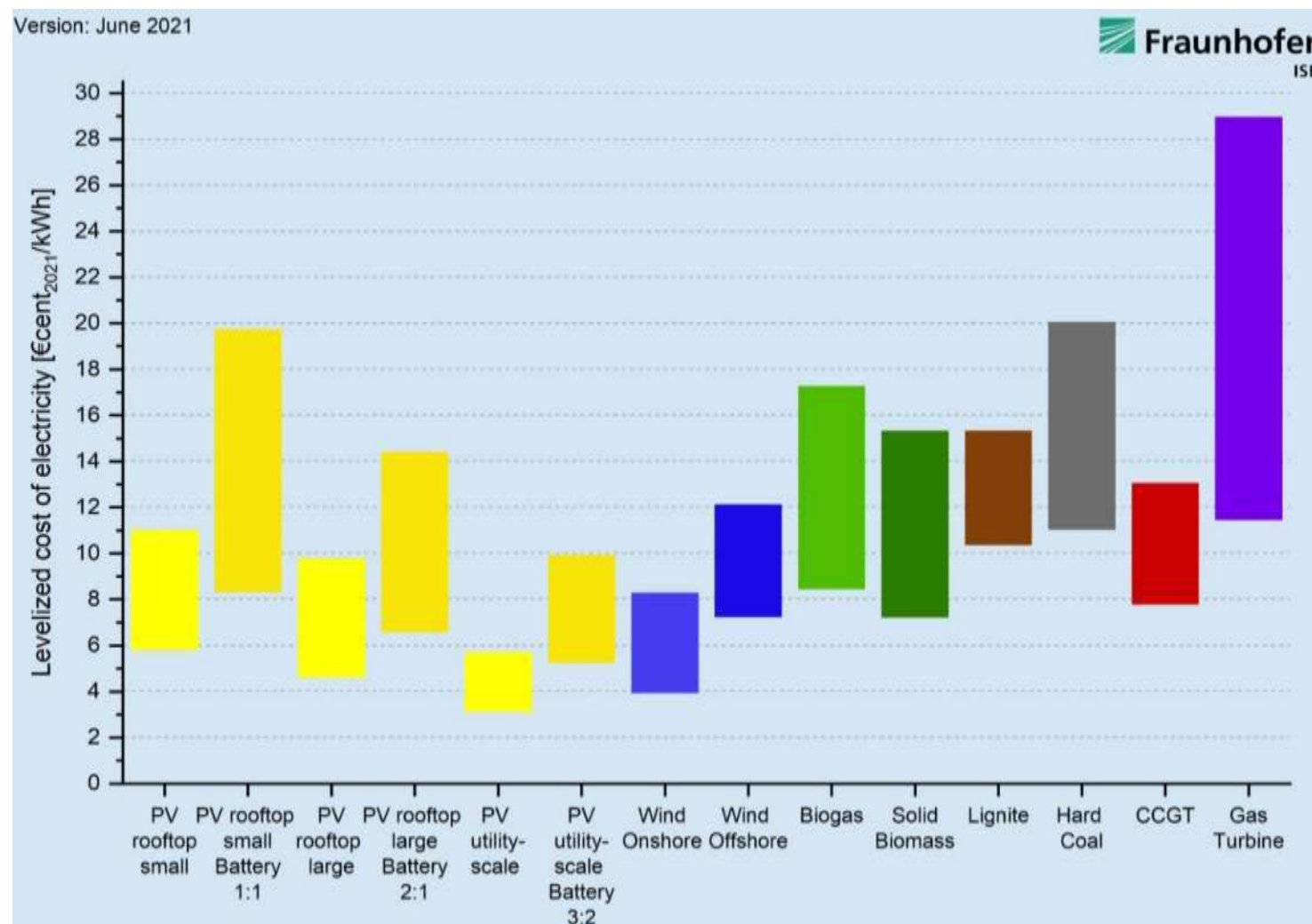
Energy source			Optimistic EROI	Optimistic net energy percentage
Coal	Thermal		46:1	98
	Electricity		17:1	94
	Electricity with CCS		13:1	92
Oil	Thermal		19:1	95
	Electricity		7:1	85
Gas	Thermal		19:1	95
	Electricity		8:1	88
	Electricity with CCS		7:1	86
Biofuels & waste	Solids	Thermal	25:1	96
		Electricity	10:1	90
	Gases and liquids	Thermal	5:1	80
		Electricity	2:1	50
Nuclear			14:1	93
Hydroelectric			84:1	99
Geothermal			9:1	89
Wind			18:1	94
Solar PV			25:1	96
Solar thermal			19:1	95

Prezzo livellato dell'energia (LCOE)



- Levelized cost of energy (in US\$/MWh) include:
 - l'ammortizzazione del capitale finanziario iniziale,
 - il ritorno sull'investimento,
 - il costo operativo, del combustibile,
 - Il costo della manutenzione.

$$LCOE = \frac{OC \cdot P \cdot CRF \cdot FO\&MC}{8760 \cdot cf} + VO\&MC$$



Prezzo livellato dell'energia (LCOE)

Electricity from renewables became cheaper as we increased capacity – electricity from nuclear and coal did not

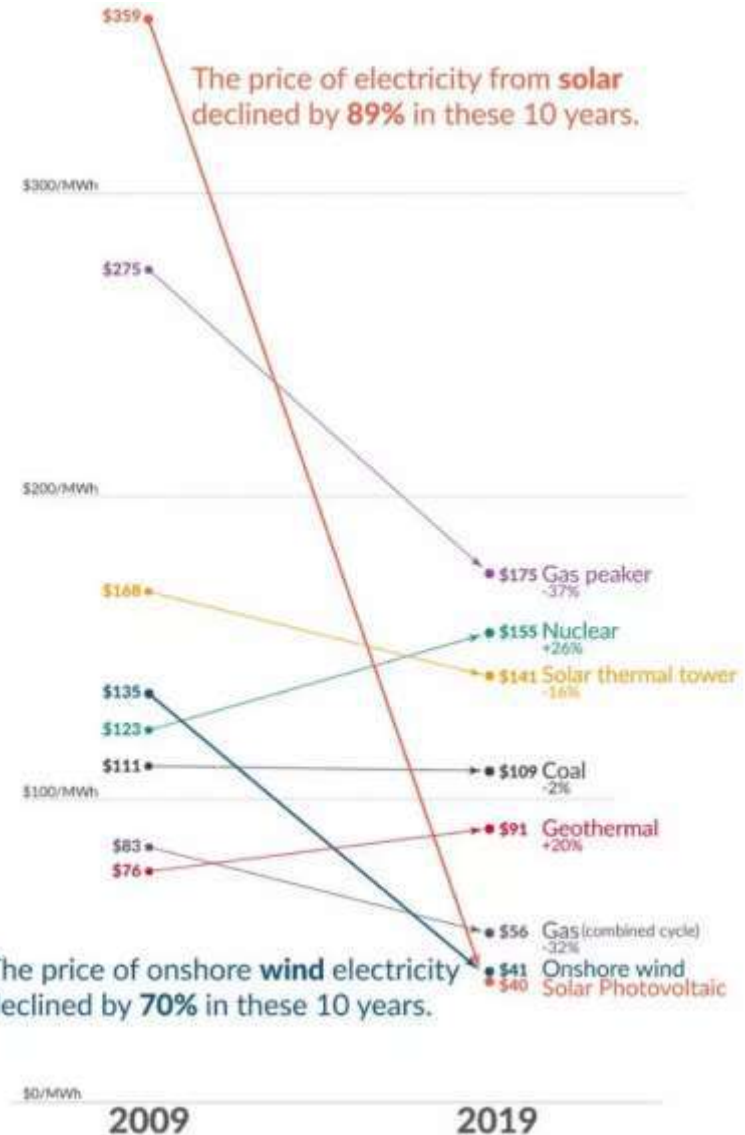
Our World
in Data

Price per megawatt hour of electricity

This is the global weighted-average of the levelized costs of energy (LCOE), without subsidies
logarithmic axis and adjusted for inflation



Source: IRENA 2020 for all data on renewable sources; Lazard for the price of electricity from nuclear and coal – IAEA for nuclear capacity and Global Energy Monitor for coal capacity. Gas is not shown because the price between gas peaker and combined cycles differs significantly, and global data on the capacity of each of these sources is not available. The price of electricity from gas has fallen over this decade, but over the longer run it is not following a learning curve.
OurWorldInData.org – Research and data to make progress against the world's largest problems.
Licensed under CC-BY by the author Max Roser



The price of onshore wind electricity declined by 70% in these 10 years.

Levelized Cost of Energy – Lazard



Levelized Cost of Energy Comparison—Unsubsidized Analysis

Selected renewable energy generation technologies are cost-competitive with conventional generation technologies under certain circumstances



Source: Lazard estimates.

Note: Here and throughout this presentation, unless otherwise indicated, the analysis assumes 60% debt at 8% interest rate and 40% equity at 12% cost. Please see page titled "Levelized Cost of Energy Comparison—Sensitivity to Cost of Capital" for cost of capital sensitivities. These results are not intended to represent any particular geography. Please see page titled "Solar PV versus Gas Peaking and Wind versus CC-GT—Global Markets" for regional sensitivities to selected technologies.

(1) Unless otherwise indicated herein, the low case represents a single-axis tracking system and the high case represents a fixed-tilt system.

(2) Represents the estimated implied midpoint of the LCOE of offshore wind, assuming a capital cost range of approximately \$2,500 – \$3,600/kW.

(3) The fuel cost assumption for Lazard's global, unsubsidized analysis for gas-fired generation resources is \$3.45/MMBTU.

(4) Unless otherwise indicated, the analysis herein does not reflect decommissioning costs, ongoing maintenance-related capital expenditures or the potential economic impacts of federal loan guarantees or other subsidies.

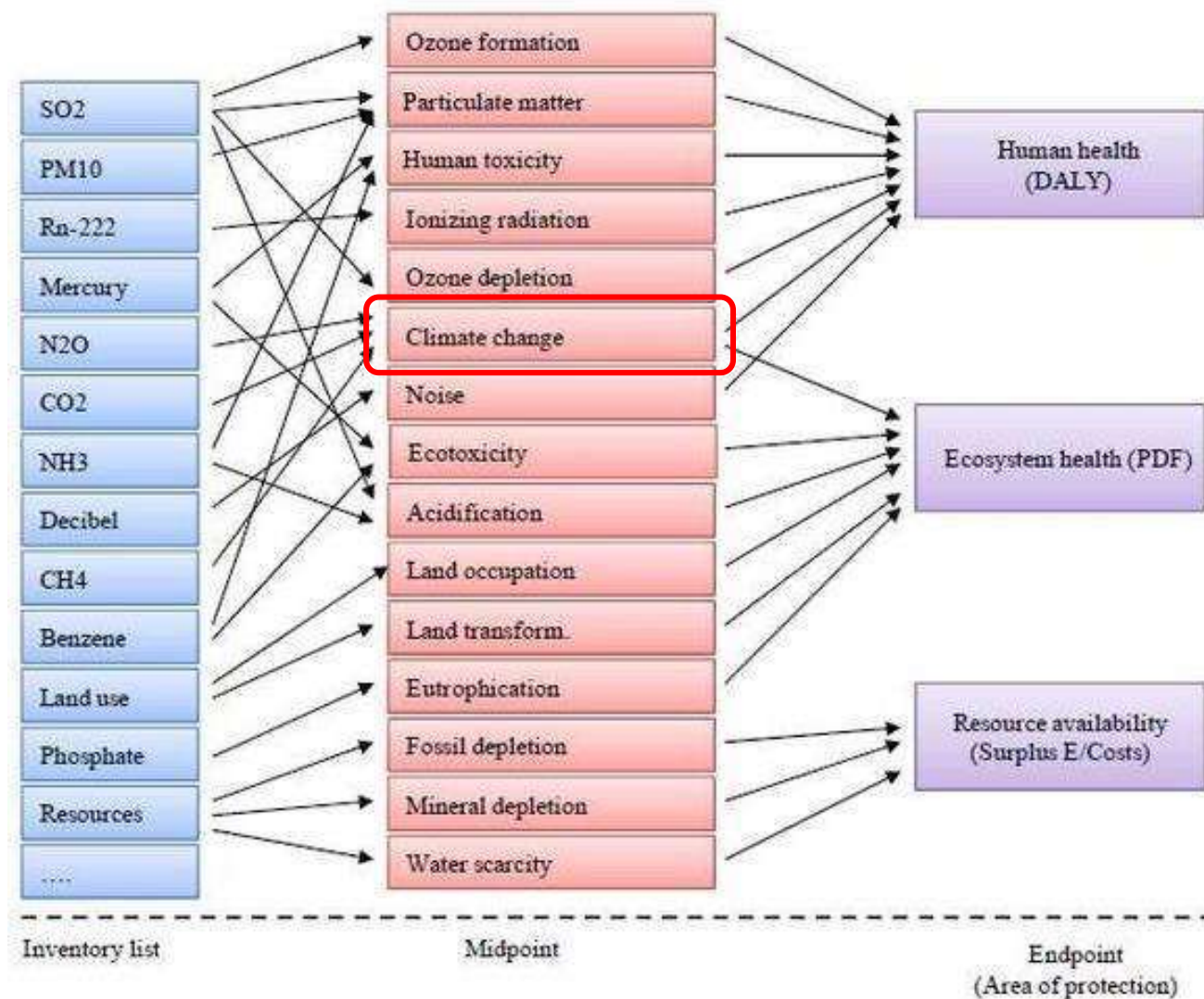
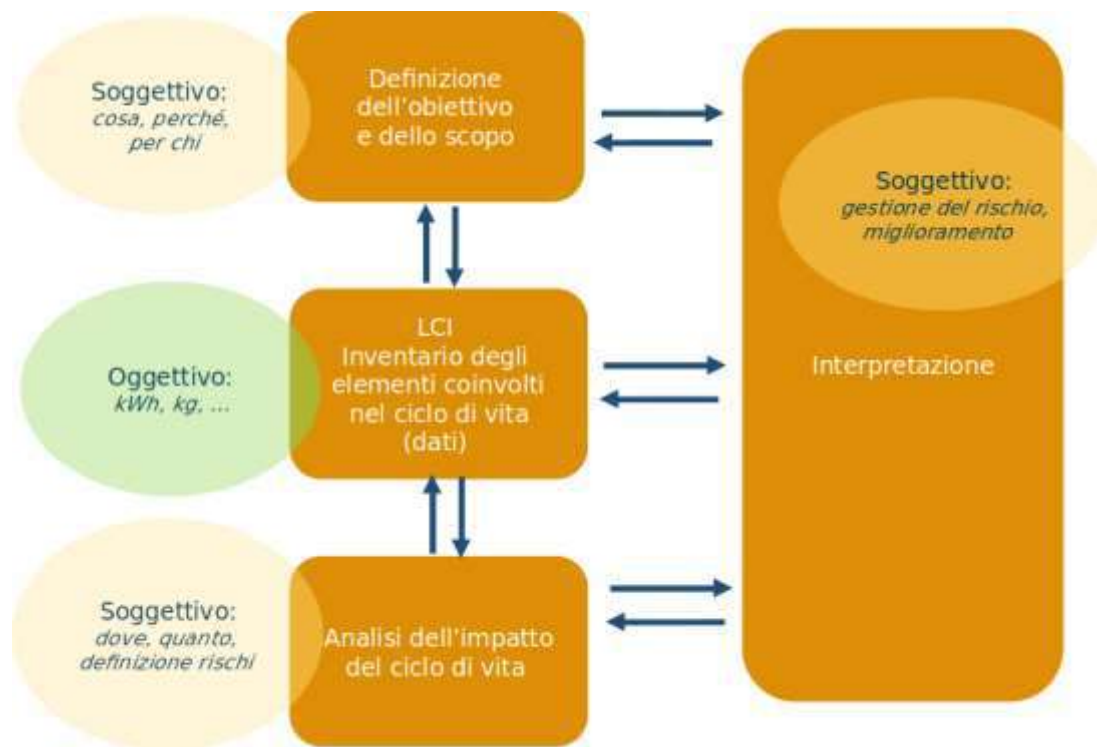
(5) Represents the midpoint of the marginal cost of operating fully depreciated gas combined cycle, coal and nuclear facilities, inclusive of decommissioning costs for nuclear facilities. Analysis assumes that the salvage value for a decommissioned gas combined cycle or coal asset is equivalent to its decommissioning and site restoration costs. Inputs are derived from a benchmark of operating gas combined cycle, coal and nuclear assets across the U.S. Capacity factors, fuel, variable and fixed operating expenses are based on upper- and lower-quartile estimates derived from Lazard's research. Please see page titled "Levelized Cost of Energy Comparison—Renewable Energy versus Marginal Cost of Selected Existing Conventional Generation" for additional details.

(6) High end incorporates 90% carbon capture and storage. Does not include cost of transportation and storage.

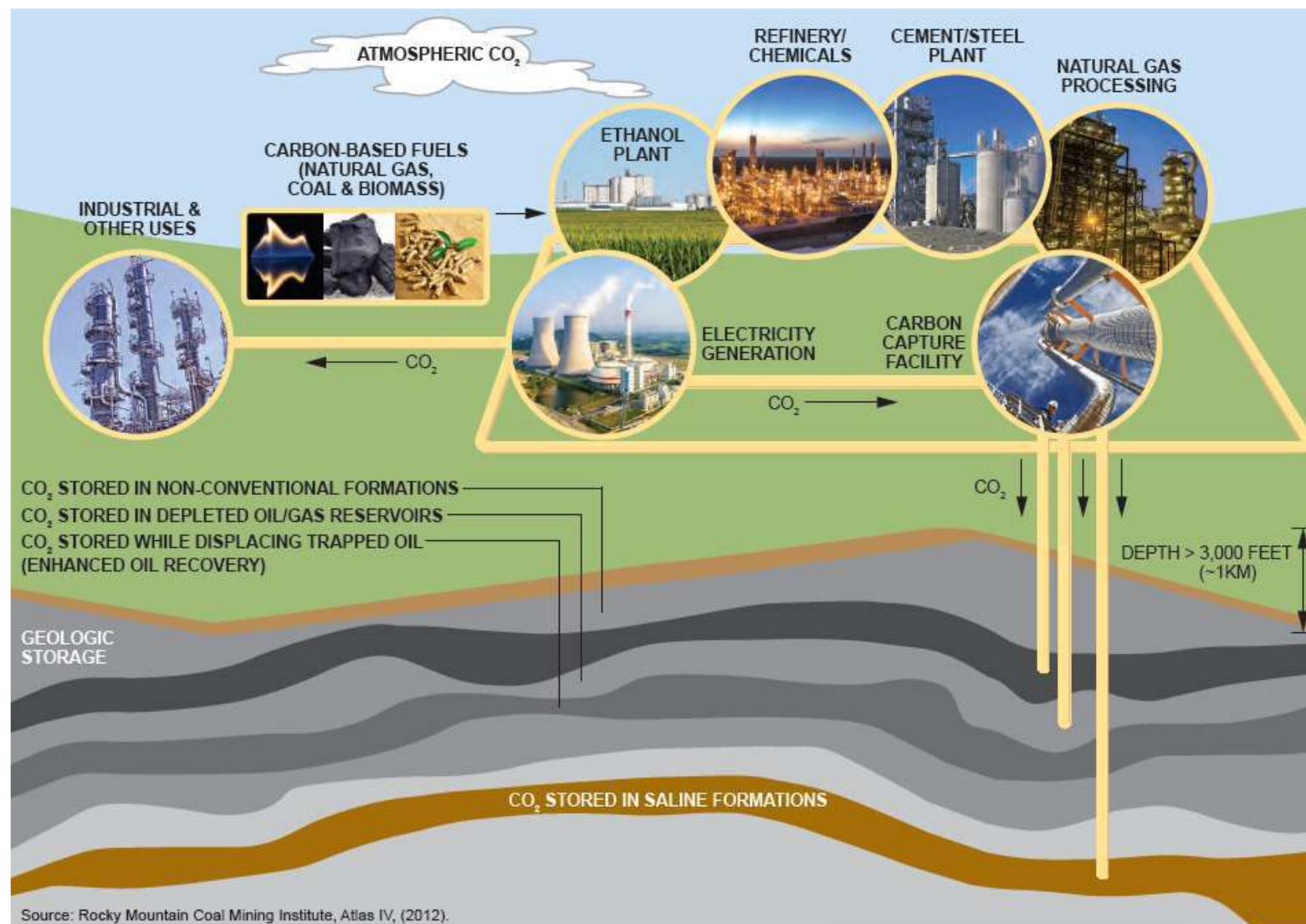
(7) Represents the LCOE of the observed, high case gas combined cycle inputs using a 20% blend of "Blue" hydrogen, (i.e., hydrogen produced from a steam-methane reformer, using natural gas as a feedstock, and sequestering the resulting CO₂ in a nearby saline aquifer). No plant modifications are assumed beyond a 2% adjustment to the plant's heat rate. The corresponding fuel cost is \$5.20/MMBTU, assuming \$1.39/lb for Blue hydrogen.

(8) Represents the LCOE of the observed, high case gas combined cycle inputs using a 20% blend of "Green" hydrogen, (i.e., hydrogen produced from an electrolyzer powered by a mix of wind and solar generation and stored in a nearby salt cavern). No plant modifications are assumed beyond a 2% adjustment to the plant's heat rate. The corresponding fuel cost is \$10.05/MMBTU, assuming \$4.15/lb for Green hydrogen.

Life Cycle Assessment - LCA

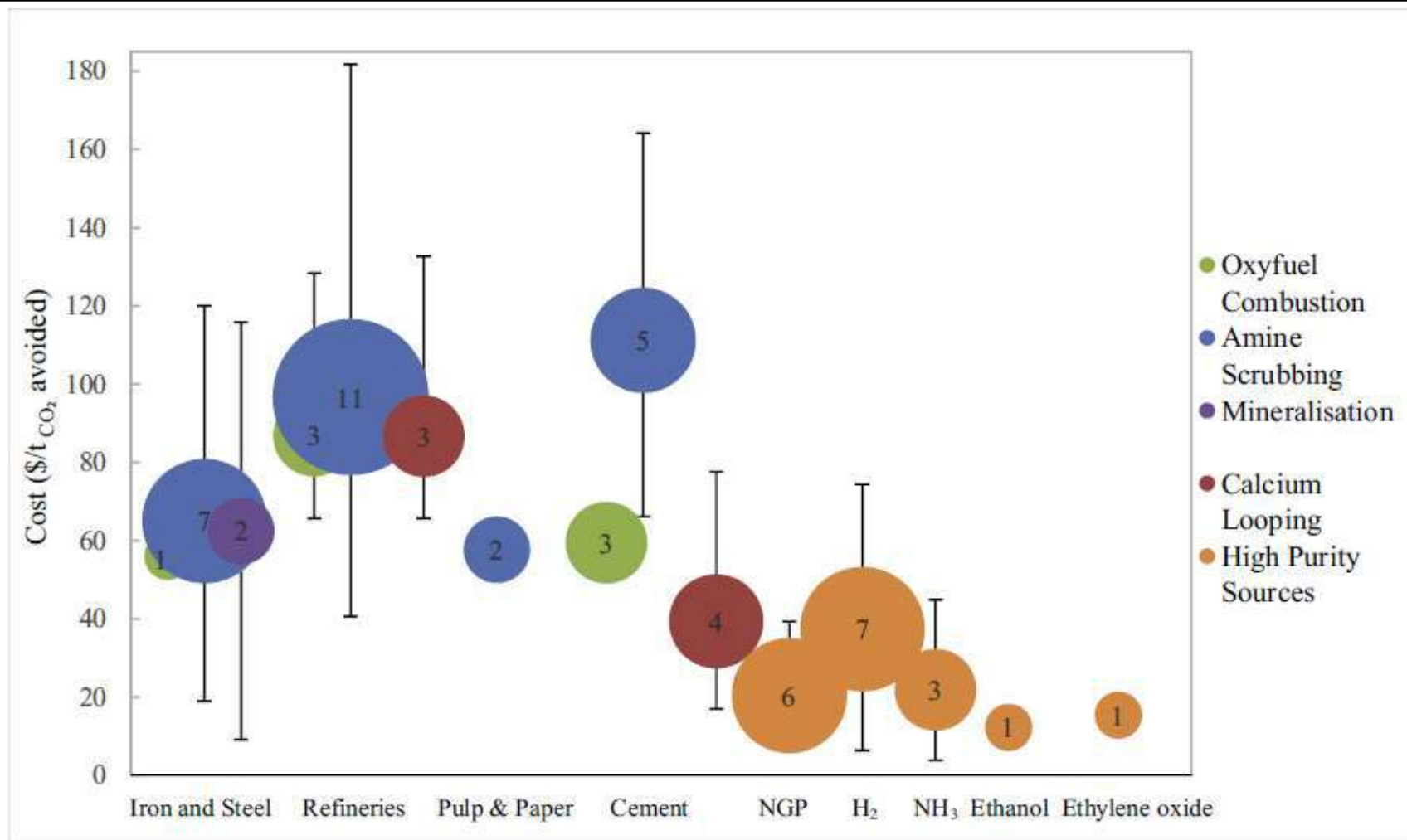


Carbon capture & storage

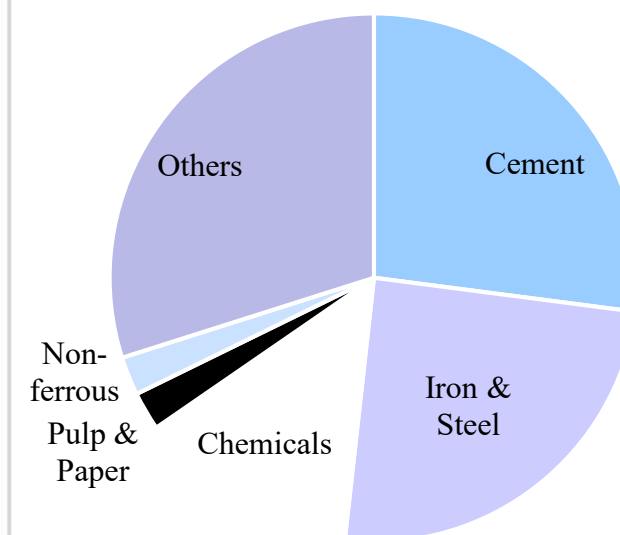


National Petroleum Council, 2019. Meeting the Dual Challenge - The Role of CCUS in the Future Energy Mix.

Context – CCUS & Industry



Industrial CO₂ emissions per sector



8.5 Gt of direct CO₂ emitted in 2017
or 23% of global CO₂ emissions (IEA)

Leeson et al., 2017. A Techno-economic analysis and systematic review of carbon capture and storage (CCS) applied to the iron and steel, cement, oil refining and pulp and paper industries, as well as other high purity sources. *International Journal of Greenhouse Gas Control* 61, 71–84.

Carbon Capture and Storage (CCS)



- Definizioni
 - **Carbon Capture and Storage (CCS)** si riferisce alla cattura e allo smaltimento di CO₂ rilasciata dai processi industriali
 - Questo è stato anche indicato come sequestro del carbonio, ma questo termine è stato anche applicato alla rimozione di CO₂ dall'atmosfera attraverso l'accumulo di biomassa (vegetazione fuori terra) e/o carbonio del suolo
 - La CCS che comporta il seppellimento di CO₂ catturata in strati geologici (a terra o sotto il fondo marino), deve essere qui indicata come **sequestro geologico del carbonio**, mentre l'accumulo di suolo o pianta C deve essere indicato come **sequestro biologico del carbonio**
 - La CO₂ è più facile da catturare quando sia la concentrazione che la pressione parziale assoluta sono alti
- Processi per la separazione della CO₂ da altri gas
 - **Assorbimento chimico** (se a bassa concentrazione di CO₂) (MEA è un solvente comune)
 - **Assorbimento fisico** (se ad alta concentrazione di CO₂) (Selexol è un solvente comune)
 - **Adsorbimento**
 - Separazione a **membrana**
 - **Liquefazione**

CO ₂ source	CO ₂ concentration	Pressure (atmospheres)
Natural gas turbine	3-4%	1
Coal powerplant	12-14%	1
Oil refinery	8%	1
Blast furnace	27%	1
Cement kiln	14-33%	1
Ammonia plant	18%	28
Ethylene plant	8%	25
Natural gas processing	2-65%	9-80

CCS & Energia: serve energia



- I **solventi chimici** richiedono calore per eliminare la CO_2 (in forma concentrata) e rigenerare il solvente
- I **solventi fisici** richiedono calore o una caduta di pressione per la rigenerazione
- Gli **adsorbenti** richiedono calore o una caduta di pressione per la rigenerazione
- I **sistemi a membrana** richiedono energia elettrica per mantenere una P elevata su un lato della membrana
- La **liquefazione** richiede il raffreddamento del gas di scarico fino a $\sim 220 \text{ K}$
- La cattura dopo la combustione nell'aria richiede un solvente fisico o chimico che assorbe la CO_2 e che deve essere rigenerato usando il calore, o utilizza membrane ma richiede $\sim 15\%$ della potenza per creare alte pressioni
- La cattura dopo la combustione in ossigeno è più facile (vengono prodotti solo H_2O e CO_2), ma l'energia è necessaria per separare l'ossigeno dall'aria (criogenicamente)

- A causa della penalizzazione dell'efficienza, è necessario **più carburante** per produrre la **stessa quantità di elettricità** e la **frazione di cattura della CO₂ effettiva è ridotta**
- Ad esempio, se viene catturato l'80% della CO₂ nei fumi ma l'efficienza della centrale scende dal 40% al 35%, è necessario $40/35 = 1.143$ volte più carburante. Aumentano i costi e aumentano le emissioni totali perché sto consumando più combustibile. Quindi se prima, a parità di energia prodotta, producevo 100 kg CO₂ e ne emettevo 20, adesso produco 114.3 e ne emetto 22.9, riducendo l'efficacia della cattura.
- **Progetti pilota:**
 - Una centrale IGCC da 450 MW con cattura del carbonio nel Saskatchewan è stata abbandonata dopo che i costi stimati sono aumentati da Cdn \$ 3778/kW a \$ 8444/kW.
 - Il progetto US DOE FutureGen (un impianto IGCC da 275 MW che co-produrrebbe elettricità e idrogeno) è stato cancellato intorno al 2007 dopo che i costi previsti sono aumentati da \$ 3250/kW a \$ 6500/kW.

Type of powerplant	Cost ("mature" cost except where indicated otherwise by *)	Amount of CO ₂ captured	Efficiency	Total system cost of avoided CO ₂ emissions (\$/t CO ₂)
Advanced pulverized coal	\$2300-3000/kW*	-	42%	-
	\$4000-5000/kW	87%	32%	\$20-200
Natural gas combined-cycle	\$800-1400/kW*	-	51%	-
	\$1400-2600/kW	89%	44%	\$35-400
Coal IGCC	\$2700-3900/kW	-	40%	-
	\$3900-5100/kW	86%	31%	\$60-180
Coal combustion in pure oxygen	\$2500-4000/kW	-	39%	-
	\$4000-5000/kW	92%	32%	\$20-200

Source: Rubin et al. (2015, Int. J GHG control 40:378-400)

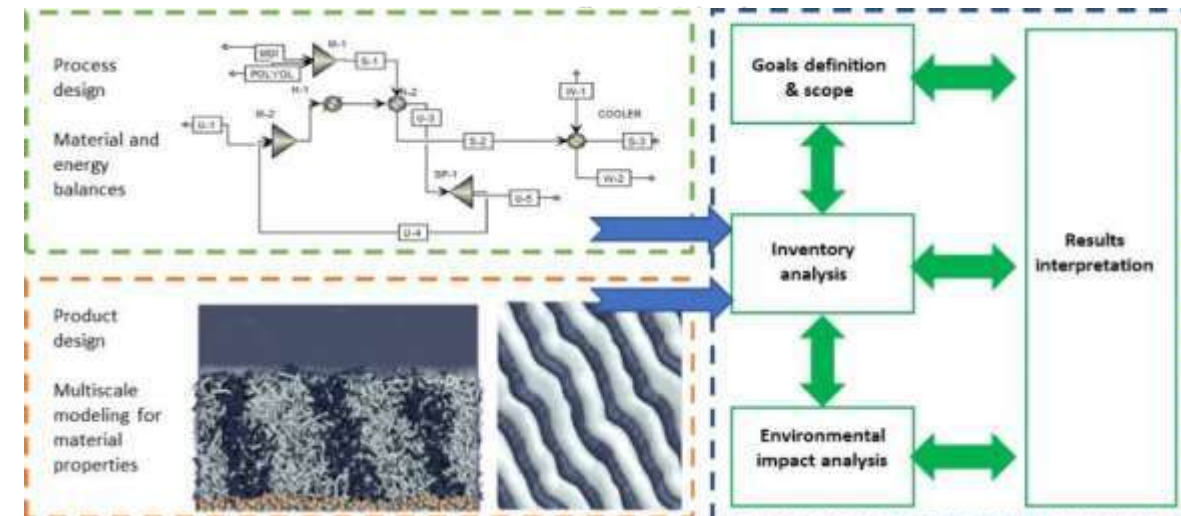
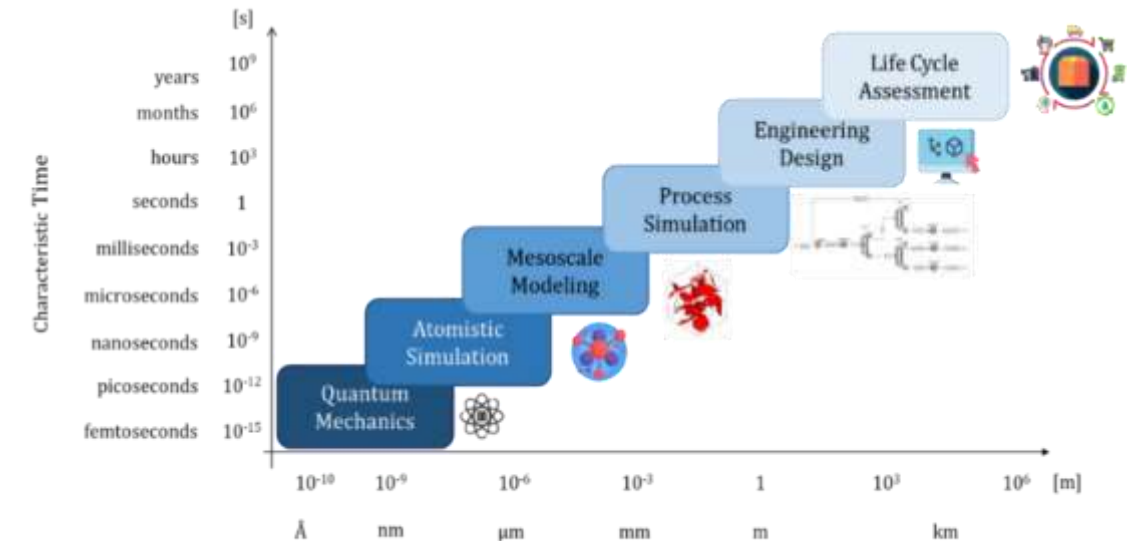
CCS per cattura di aria atmosferica



- Uno **schema di acquisizione diretta** prevede i seguenti passaggi:
- **Assorbimento di CO₂** da parte della soluzione di NaOH, producendo Na₂CO₃ disciolto
 - Reazione con Na₂CO₃ con Ca(OH)₂ per produrre CaCO₃ e NaOH
 - Decomposizione di CaCO₃ in CaO (calce) e CO₂
 - Reazione di CaO con H₂O per rigenerare Ca(OH)₂
 - Il costo è stimato in \$ 600/tCO₂, con grande incertezza e valori più alti più probabili rispetto a valori inferiori
 - Nessun sistema DAC dimostrativo o su scala pilota è stato sviluppato
 - È del tutto possibile che gli impianto di DAC in discussione oggi o ancora da sviluppare sarà implementato
- Sarebbe necessaria un'enorme struttura fisica per rimuovere anche modeste quantità di CO₂ dall'atmosfera. **La concentrazione è di poco superiore a 400 ppm!**
 - Per rimuovere CO₂ dall'atmosfera ad un tasso equivalente all'emissione di una centrale a carbone da 1000 MW (1 GW) sarebbe necessaria una struttura alta 10 m e lunga 30 km (che assorbirebbe 6 MtCO₂ / anno).
 - Sarebbe necessaria molta elettricità per alimentare i ventilatori a tale aria sulle superfici assorbenti e il calore verrebbe utilizzato per rigenerare i materiali assorbenti
 - Questo potrebbe essere alimentato da energia rinnovabile, ma avrebbe senso farlo solo dopo che tutte le fonti di emissione di elettricità esistenti sono state sostituite con fonti di energia rinnovabili.

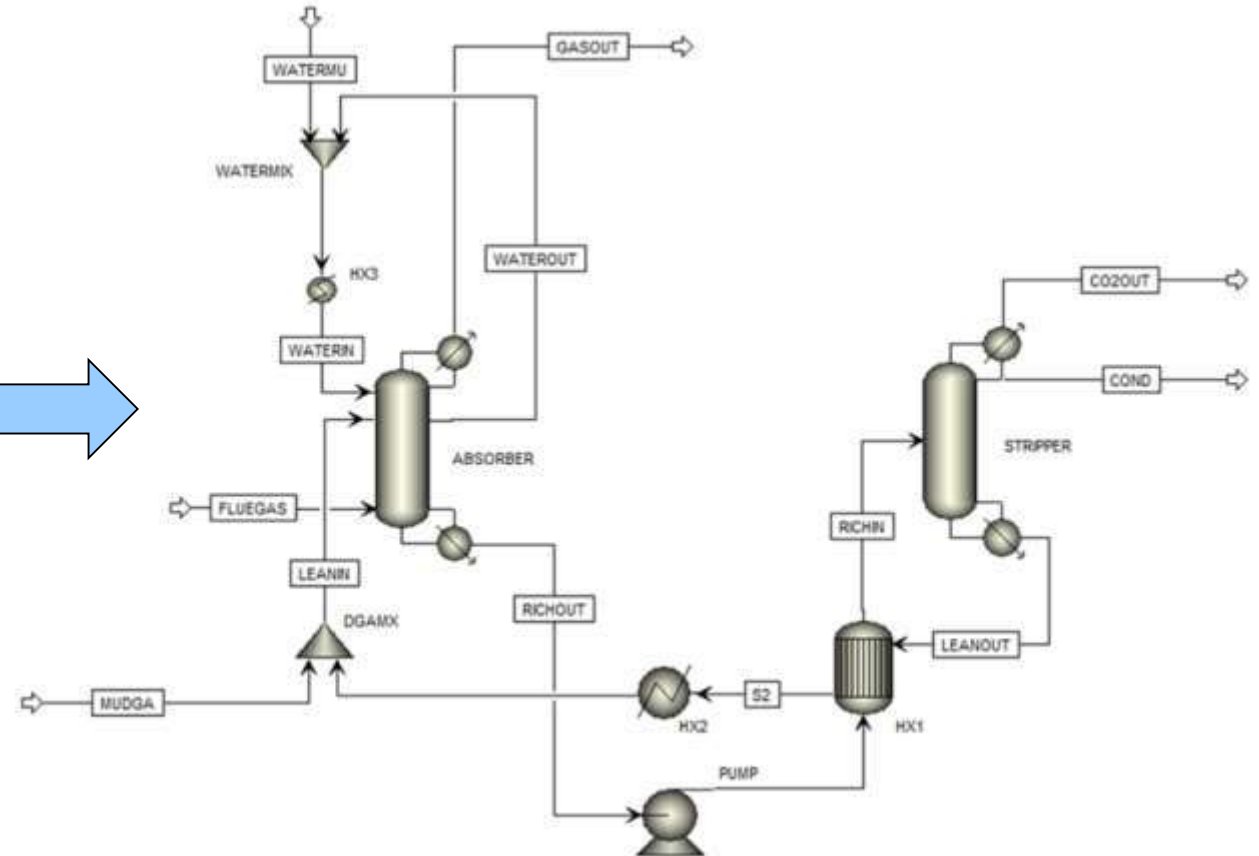
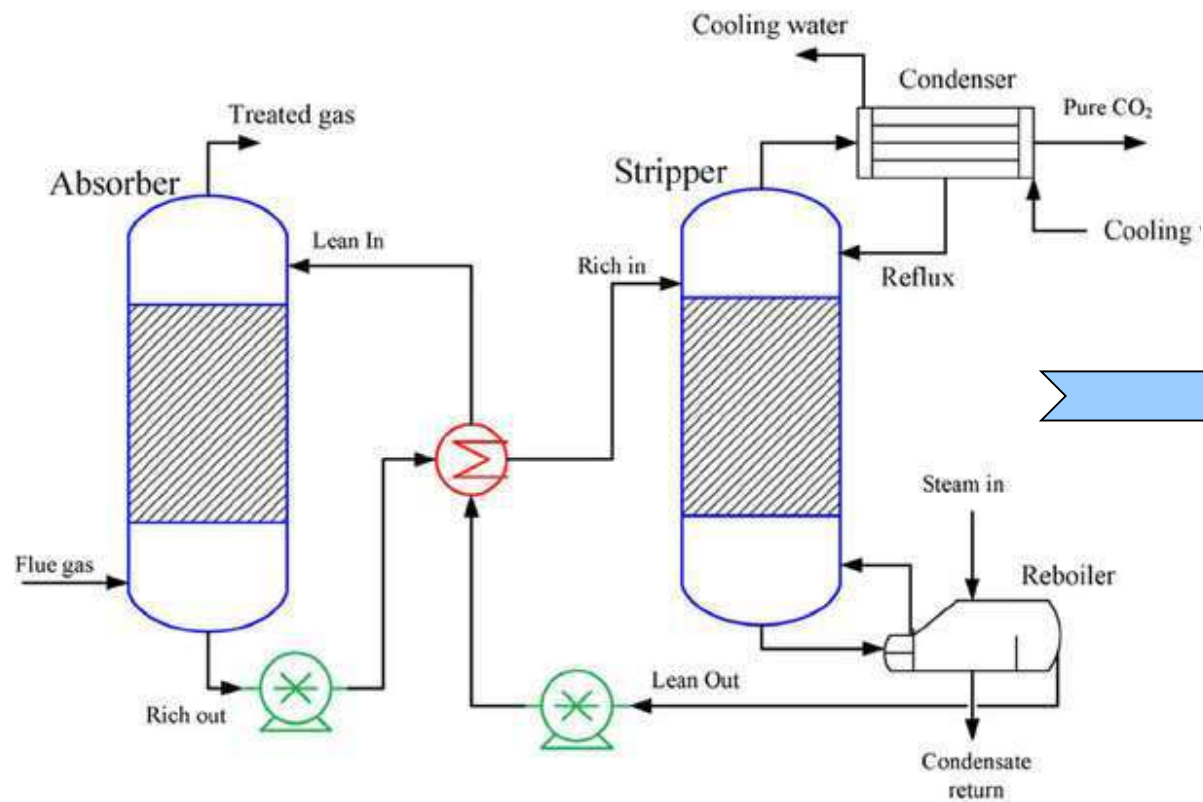
Ruolo dei simulatori di processo

- Obiettivo principale è valutare la sostenibilità energetica, economica e ambientale dei processi
- La simulazione di processo fornisce dati:
 - Energy Return on Energy Invested (EROEI),
 - Levelized Cost of Energy (LCOE)
 - Life Cycle Assessment (LCA). Integrazione della progettazione di processo e prodotti in LCA
- La simulazione di processo è utile perché:
 - Consente di gestire gli studi LCA nella fase di produzione e di progettazione
 - Consente l'utilizzo di dati personalizzati per processo e prodotto



Absorber/Stripper Cycle

- Absorber + stripper



Simulazione impianto pilota e scale up a 25 MW

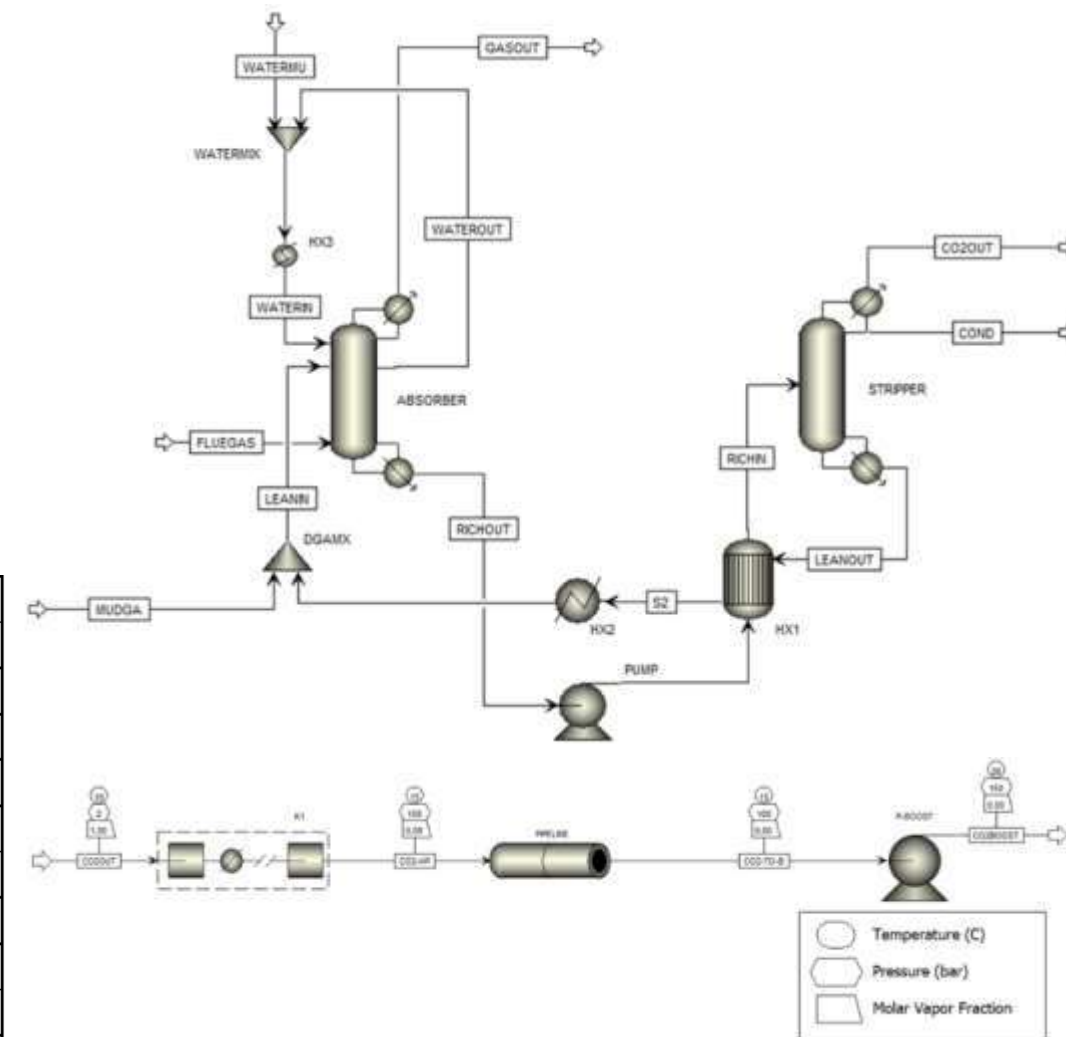


- Impianto pilota

	SIMULAZIONE	IMPIANTO PILOTA REALE	UNITÀ DI MISURA
PORTATA FLUEGAS	72,0	72,0	kg/h
TEMPERATURA FLUEGAS	55	48,01	°C
CO2 IN FLUEGAS	0,085	0,085	frazione in massa
PORTATA GASOUT	68,09	66,6	kg/h
TEMPERATURA GASOUT	52,11	47,13	°C
CO2 IN GASOUT	0,017	0,022	frazione in massa
RECUPERO CO2	81,0%	76,0%	recupero massa CO2 %
CARICO TERMICO RIBOLLITORE	7,5	7,951	kW

- Scale up

	IMPIANTO CCS PER CENTRALE DA 25 MW	UNITÀ DI MISURA
PORTATA FLUEGAS	42,16	kg/s
CO2 IN FLUEGAS	0,063	frazione in massa
PORTATA GASOUT	40,02	kg/s
CO2 IN GASOUT	0,013	frazione in massa
PORTATA CO2OUT	2,14	kg/s
CO2 IN CO2OUT	0,988	frazione in massa
RECUPERO CO2	79,6	recupero massa CO2%
CARICO TERMICO RIBOLLITORE	250	kW
MAKE-UP DGA	0,85	kg/s
COSTO TOTALE IMPIANTO (TPC)	4456340	USD



Valutazioni economiche ed energetiche



- Dati impianto

		UNITÀ DI MISURA	EROEI	LCOE
POTENZA INSTALLATA	25	MW	X	X
ENERGIA PER UTENZE AUSILIARIE	21,4	%	X	
ENERGIA TERMICA	91,75	%	X	
POTENZA NETTA PRODOTTA	17,59	MW	X	X
COSTO TOTALE IMPIANTO (TPC)	4456340	USD	X	
PERCENTUALE DEI COSTI DI INVESTIMENTO PER OPERAZIONI E MANUTENZIONE	13,15	%	X	
COSTI FISSI OPERAZIONI E MANUTENZIONE	143,18	€/kW/anno		X
COSTI VARIABILI OPERAZIONI E MANUTENZIONE, cf=0,4	0,030	€/kWh		X
COSTI VARIABILI OPERAZIONI E MANUTENZIONE, cf=0,85	0,014	€/kWh		X

EROEI

IMPIANTO	cf	EROEI	EROE
NGCC 25 MW	0,40	9,7	16
	0,85	14,6	16,6
NGCC 25 MW + CCS	0,40	3,54	144,8
	0,85	6,53	158,5

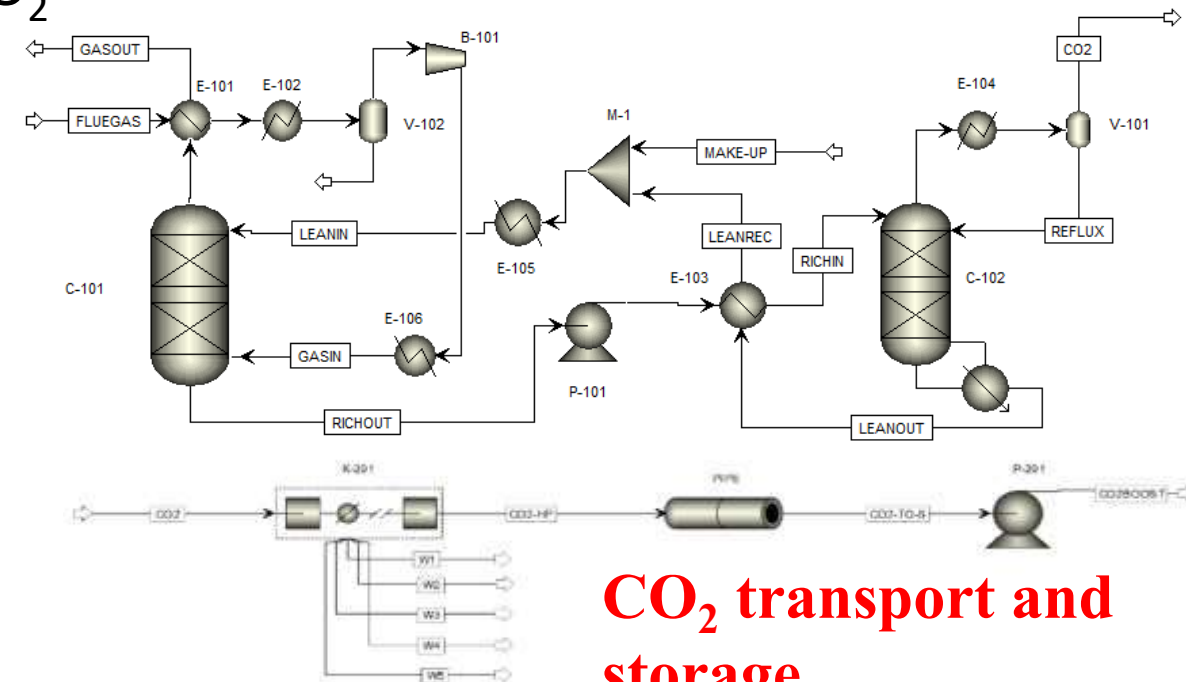
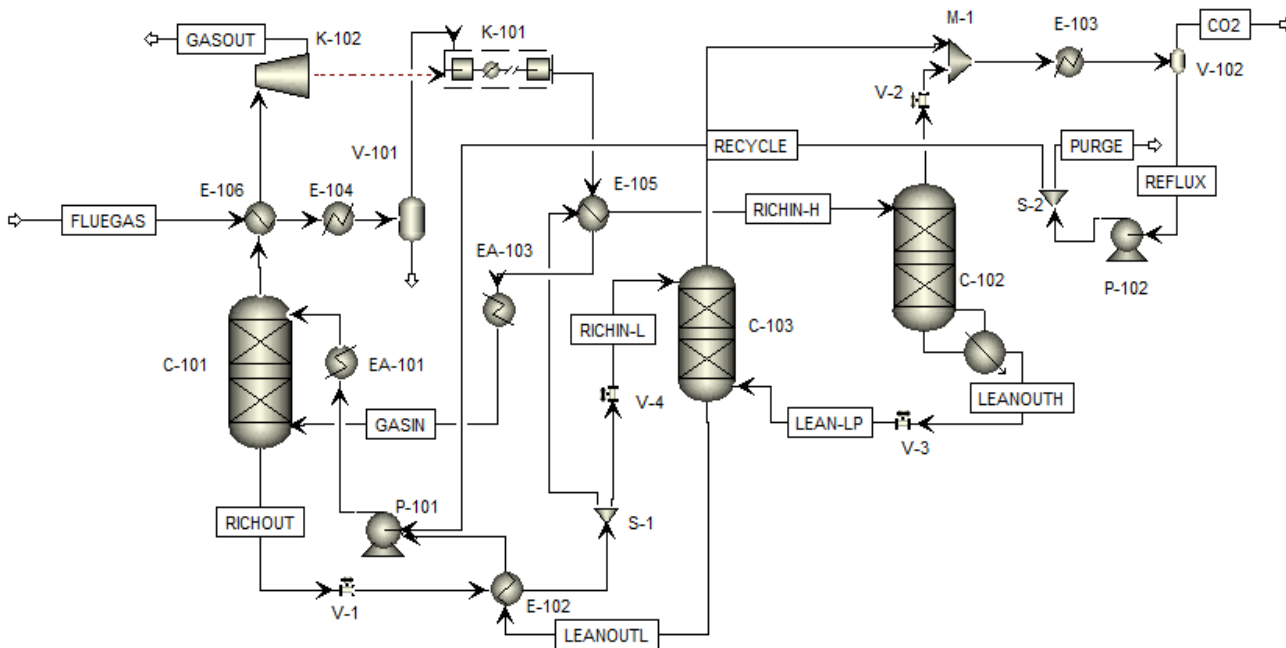
LCOE

IMPIANTO	cf	LCOE	COSTO EXTRA CCS
NGCC 25 MW + CCS	0,40	144-166	66
	0,85	110-132	32

Esempio: CCS da NGCC per produzione di energia elettrica

- Alimentazione a CCS per una centrale elettrica NGCC
 - Portata in ingresso di 75901 kg/hr di gas naturale
 - Capacità installata 564.7 MWe, e 555.1 MW_e di potenza netta
 - 900 kg/s di FG, at 143°C e 1 bar
- Simulazione Aspen+ CCS con MEA e con HPC
- Simulazione Aspen+ di trasporto e storage di CO₂

Componente	Composizione: % mole
CO ₂	4.04
N ₂	74.32
O ₂	12.09
H ₂ O	8.67
Ar	0.89



CO₂ transport and storage

Esempio: CCS da NGCC per produzione di energia elettrica



		MEA	HPC	EROEI	LCOE	LCA
Installed capacity (P_{inst})	kW _e	564,700	564,700	x	x	x
Energy for auxiliary	%	7.8	21.4	x		x
Thermal energy	%	84.2	91.75	x		x
Net power output (P)	kW _e	431,431	397,266	x	x	x
Total plant cost (TPC)	€	246,610,100	522,848,300		x	
I line (CCS only)		576,394,900	852,663,100	x		
II line (CCS+NGCC)						
Share of investment costs due to operation and maintenance ($s_{o\&m}$)	%	12.4	13.15	x		
Fixed operation and maintenance costs (FO&MC)	€/kW/year	67.28	143.18		x	
Variable operation and maintenance costs (VO&MC), cf = 0.4	€/kWh	0.020	0.030		x	
Variable operation and maintenance costs (VO&MC) cf = 0.85	€/kWh	0.009	0.014		x	
Total amount of solvent	kg	53,317,213	9,691,908			x

Consumi di energia per CCS

	MEA	HPC
Blower	20,945	93,798
Pump	373	1441
CO2 compressor	12,785	15,931
Booster pump	267	268
Total auxiliaries	34,370	111,438
Reboiler duty	248,445	129,241
	89,440	46,527
Total (aux + reboiler)	123,810	157,965

Esempio: CCS da NGCC e calcolo indicatori

- Indicatori: EROEI, EROC, LCEO

- $EROEI = E_{out}/E_{in}$

- $E_{out} = P \cdot cf \cdot L$

- $E_{in} = E_{cap} + E_{o\&m} + E_f$

- $E_{cap} = P \cdot \varepsilon$

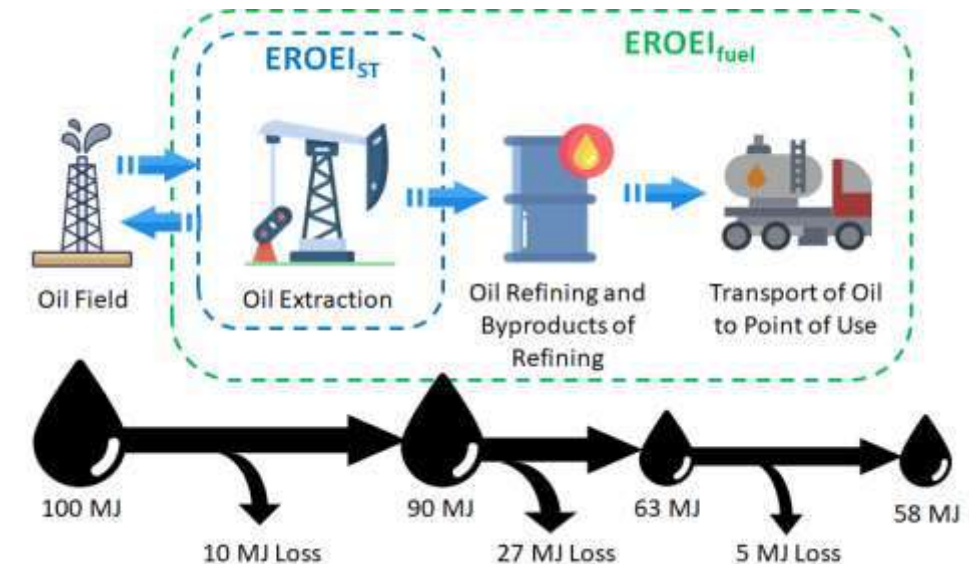
- $E_{o\&m} = P \cdot \varepsilon \cdot L \cdot s_{o\&m}$

- $E_f = \frac{P \cdot cf \cdot L}{\eta \cdot EROEI_{Fuel}}$

- $EROC = \left[\frac{(1-EROEI)}{(carbon\ emission\ factor)} \right]$

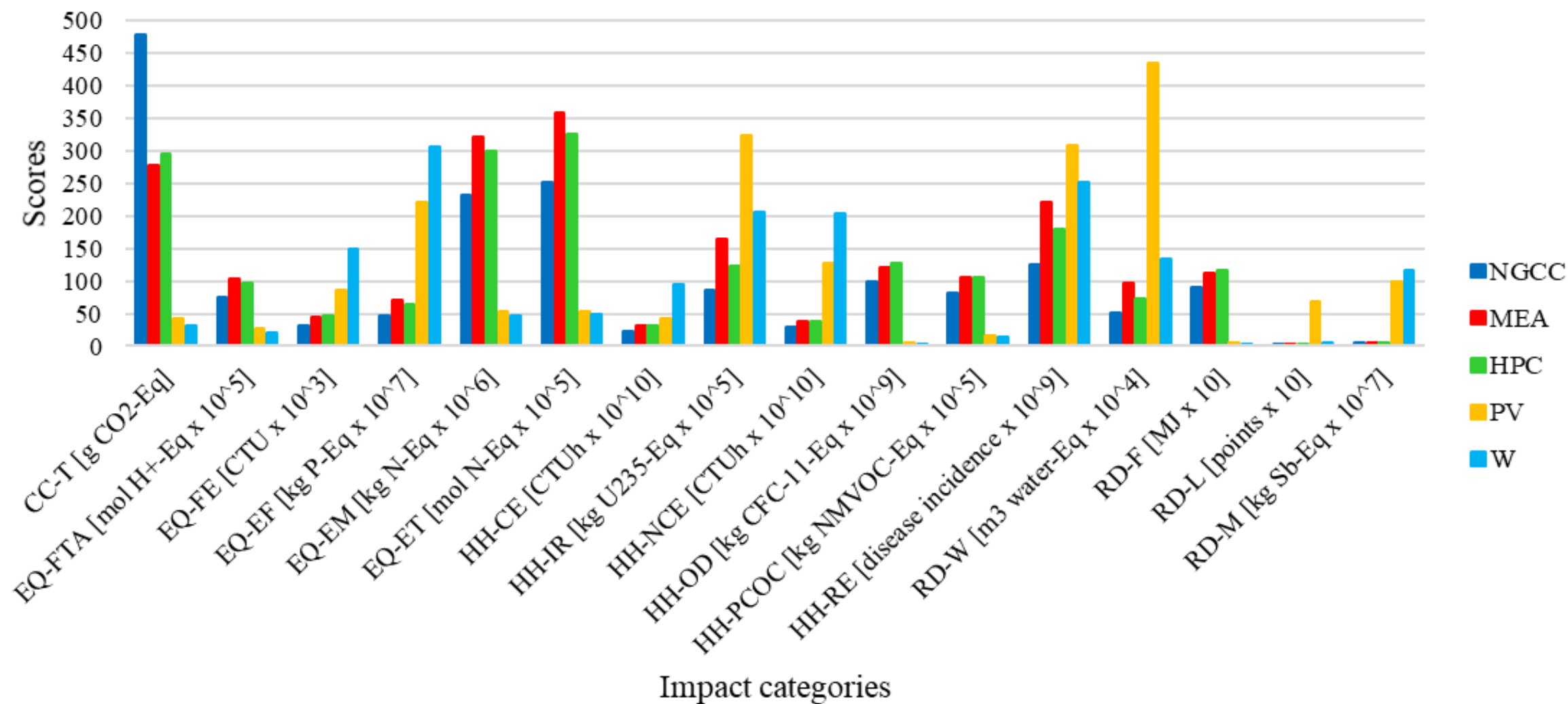
- $LCOE = \frac{OC \times P \times CRF + FO \& MC}{8760 \times cf} + VO \& MC$

Process	cf	EROEI	EROC
NGCC no CCS	0.40	17.60	16.81
	0.85	21.37	16.99
NGCC + CCS MEA	0.40	7.73	163.1
	0.85	12.36	167.1
NGCC + CCS HPC	0.40	5.21	163.1
	0.85	9.06	167.1



cf	NGCC with MEA	Extra cost due to MEA	NGCC with HPC	Extra cost due to HPC
0.40	[131 – 153]	53	[178 – 200]	100
0.85	[102 – 124]	24	[126 – 148]	48

Esempio: CCS da NGCC – LCA



Cattura e immagazzinamento della CO₂ (CCS)



- EROEI mostra che
 - è **inferiore con CCS** a causa del maggiore consumo di energia per il CCS dall'energia utilizzata per gli ausiliari e per la fornitura di calore per il processo di rigenerazione del solvente.
 - La riduzione dell'EROEI è molto **più pronunciata** per il processo **HPC**.
 - EROEI è direttamente proporzionale al fattore di capacità, come previsto
- EROC mostra che
 - Valori per la CCS sono un ordine di grandezza più grandi del processo originale
- LCOE mostra che
 - Il costo con CCS è sensibilmente **più elevato rispetto alle rinnovabili** particolarmente quando il fattore di capacità è basso
- LCA mostra che
 - Le centrali elettriche con **fonti fossili** mostrano impatti più elevati verso le categorie legate al **clima, l'eutrofizzazione e l'acidificazione, principalmente a causa della combustione di gas naturale.**
 - Le energie rinnovabili si rivelano dannose per la **salute umana e l'acqua dolce in quanto l'estrazione dei minerali necessari per la loro costruzione fornisce un significativo impatto ambientale.**

Cattura e immagazzinamento della CO₂ (CCS)



- Ma quanto emette comunque??
 - Per un impianto a gas naturale NGCC da 560 MW
 - Senza CCS → 368.7 g_{CO₂} / kWh
 - Con CCS: cattura 80% → 73.74 g_{CO₂} / kWh
 - Con CCS: energia al ribollitore → 8-20% → 34–75 g_{CO₂}/ kWh
 - Con CCS: totale → 110 – 140 g_{CO₂} / kWh [> 100 g_{CO₂} / kWh]

Cosa sta facendo l'Unione Europea: Emissions Trading System (EU ETS)



- Direttiva per la riduzione delle emissioni di gas serra a recepimento del **Protocollo di Kyoto del 1997**;
- Sancisce la nascita di un **mercato delle emissioni**, intese al pari di merci/beni scambiabili fra aziende (**Crediti di CO₂**)
- In vigore dal 2005, si compone di **4 fasi fino al 2030**
- Viene fissato un **tetto alla quantità totale di alcuni gas serra** che possono essere emessi dagli impianti che rientrano nel sistema.
 - Il tetto si riduce nel tempo di modo che le emissioni totali diminuiscono.
- Entro questo limite, **le imprese ricevono o acquistano quote di emissione** che, se necessario, possono scambiare.
 - Possono anche acquistare quantità limitate di crediti internazionali da progetti di riduzione delle emissioni di tutto il mondo.
 - La limitazione del numero totale garantisce che le quote disponibili abbiano un valore.
 - Alla fine di ogni anno le società devono restituire un numero di quote sufficiente a coprire le loro emissioni se non vogliono subire pesanti multe.
- Da progetto, nel 2020 le emissioni dei settori disciplinati dal sistema sono **inferiori del 21% rispetto al 2005**.
- Nel 2030, nel quadro del sistema modificato, saranno inferiori del 43%.

Emissions Trading System (EU ETS)

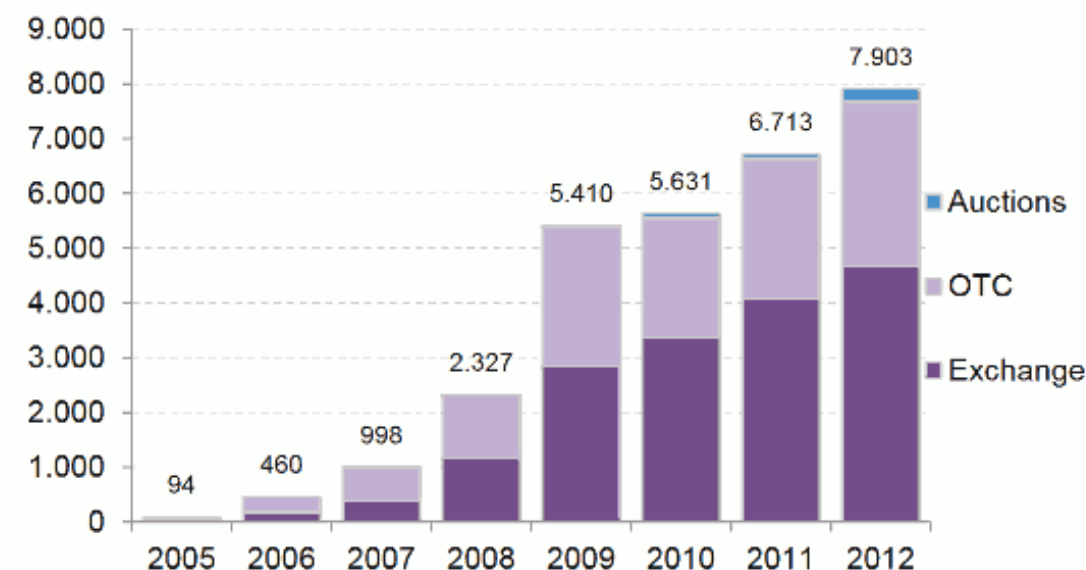


- Fase Pilota (2005-2007):
 - Ha considerato solamente le emissioni di CO₂ da impianti di generazione di **energia elettrica** e industrie ad **alto consumo** energetico
 - La maggior parte delle quote sono state **assegnate** alle aziende **gratuitamente**
 - **La multa** per un superamento delle quote di emission era fissata a €40 per tonnellata
- Cosa è stato ottenuto:
 - È stato **definito un valore** per ciascuna quota
 - E' stata raggiunta la **condizione di libero mercato** all'interno dell'Europa
 - Sono state istituite le **infrastrutture necessarie** a monitorare, relazionare e verificare le emissioni

Emissions Trading System (EU ETS)

- Fase di consolidamento (2008-2012):
 - Fase concidente con il **primo periodo di riduzione** delle emissioni fissato dal protocollo di Kyoto.
 - **Limite più stringente sulle emissioni** (circa 6.5% inferiori rispetto al 2005)
 - Introduzione di **limiti di emissioni anche per l'ossido di azoto** (N₂O), usato per la produzione di acido nitrico in diverse nazioni
 - Alcuni stati indicano **aste di quote di emissioni**
 - **Le multe** per il superamento dei limiti aumentano a €100 per tonnellata
 - Le aziende hanno potuto **acquistare crediti internazionali** per un mercato che si è aggirato sulle 1.4 miliardi di tonnellate di emissioni di CO₂-equivalenti
 - Si è passata da una verifica locale ad una **centralizzazione dei controlli** presso l'UE
 - Ssettore **trasporto aereo** è stato aggiunto alle aziende già sottoposte alla Direttiva sul controllo delle emissioni di CO₂

7.9 miliardi di tonnellate di crediti di emissione di CO₂ scambiati nel 2012 hanno portato ad un giro d'affari di circa 56 miliardi€



Fonte: Bloomberg New Energy Finance. Figures taken from Bloomberg, ICE, Bluenext, EEX, GreenX, Climex, CCX, Greenmarket, Nordpool. Other sources include UNFCCC and Bloomberg New Energy Finance estimations.

Emissions Trading System (EU ETS)



- Fase di miglioramento (2013-2020):
 - alle emissioni si applica **un unico tetto per tutta l'UE** anziché tetti nazionali come in precedenza
 - **la vendita all'asta** è il metodo comune di assegnazione delle quote (anziché l'assegnazione a titolo gratuito), mentre alle quote ancora assegnate gratuitamente si applicano norme armonizzate
 - è contemplato un **maggior numero di settori e di gas** (CO₂, N₂O, PFC da produzione Al)
 - grazie al programma NER 300, sono state **accantonate nella riserva** per i nuovi entranti 300 milioni di quote per finanziare la diffusione di tecnologie innovative per le energie rinnovabili e la cattura e l'immagazzinamento della CO₂.
- Fase di revisione (2021-2030):
 - Il quadro legislativo del sistema ETS dell'UE per il prossimo periodo di scambio (fase 4) **è stato rivisto** all'inizio del 2018 per poter conseguire gli **obiettivi di riduzione delle emissioni dell'UE per il 2030**, in linea con il quadro delle politiche per il clima e l'energia per il 2030 e come parte del contributo dell'UE all'accordo di Parigi del 2015.
- La revisione si incentra sui seguenti aspetti:
 - **rafforzare l'ETS UE** come stimolo agli investimenti aumentando il ritmo delle riduzioni annuali delle quote al 2,2% a partire dal 2021
 - **rafforzare la riserva stabilizzatrice del mercato** (il meccanismo istituito dall'UE nel 2015 per ridurre l'eccedenza di quote di emissioni nel mercato del carbonio e migliorare la resilienza dell'ETS dell'UE agli shock futuri)
 - **proseguire con l'assegnazione gratuita** di quote a garanzia della competitività internazionale dei settori industriali esposti al rischio di rilocalizzazione delle emissioni di carbonio, garantendo al tempo stesso che le regole per determinare l'assegnazione gratuita siano mirate e riflettano il progresso tecnologico
 - **aiutare l'industria e il settore energetico** a rispondere alle sfide dell'innovazione e degli investimenti richiesti dalla transizione verso un'economia a basse emissioni di carbonio attraverso vari meccanismi di finanziamento

Il Green Deal Europeo

- Obiettivi al 2031 rispetto ai livelli del 1990:
 - riduzione delle emissioni di gas serra di almeno il 55%
 - incremento Energia Rinnovabile al 38.5%,
 - incremento Efficienza Energetica al 36%.
- Riesame entro il 6/2021, di tutti gli strumenti pertinenti della politica in materia di clima



Agenda



- Lo scenario
 - La tempesta perfetta: evoluzione del pensiero scientifico sul riscaldamento globale.
 - L'aumento della concentrazione di gas clima alteranti in atmosfera e conseguenze
 - Perché dobbiamo agire subito
 - Il sistema EPRTTR ed analisi dei dati EPRTTR in regione FVG
 - Analisi di dati ARPA per la regione FVG
- Cosa fare
 - Introduzione ai principali indicatori per indirizzare le scelte energetiche
 - I processi di CCS e CCU
 - Uso dei simulatori di processo
 - Gli ETS dell'Unione europea