



# MOBILITA' SOSTENIBILE AL LAVORO

Occupazione e produzione industriale per  
la mobilità del futuro

TORINO 30 GENNAIO - Energy Center del Politecnico - Via Paolo Borsellino

**L'energia pulita che verrà.  
Perché la ricerca scommette sull'idrogeno**

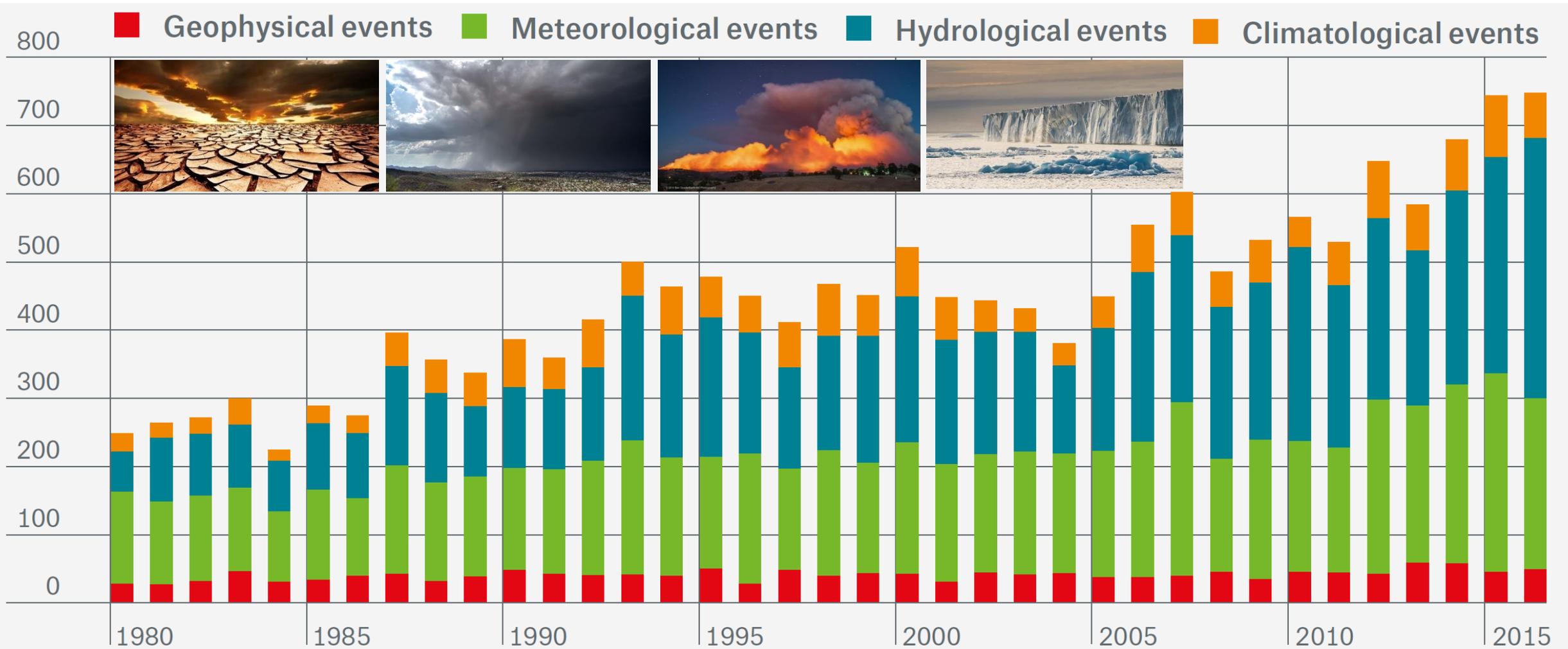
**Guido Saracco**

guido.saracco@polito.it



**POLITECNICO  
DI TORINO**

# Numero catastrofi naturali (1980-2016)



# Statisti? ...o solo effetto gregge?

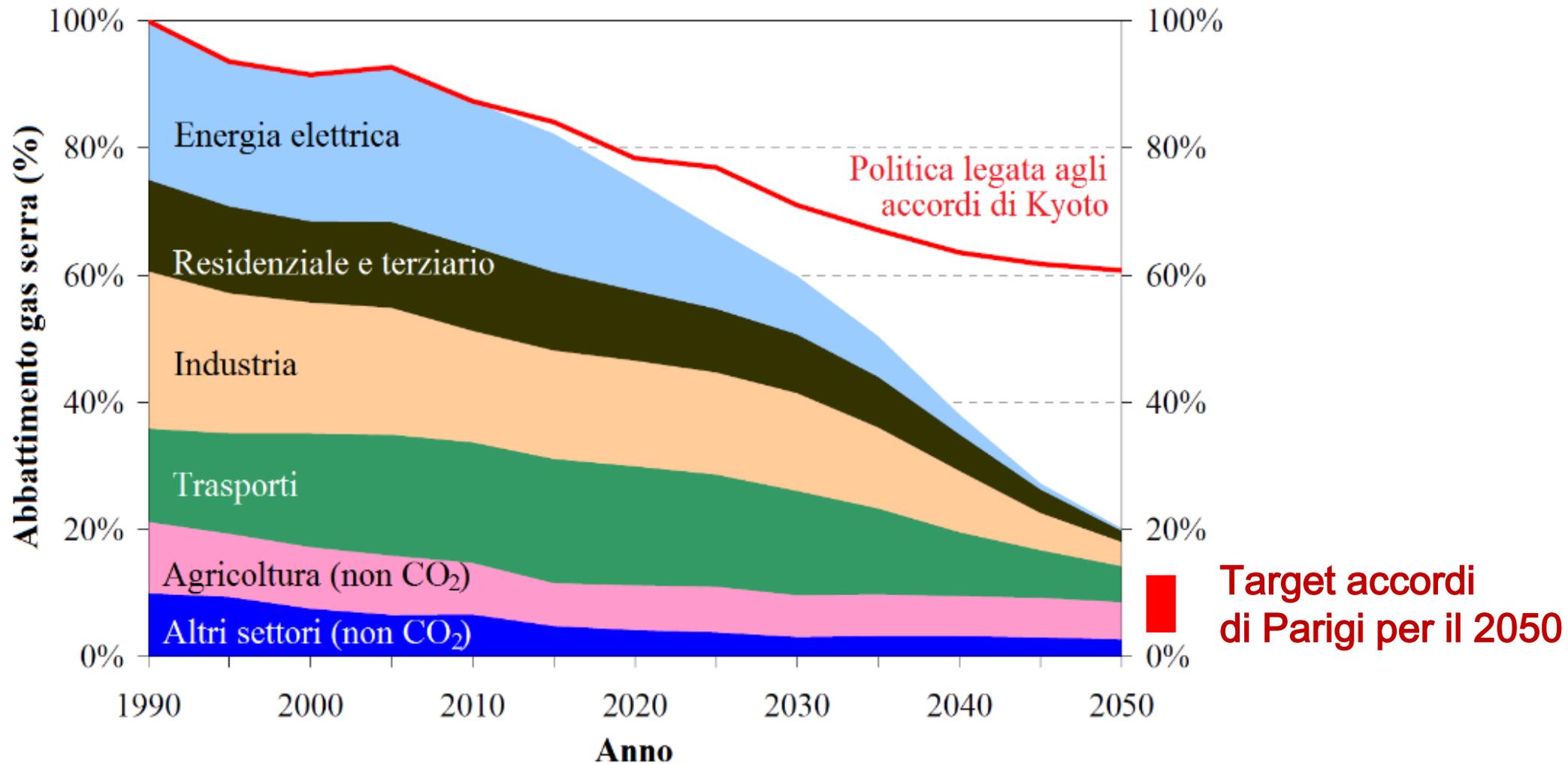
«Mantenere ben sotto i 2°C  
il riscaldamento globale»

Nations Unies  
Conférence sur les Changements Climatiques 2015  
COP21/CMP11

Paris, France



# Le traiettorie di Kyoto e Parigi nella riduzione dei gas serra





Siria, siccità degli anni 2005-2010

Aleppo (2016)

An aerial photograph of Aleppo, Syria, showing a dense urban landscape under a cloudy sky. A large plume of dust or smoke is visible in the distance, indicating a recent explosion or conflict. The city is characterized by multi-story buildings and a complex network of streets.

7,6 milioni di migranti interni verso le città  
4,2 milioni fuggiti all'esterno  
1 milione verso l'Europa  
12 hanno tentato di raggiungere Gorino Ferrarese

# Barricate anti profughi a Gorino Ferrarese. Alfano: «Quella non è Italia»

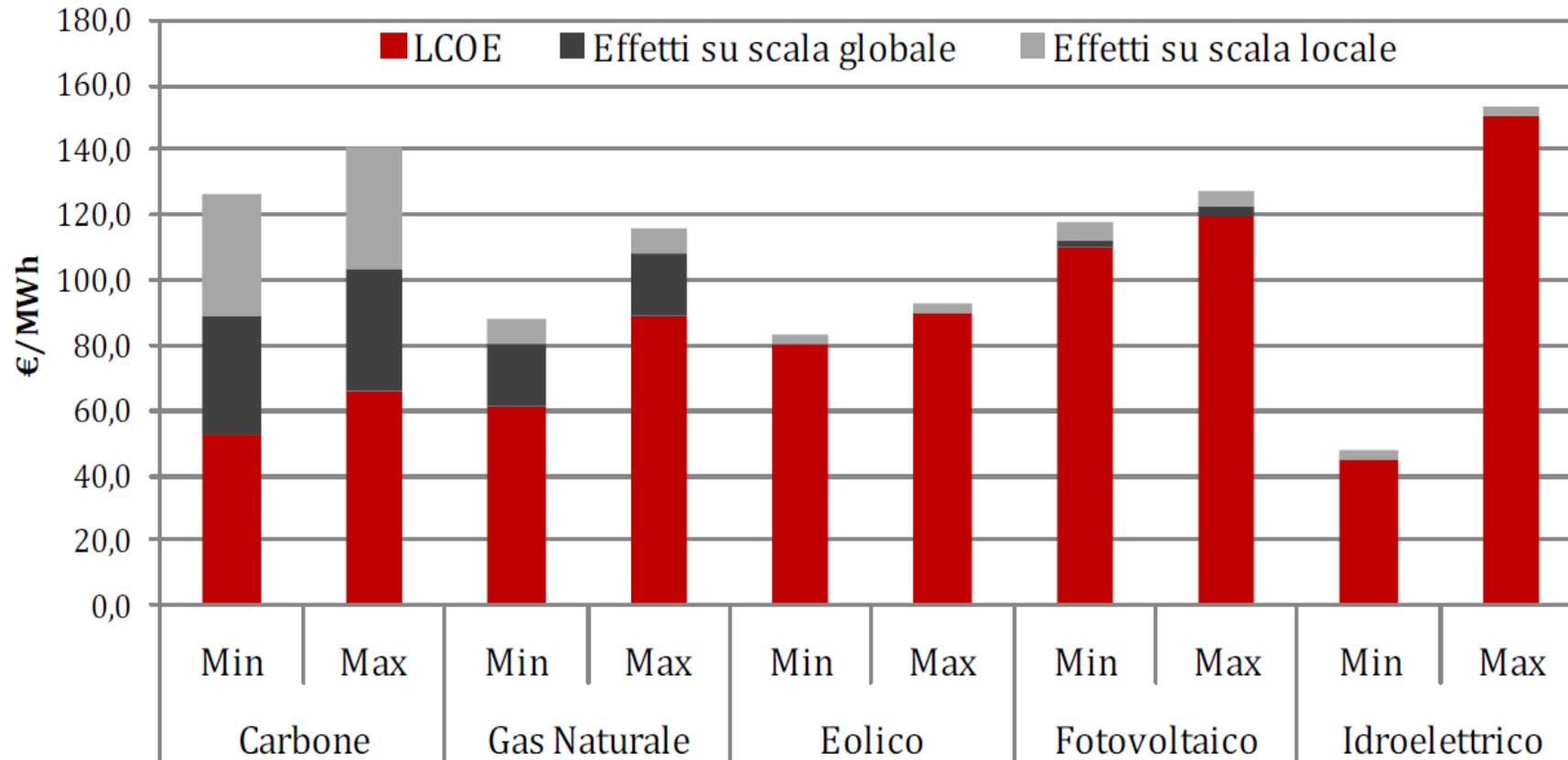
—di Alessia Tripodi | 25 ottobre 2016

Il Sole **24 ORE** ITALIA





# Il costo globale dell'energia



Fonte: Alessandro Marangoni, Il Global Cost dell'energia e gli effetti dello sviluppo delle rinnovabili, Report per Assorinnovabili, 2016

LEGGI DI BILANCIO

## Fca: «Il governo ritiri l'ecotassa o salta il piano di investimenti in Italia»

Salta il consiglio regionale aperto. I manager in una lettera: «La norma altera il mercato in una fase molto delicata». I sindacati: «A rischio migliaia di posti di lavoro». Chiamparino: «Inquieta l'incertezza». Ma Di Maio: «Troveremo soluzione senza choc»

di Redazione online

MENU

la Repubblica.it

**Economia & Finanza** con Bloomberg

Seguici su [f](#) [t](#) [in](#)

## Fca: con l'ecotassa salta il piano di investimenti in Italia

*Manley e Gorlier non vanno all'incontro con Regione e comune. Hanno spiegato in una lettera che l'introduzione del bonus/malus a vantaggio delle auto ibride e a svantaggio di quelle con alimentazione tradizionale finirebbe per far saltare il piano di investimenti in Italia*





MACRON  
TU NOUS  
"POMPES"

**Domenica con  
Alain Elkann**

*Alain Elkann*



Joseph Klafter, al vertice dell'Università di Tel Aviv e presidente del comitato dei rettori di Israele

"Gli ingegneri creativi sono il futuro"



JÖRG CARSTENSE/AP

Joseph Klafter è rettore dell'Università di Tel Aviv (Tau) dal 2009 e presidente del comitato dei rettori di Israele. È docente di fisica chimica ed è stato presidente della Israel Science Foundation (Isf), la principale istituzione a sostegno della ricerca scientifica in Israele, dal 2002 al 2009. Nel 2011 l'American Academy of Arts and Sciences lo ha nominato membro onorario.

**Come descriverebbe l'Università di Tel Aviv?**

«È una delle più recenti, nata dopo la fondazione dello Stato. Esiste solo dal 1956, eppure è già di gran lunga la maggiore del Paese. Abbiamo 30mila iscritti, di cui 16 mila studenti universitari e 14mila dottorandi, il che la rende una vera centrale di ricerca. Abbiamo anche 2.500 studenti stranieri. Siamo l'università più completa, poiché copriamo quasi ogni settore della ricerca e dell'insegnamento».

**Quali sono le eccellenze?**

«Informatica, matematica, giurisprudenza, chimica, la nostra scuola d'impresa. Sono centri di fama mondiale».

**I docenti sono tutti israeliani?**

«La maggior parte di origine israeliana, o immigrati ebrei che si sono trasferiti qui. Non li assumiamo fino a quando non hanno concluso il loro PhD e trascorso alcuni anni all'estero, in Usa o in Europa.

Israele è un piccolo Paese (ma con 9 università), vogliamo una prova internazionale delle loro capacità. E quando li prendiamo sappiamo che sono davvero eccellenti».

**Cosa ha cambiato come presidente di Tau?**

«Le università così come le conosciamo sono state modellate oltre 200 anni fa sulle idee di Humboldt, che ne ha definito il modello basato sulla libertà accademica e l'indipendenza dalla religione e dalla politica. Un modello guidato non dal mercato ma solo dalla ricerca. Ora è chiaro che le università devono reinventarsi. Il futuro è influenzato dalla rivoluzione digitale».

**Come si fa?**

«L'intera impresa universitaria deve dare agli studenti strumenti per affrontare l'ignoto. Direi che prima di tutto dobbiamo insegnare il maggior numero possibile di discipline e rendere possibile la creazione di curricula flessibili. Un esempio di cui sono molto orgoglioso è la nuova laurea che combina l'ingegneria con le discipline umanistiche. Ha già suscitato molto interesse in varie aziende che cercano ingegneri ma richiedono anche capacità creative. Società come Apple, Facebook o Google cercano ingegneri orientati al design, alla filosofia e con competenza di social network. E poi puntiamo anche sull'apprendimento personalizzato».

**Le università oggi sono meno importanti a causa di Internet e Google?**

«No, ma poiché le informazioni sono molto più accessibili, il ruolo delle università deve andare nella direzione di una comprensione più profonda».

**Molte università hanno corsi online adesso?**

«I corsi online popolari sono un esempio di come la conoscenza possa essere trasferita da un continente all'altro. Ma significa anche che gli studenti vengono in classe principalmente per discutere e approfondire quello che apprendono, non solo per acquisire nozioni. La nostra università ha deciso di iniziare l'apprendimento accademico con questi corsi online quando gli studenti sono ancora alle superiori, in modo che inizino ad avere qualche credito accademico».

**Chi finanzia la vostra università?**

«In Israele tutte le università sono pubbliche. Siamo finanziati dal governo, che negli ultimi anni ha sì aumentato i fondi, ma non abbastanza dal momento che il costo della ricerca è in costante crescita. Il governo fornisce circa il 70% del nostro budget. Il resto viene dalle tasse scolastiche - che sono molto basse - e da programmi speciali a pagamento. Tutto lo sviluppo dell'università, nuovi programmi, nuovi edifici, nuove attrezzature, si

deve alla filantropia».

**I giovani israeliani hanno un servizio militare molto lungo. Come affrontate il problema?**

«Alla fine del liceo si presta servizio nell'esercito per 3-5 anni, anche di più. Ci si iscrive all'università dopo rispetto ad altri Paesi, ma è per questo che i nostri universitari hanno una visione più ampia della vita».

**Pensa che l'istruzione sia l'arma più forte contro razzismo e antisemitismo?**

«È un problema con diverse sfaccettature. Spero che l'educazione fin dalla tenera età funzioni, ma dobbiamo distinguere tra questo aspetto e il movimento Bds (boicottaggio, disinvestimento e sanzioni) creato dai palestinesi contro Israele. È in crescita ed è diffuso tra gli studenti universitari in tutto il mondo. Studenti che saranno i docenti di domani».

**Ci sono molti studenti arabo-israeliani al Tau?**

«Sono il 14%. Si integrano bene e per loro abbiamo programmi speciali di tutoraggio sull'apprendimento dell'ebraico e contro l'abbandono scolastico».

**Siete in contatto con altre università nel mondo?**

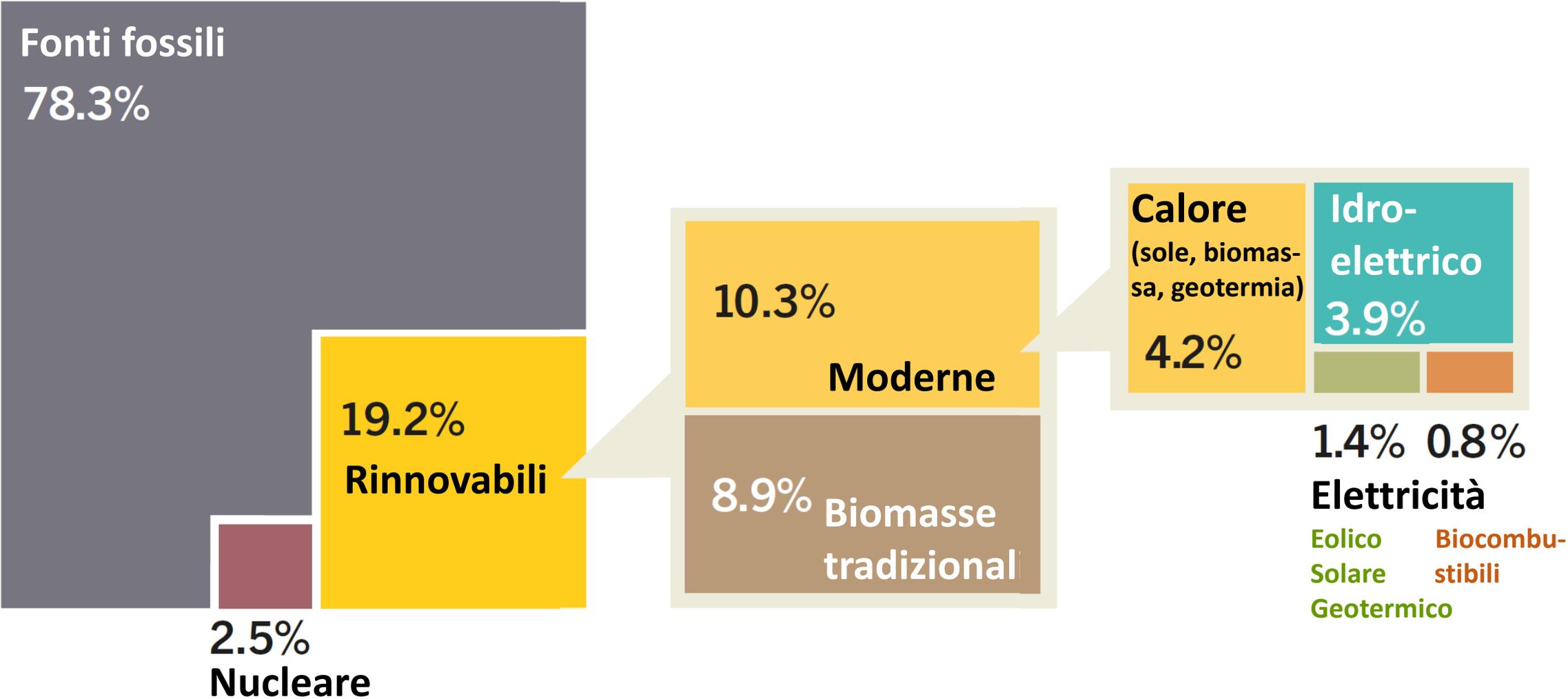
«Collaboriamo con le principali università straniere. La scienza è sempre più globale e le grandi sfide devono essere risolte cooperando».

traduzione di Carla Reschia —

# RIPARTIRE DALLA FORMAZIONE



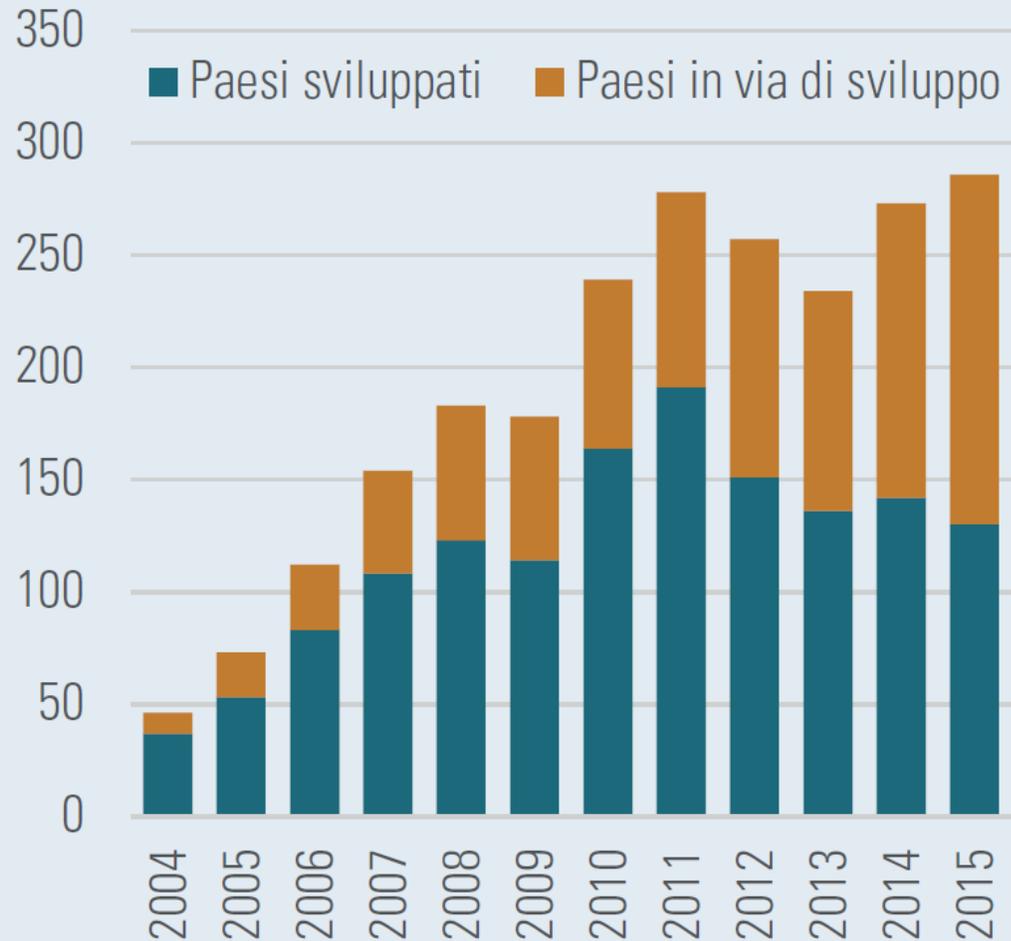
# Il mix della nostra energia oggi



Fonte: IEA, *World Energy Statistics and Balances*, (Paris: 2015), <https://www.iea.org/statistics/relateddatabases/worldenergystatisticsandbalances/>

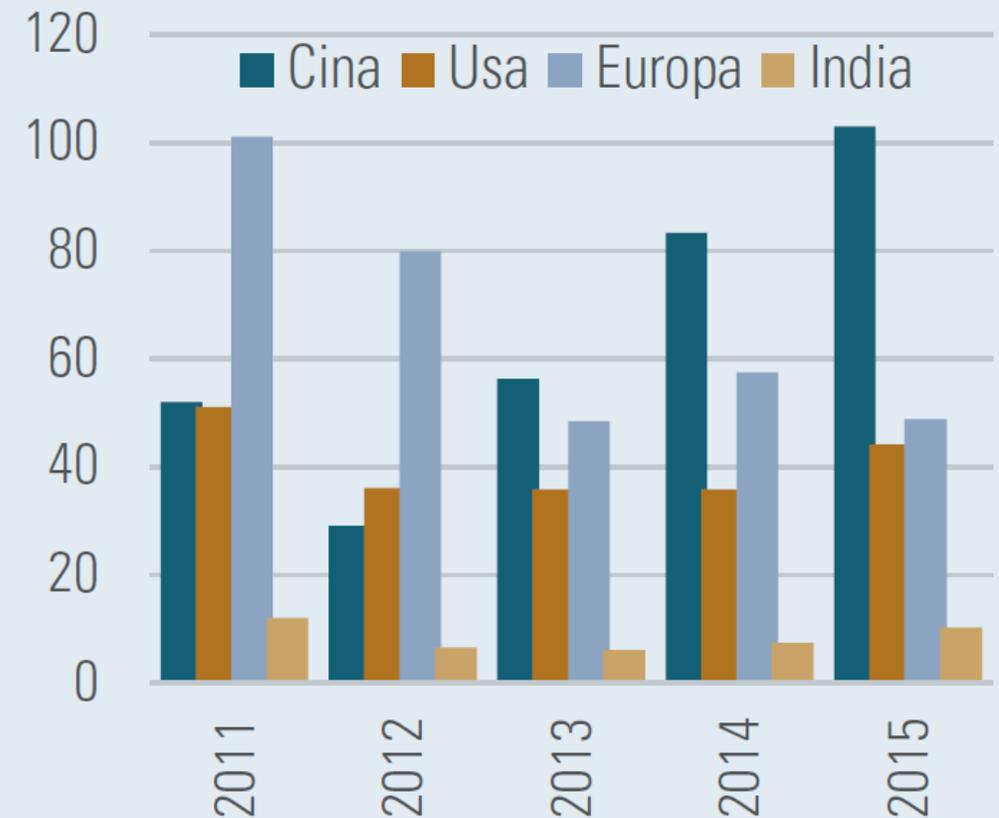
# Chi investe oggi in rinnovabili?

Investimenti mondiali nelle fonti rinnovabili nel periodo 2004-2015 (miliardi di dollari)



Fonte: Bloomberg New Energy Finance

Investimenti nelle fonti rinnovabili dei principali player mondiali tra il 2012 e il 2015 (Mld \$)



Fonte: Bloomberg new energy finance

# Celle solari perovskitiche

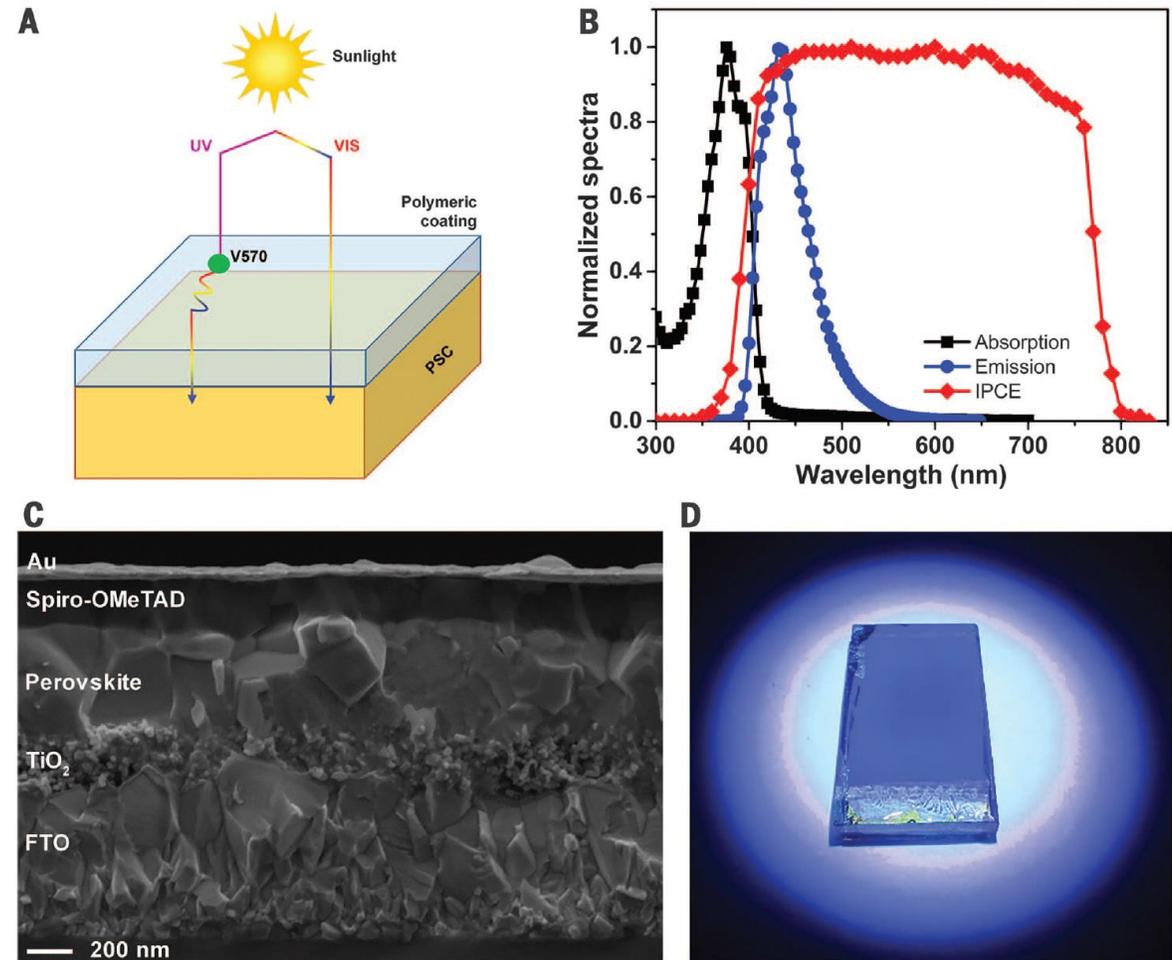
## Improving efficiency and stability of perovskite solar cells with photocurable fluoropolymers

Federico Bella,<sup>1\*†</sup> Gianmarco Griffini,<sup>2\*†</sup> Juan-Pablo Correa-Baena,<sup>3†</sup> Guido Saracco,<sup>4</sup> Michael Grätzel,<sup>5</sup> Anders Hagfeldt,<sup>3\*</sup> Stefano Turri,<sup>2</sup> Claudio Gerbaldi<sup>1</sup>

SCIENCE 14 OCTOBER 2016 • VOL 354 ISSUE 6309



L'accoppiamento di celle solari a basso costo ed alta efficienza con elettrolizzatori per la produzione di idrogeno è una opzione molto interessante per il futuro

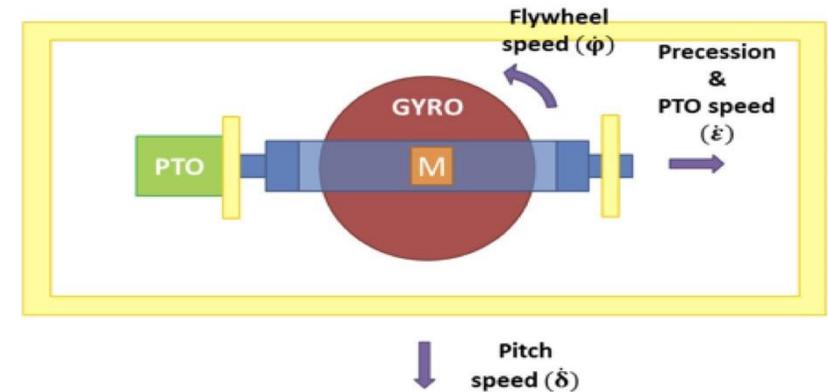
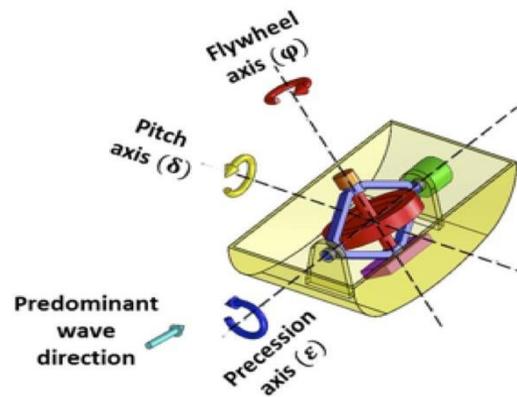


**Fig. 1. LDS-PSC integrated system.** (A) Scheme of the UV-coating operating principle. (B) Normalized absorption and emission spectra of V570-doped UV coating compared with the IPCE response of the PSC devices under study. (C) Cross-sectional field-emission scanning electron microscopy image of the PSC device before coating deposition. (D) Digital photograph of a PSC bearing the UV coating when exposed to UV light.

# Agosto 2015 a Pantelleria il PoliTO e W4E sperimentano l'energia dalle onde del mare



WAVE FOR ENERGY



# Marzo 2019 Eni avvia la produzione di energia dalle onde nell'offshore di Ravenna



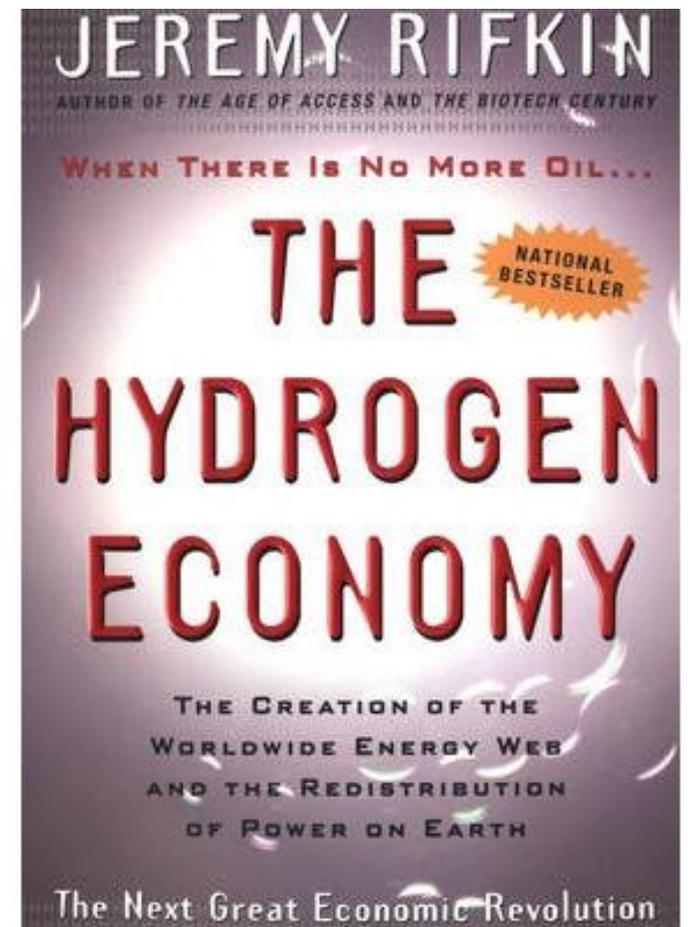
WAVE FOR ENERGY



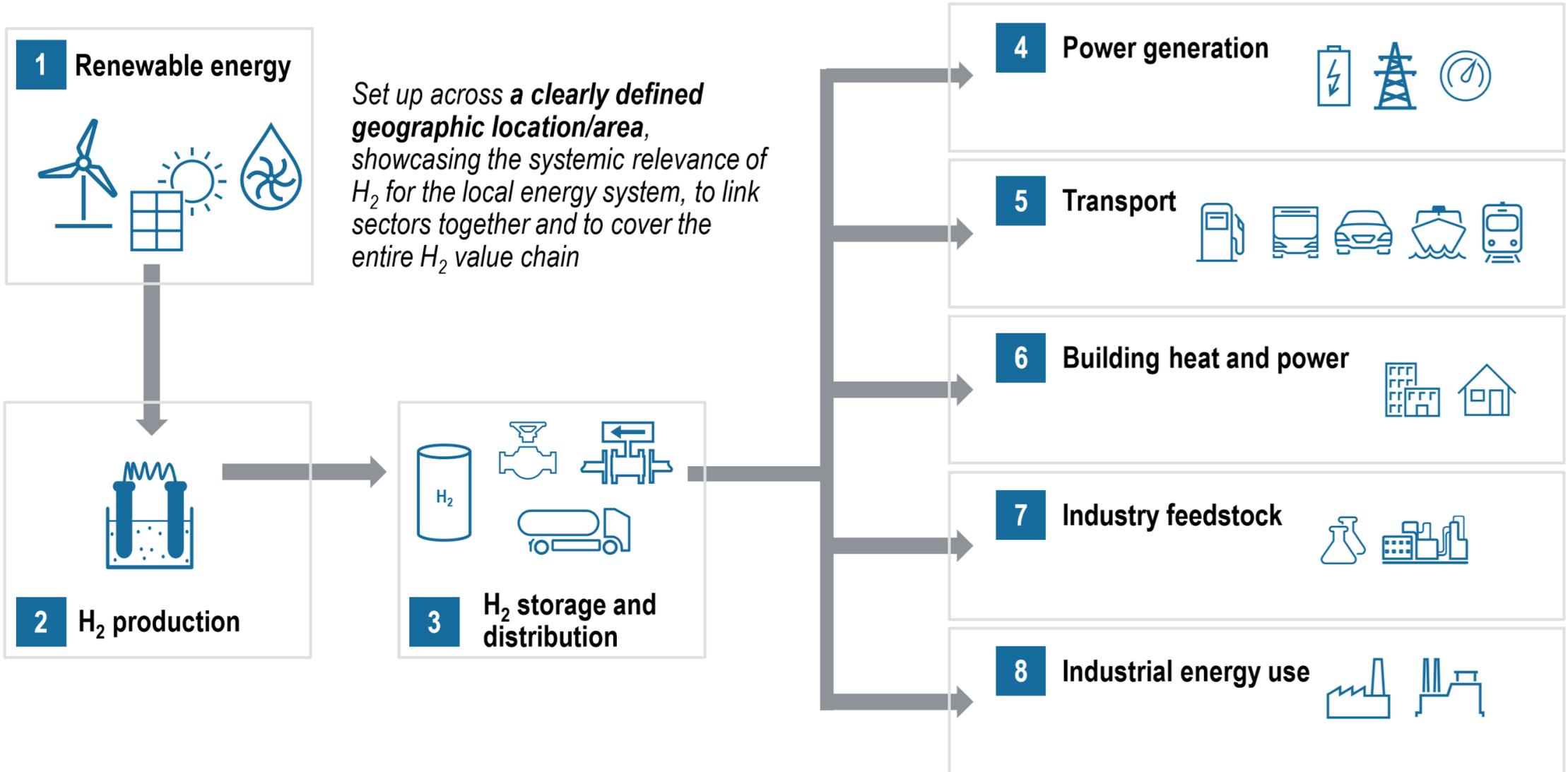
<https://www.youtube.com/watch?v=E6TLCaCMz-M>



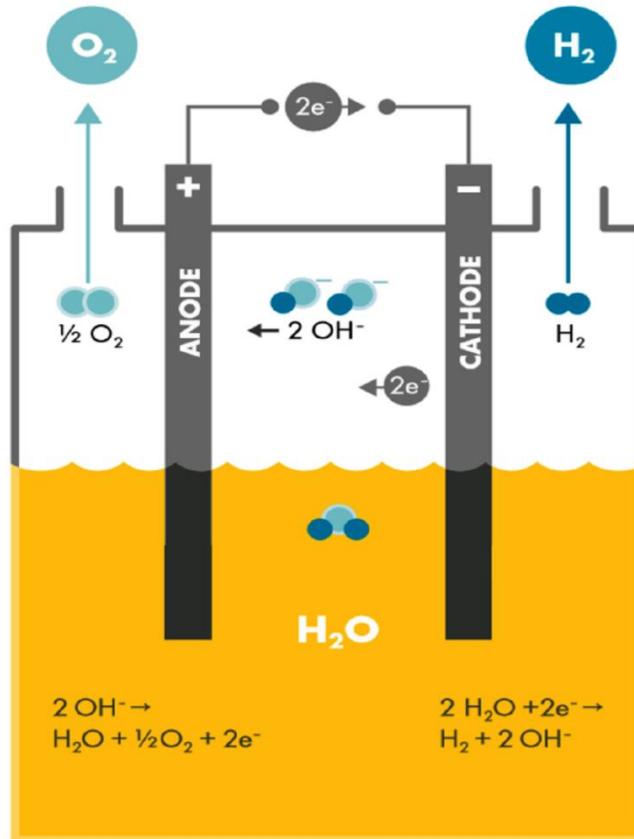
**Jeremy Rifkin**  
Economista e sociologo  
statunitense



# L'idrogeno: vettore abilitante



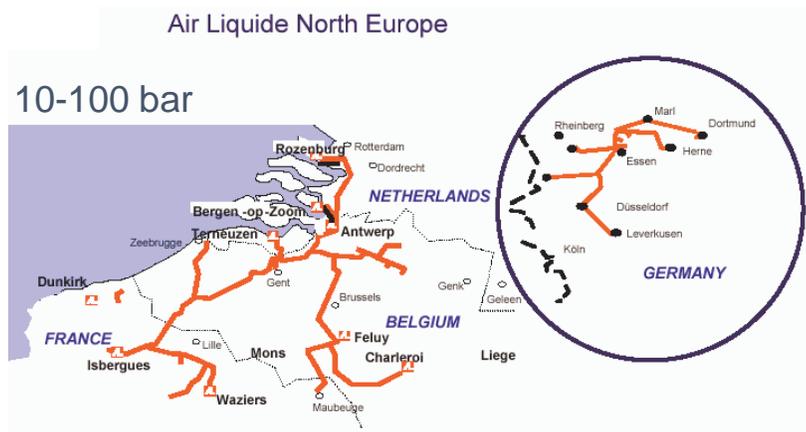
# La produzione di idrogeno: elettrolizzatori



# L'esigenza di operare in pressione

L'idrogeno prodotto può essere :

*Iniettato in una rete*



*Stoccato*

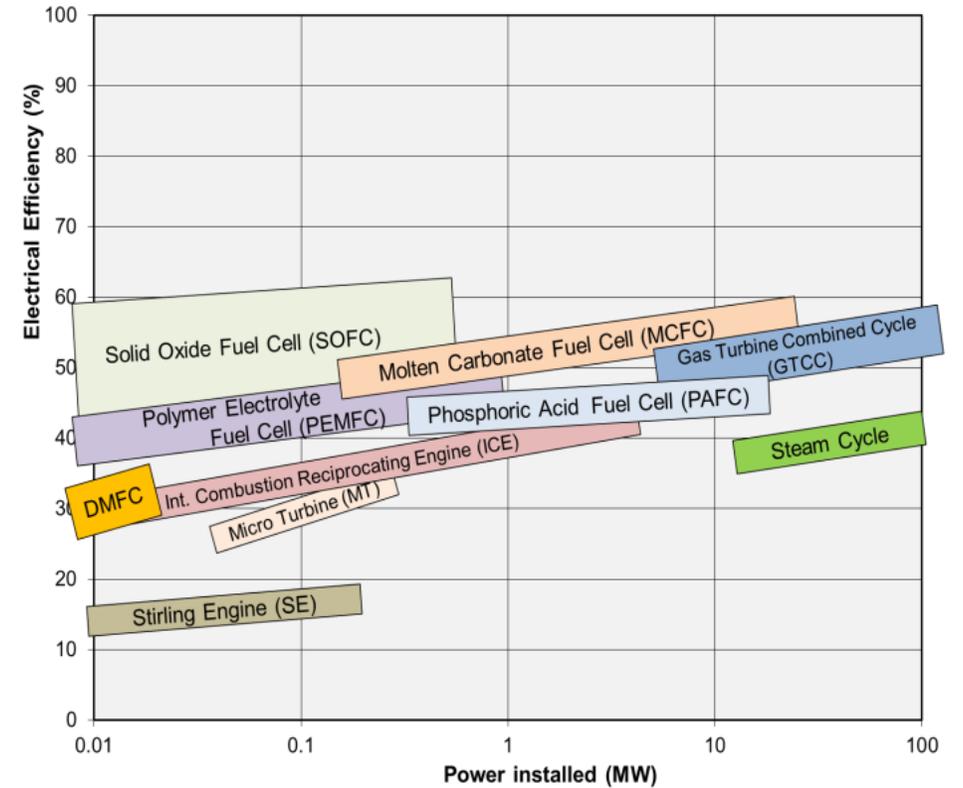
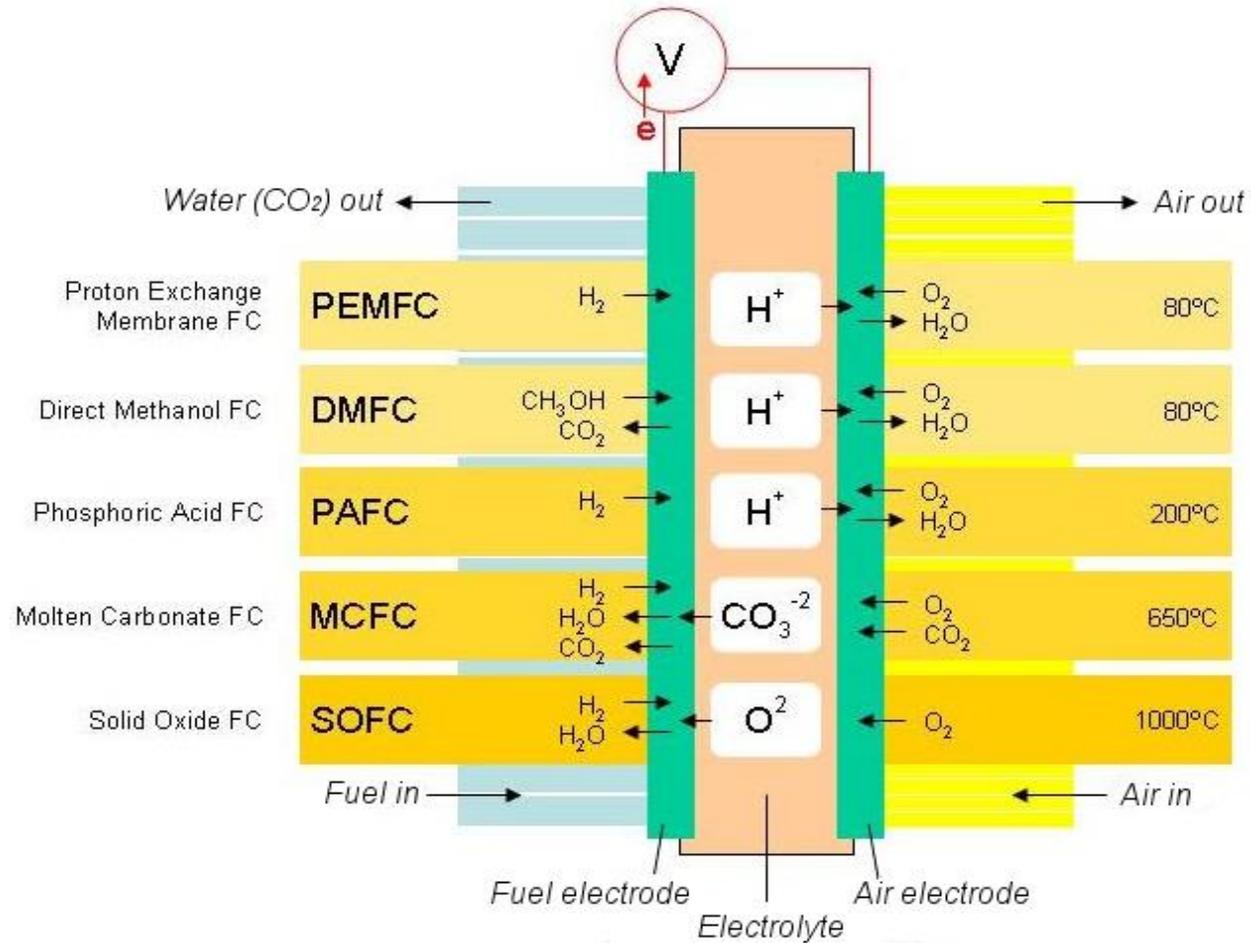
Compressed H<sub>2</sub>  
(10 bar < p < 700 bar; -40C < T < 85C)

Liquid Hydrogen  
3 bar < p < ca.8 bar; T ~ 22K)

Metal-Hydrides (spec. Appl.)  
(3 bar < p < 50 bar; -15C < T < 60 C)

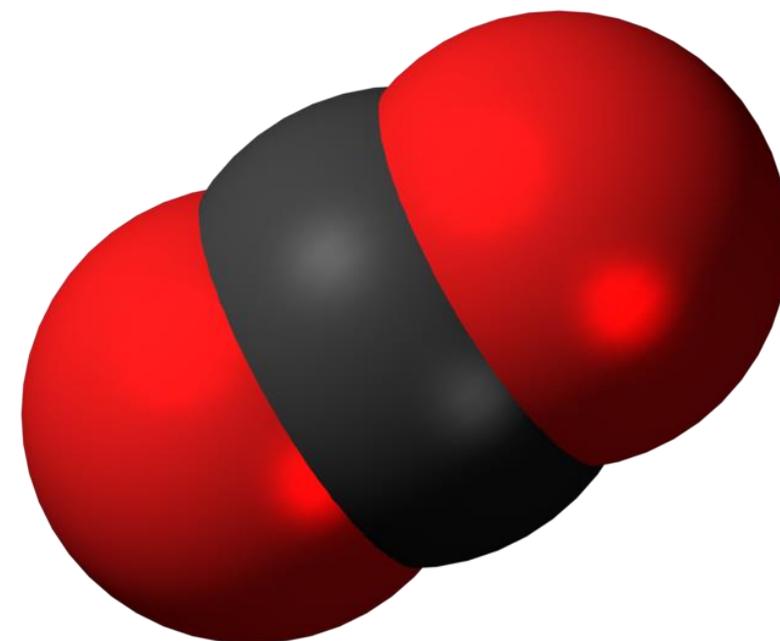
*Fatto reagire con CO<sub>2</sub> o altre molecole*

# La conversione di idrogeno: le celle a combustibile





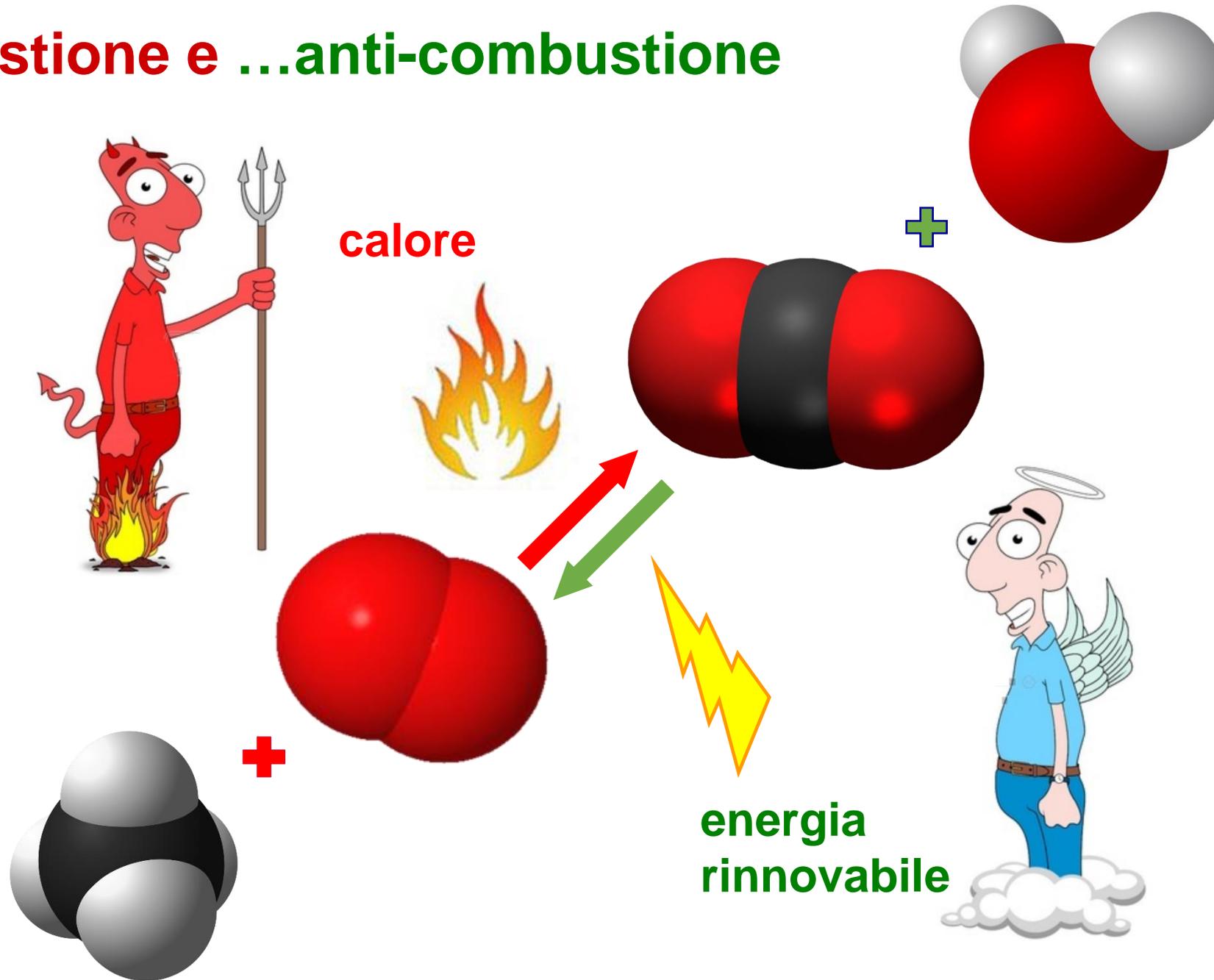
**Stefano Re Fiorentin**  
Ingegnere, già direttore  
del Centro Ricerche FIAT



**Anidride carbonica**



# Combustione e ...anti-combustione



# Flussi di carbonio organico indotti dall'uomo

Alimentazione



Combustione



Rifiuti (scarti)

**0,3 Gton di C/anno**

Fonte: FAO (2016)



**2,6 Gton/anno**



CO<sub>2</sub> nei fumi

**9,7 Gton di C/anno**

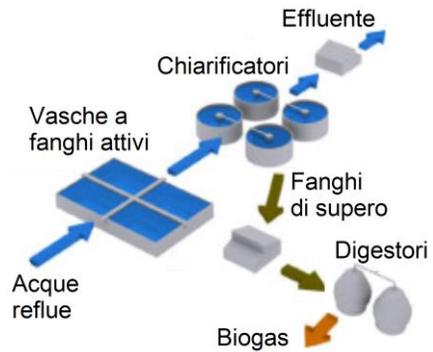
Fonte: NATURE CLIMATE CHANGE | JAN 2016 |

# Valore dai rifiuti organici: una realtà del pinerolese

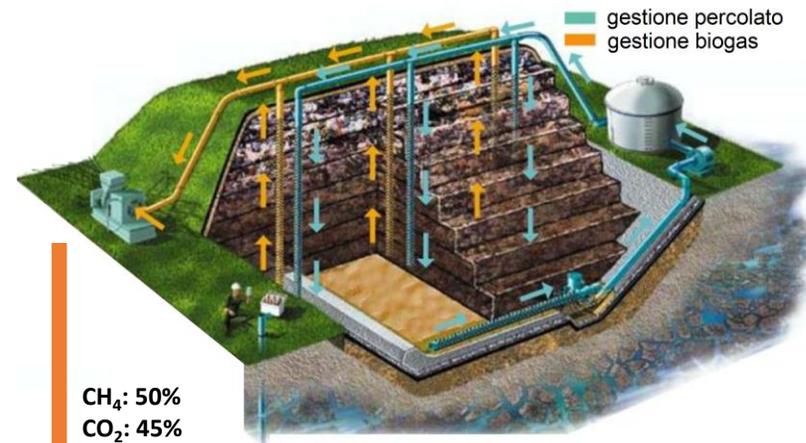
## PRETRATTAMENTO E DIGESTIONE ANAEROBICA



## TRATTAMENTO ACQUE CIVILI E DIGESTIONE ANEROBICA FANGHI DI SUPERO



## DISCARICA RIFIUTI SOLIDI URBANI



CH<sub>4</sub>: 65%  
CO<sub>2</sub>: 35%

CH<sub>4</sub>: 55%  
CO<sub>2</sub>: 45%

CH<sub>4</sub>: 50%  
CO<sub>2</sub>: 45%  
N<sub>2</sub>: 5%



DIGESTATO AL COMPOSTAGGIO

TELERISCALDAMENTO

CALORE

ELETTRICITA'



COGENERAZIONE



RETE ELETTRICA

ELETTRICITA' RINNOVABILE

CALORE RINNOVABILE

CO<sub>2</sub> PURA

NUOVI PROCESSI SOSTENIBILI



PROD. BIOMETANO

RIFORNIMENTO DECENTRATO



RETE GAS



COMPRESSIONE



RIFORNIMENTO



VEICOLI



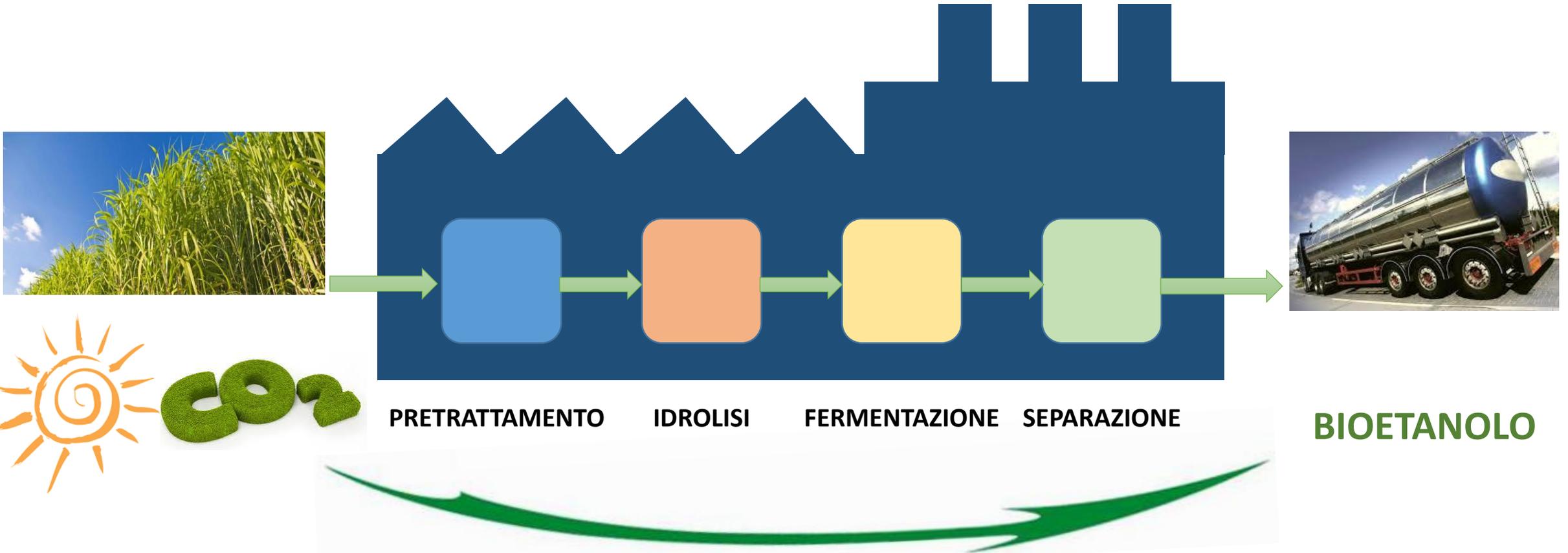


RE SOIL

FOUNDATION

Regeneration for a clean and healthy soil.

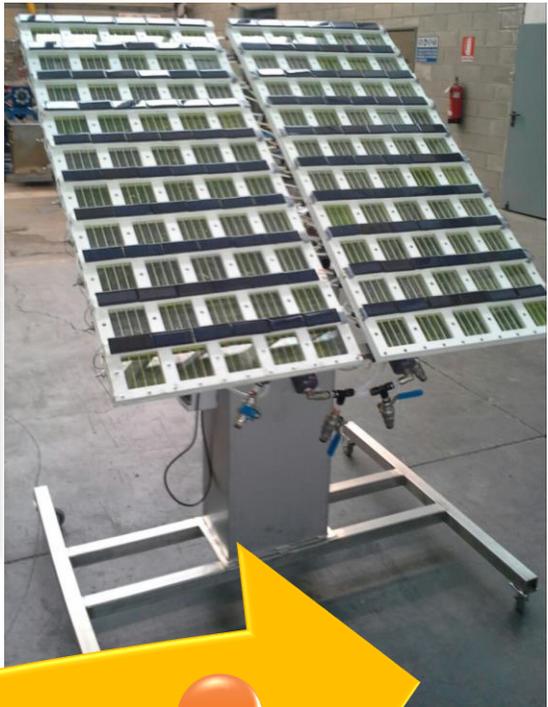
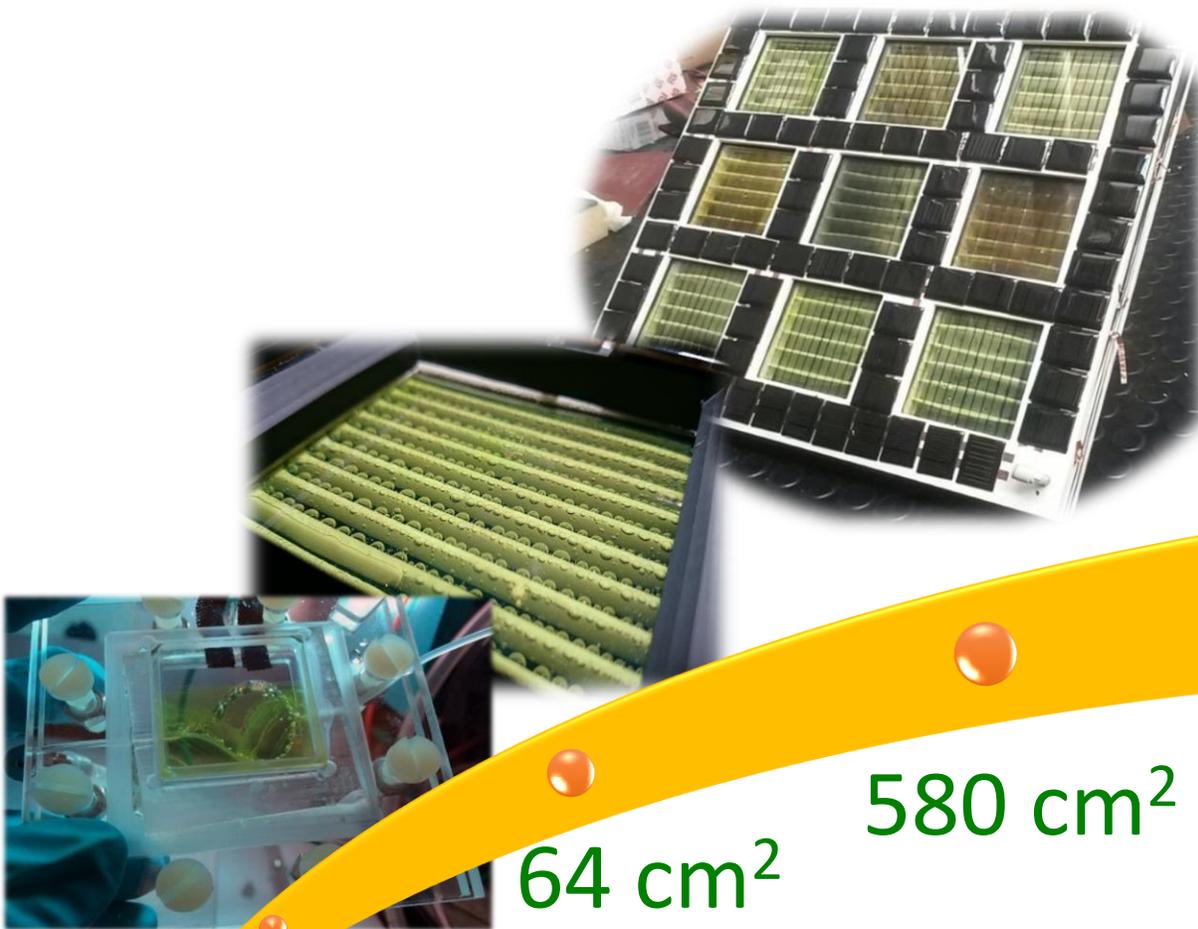
# Etanolo da materiali lignocellulosici



Possiamo prendere questa scorciatoia?

**OCCORRE FARE COME LA NATURA, PIU' VELOCEMENTE DELLA NATURA**

# Il prototipo Artiphyction<sup>e-</sup>



9 cm<sup>2</sup>

64 cm<sup>2</sup>

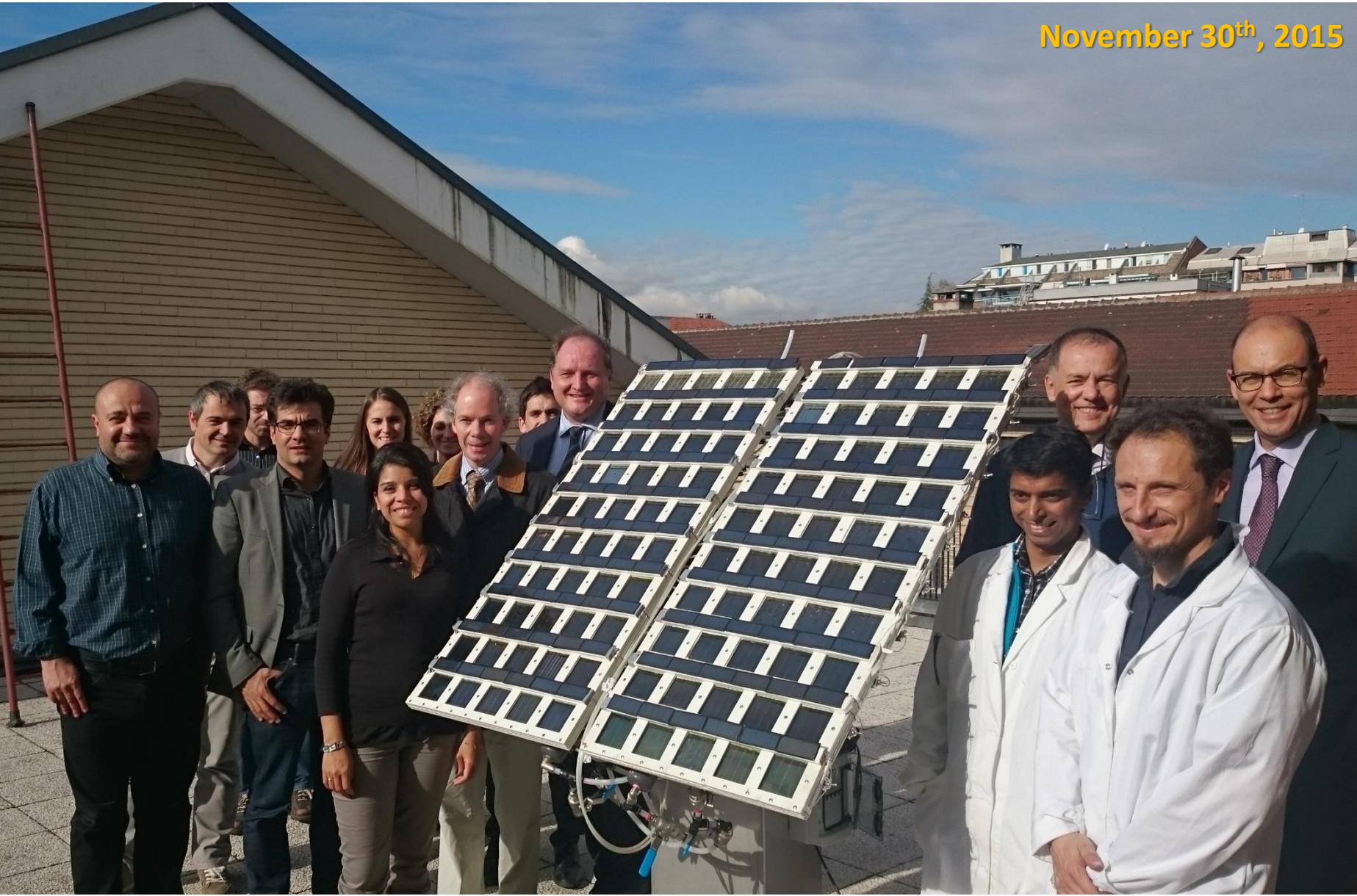
580 cm<sup>2</sup>

1,6 m<sup>2</sup>

**PARTNERS:**

**OFFICER:**  
Nikolaos LYMPEROPOULOS

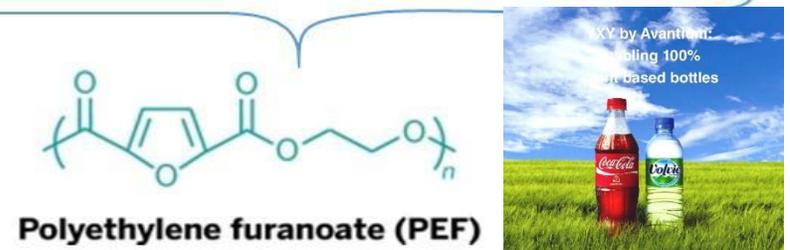
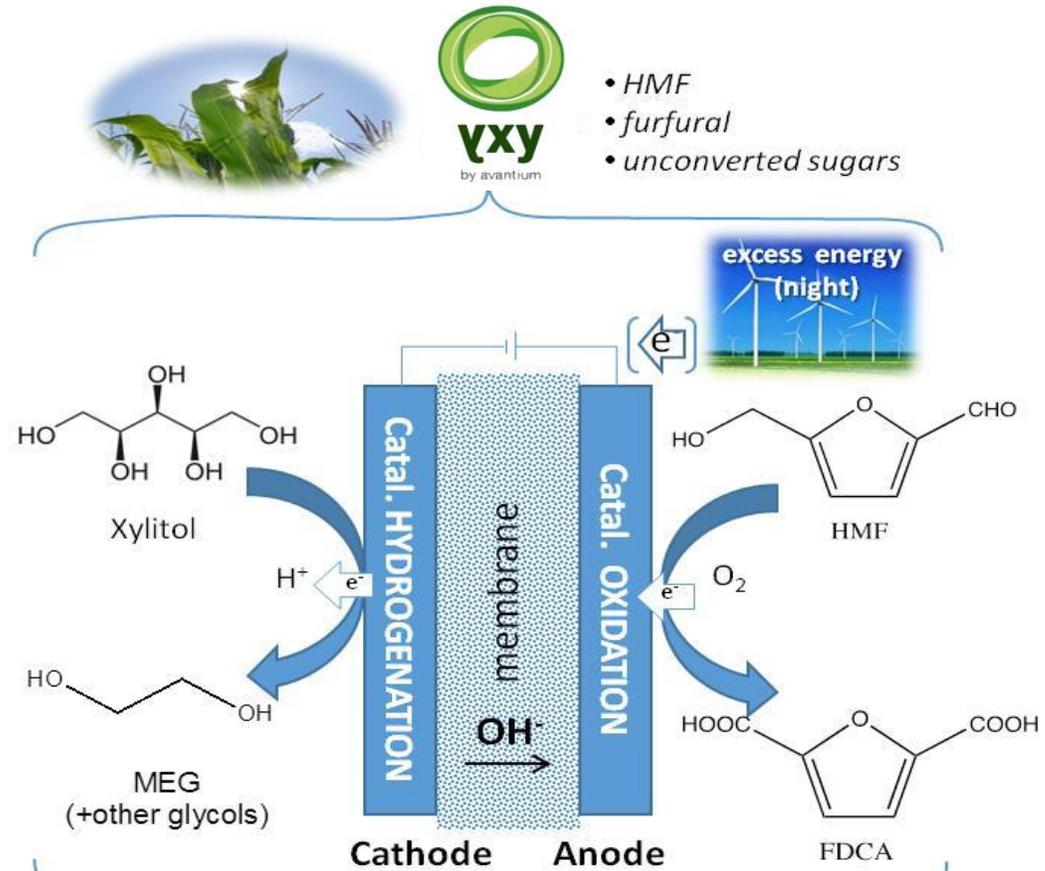
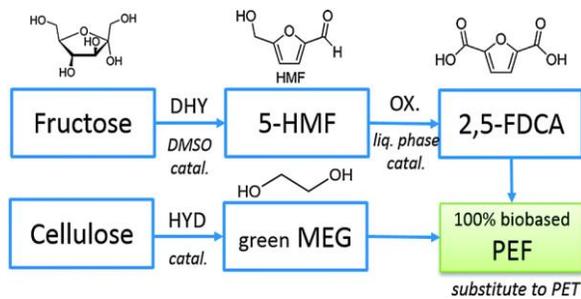
November 30<sup>th</sup>, 2015



# Da energia elettrica rinnovabile a composti chimici: il progetto TERRA

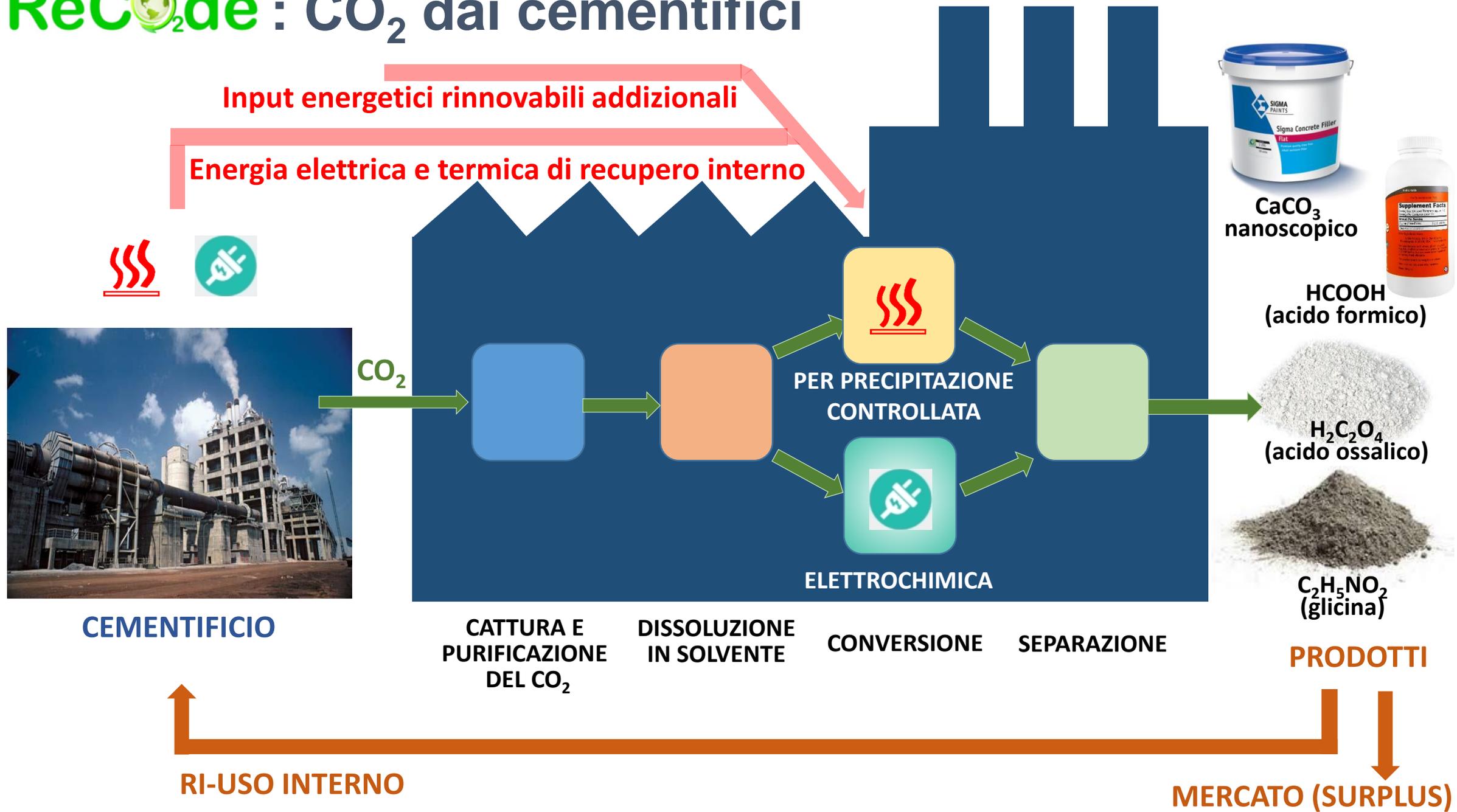
# TERRA

Tandem Electrochemical Reactor for energy/  
resource efficiency and process intensification

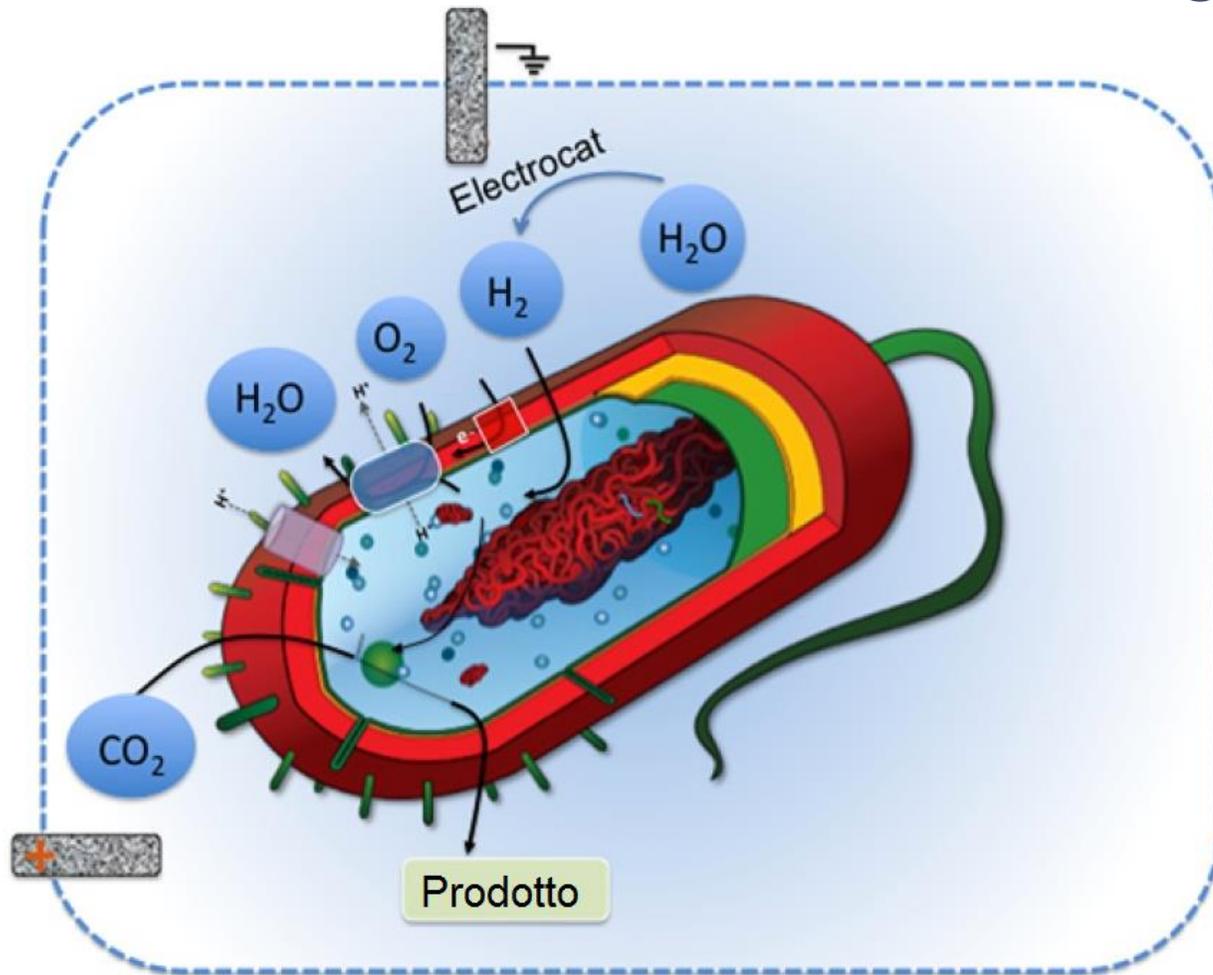


Tandem Electrochemical Reactor for energy/Resource efficiency And process intensification

# ReCO<sub>2</sub>de : CO<sub>2</sub> dai cementifici



# Le promesse della biologia di sintesi e dell'ingegneria metabolica\*



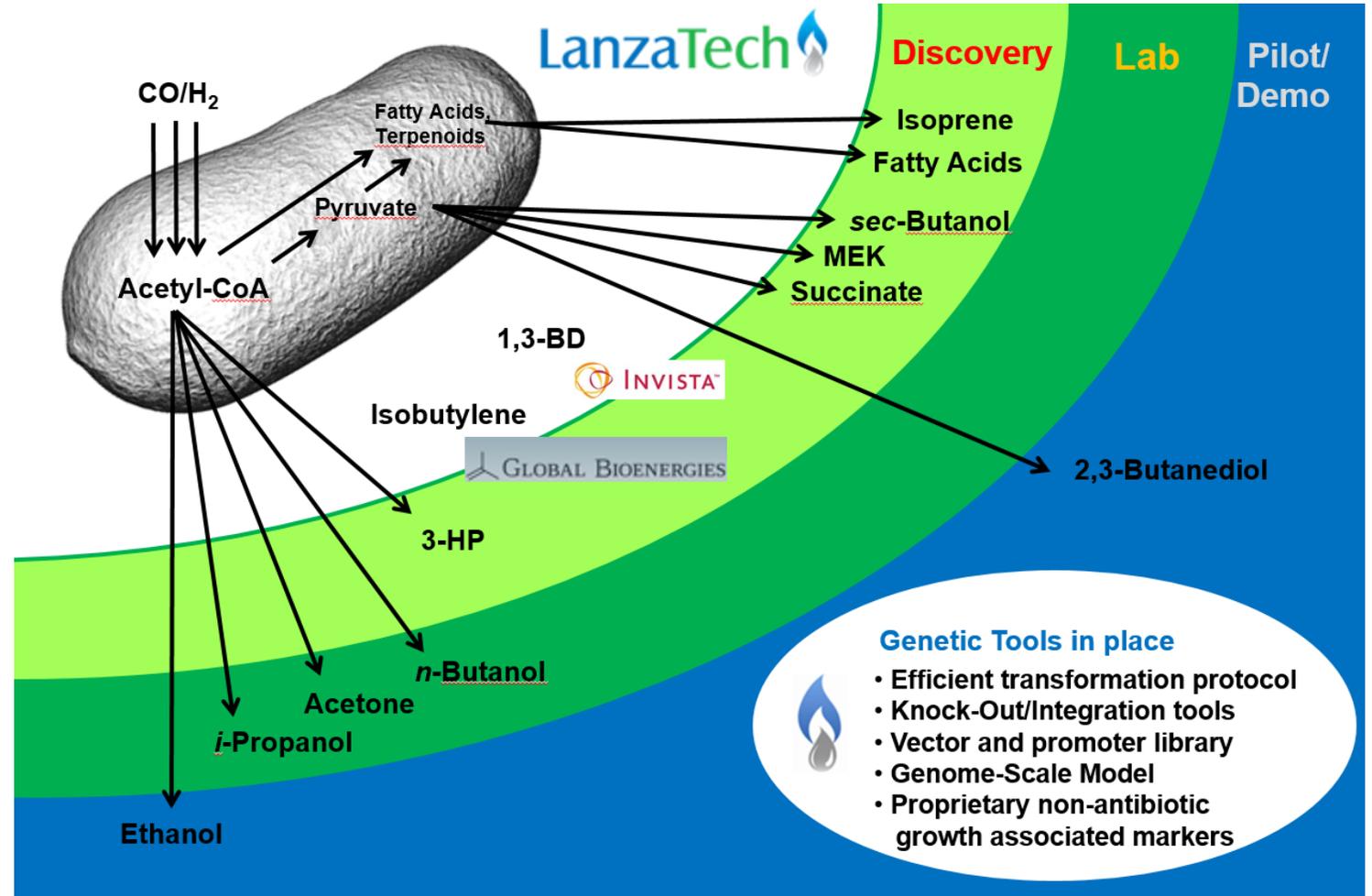
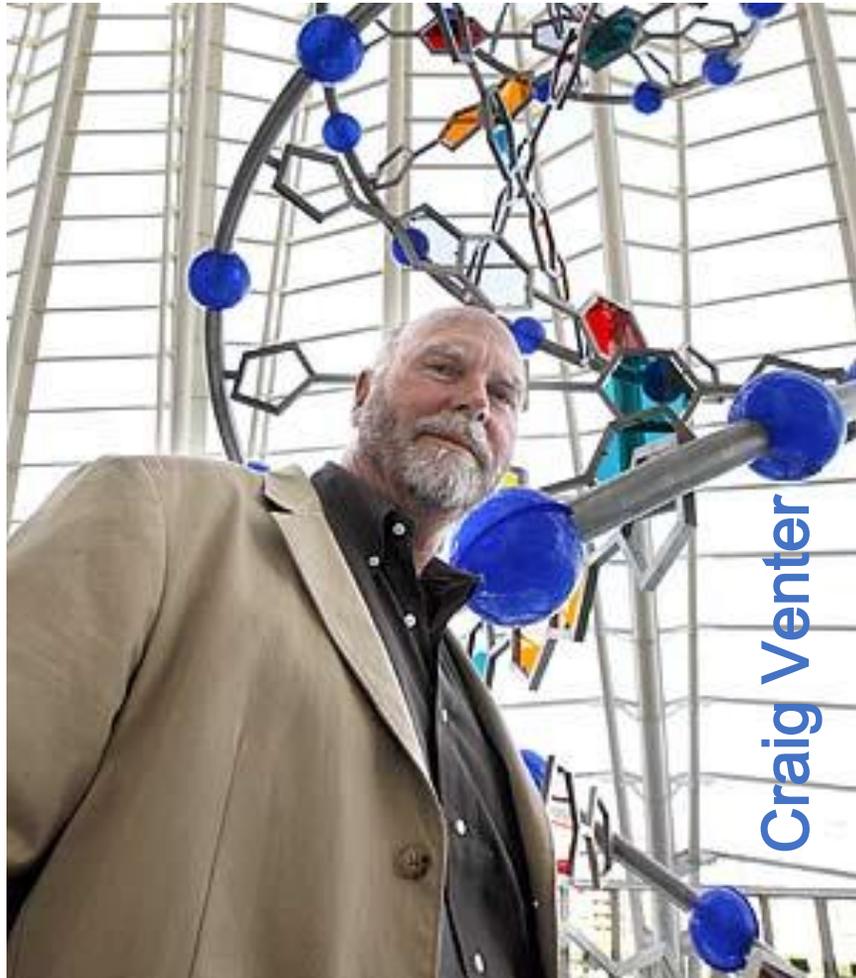
La modificazione mirata del genoma dei microorganismi può portare, a partire dalla  $\text{CO}_2$ , alla sintesi di:

- Combustibili
- Bioplastiche
- Composti chimici
- Composti farmaceutici
- ...

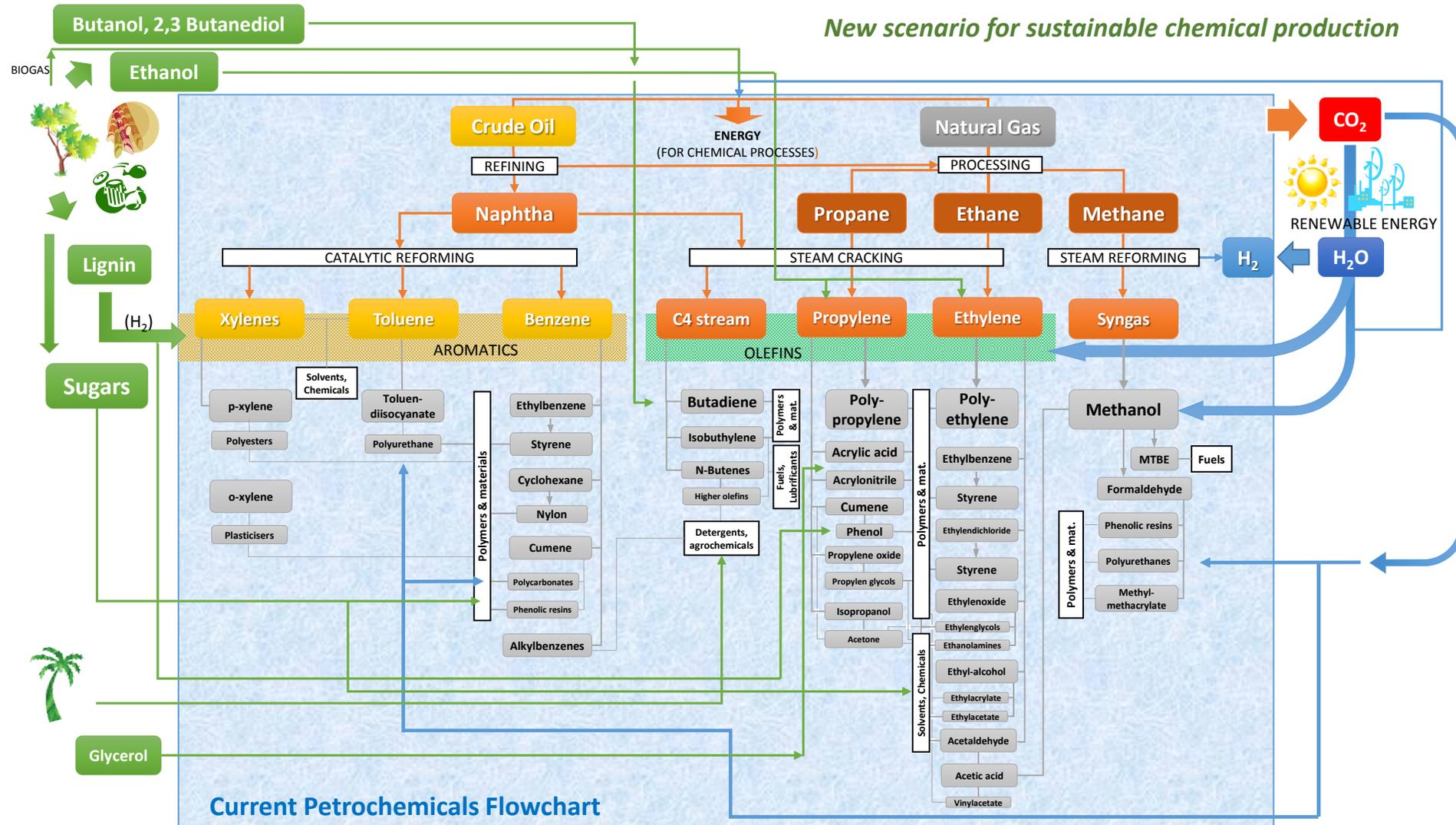
\* Tra le 10 tecnologie emergenti del WEF nel 2016

# Le promesse della ingegneria metabolica

La modificazione mirata del genoma dei microorganismi può portare, a partire dalla CO<sub>2</sub>, alla sintesi di molti composti chimici

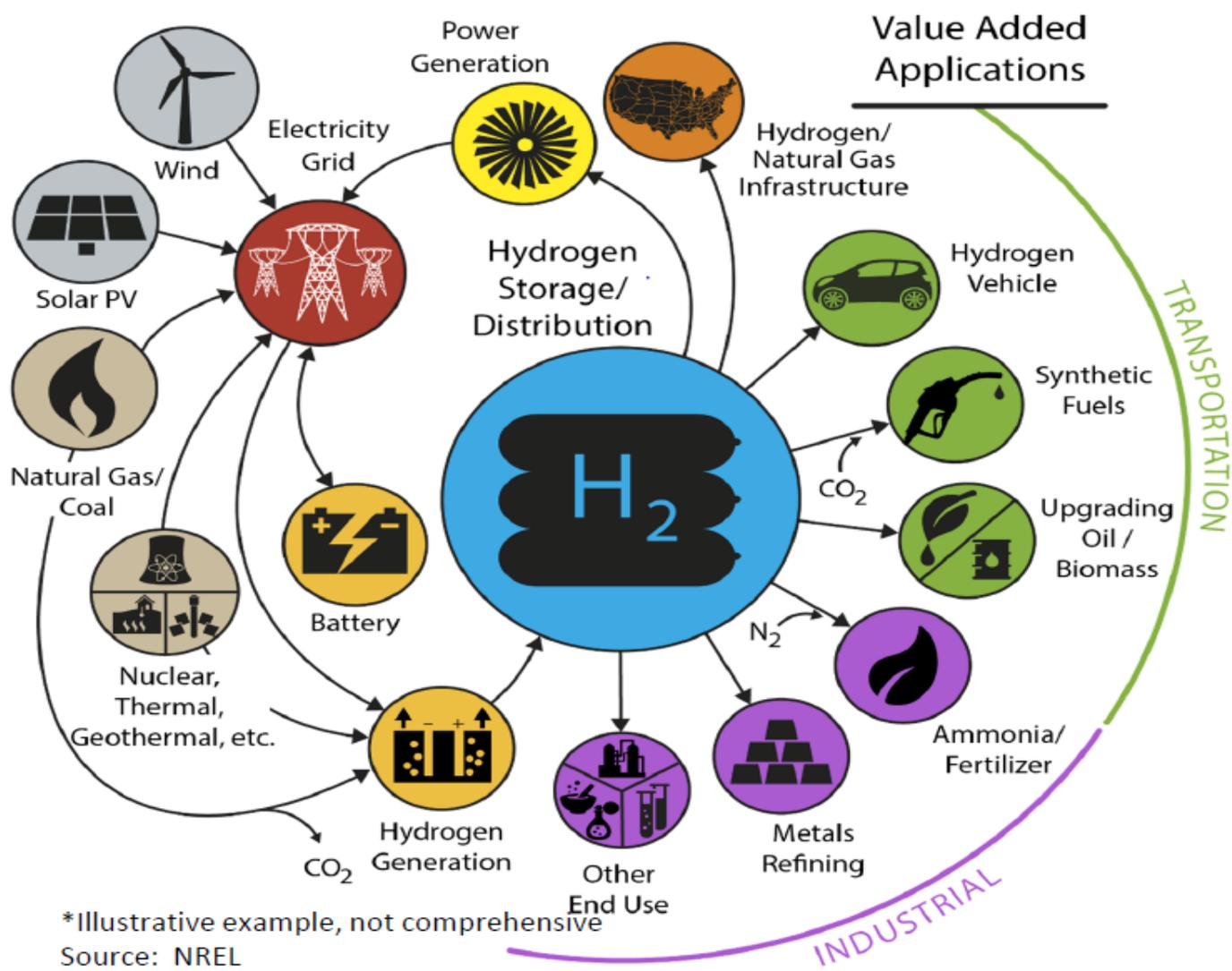


# Una bioraffineria verde a scarti zero

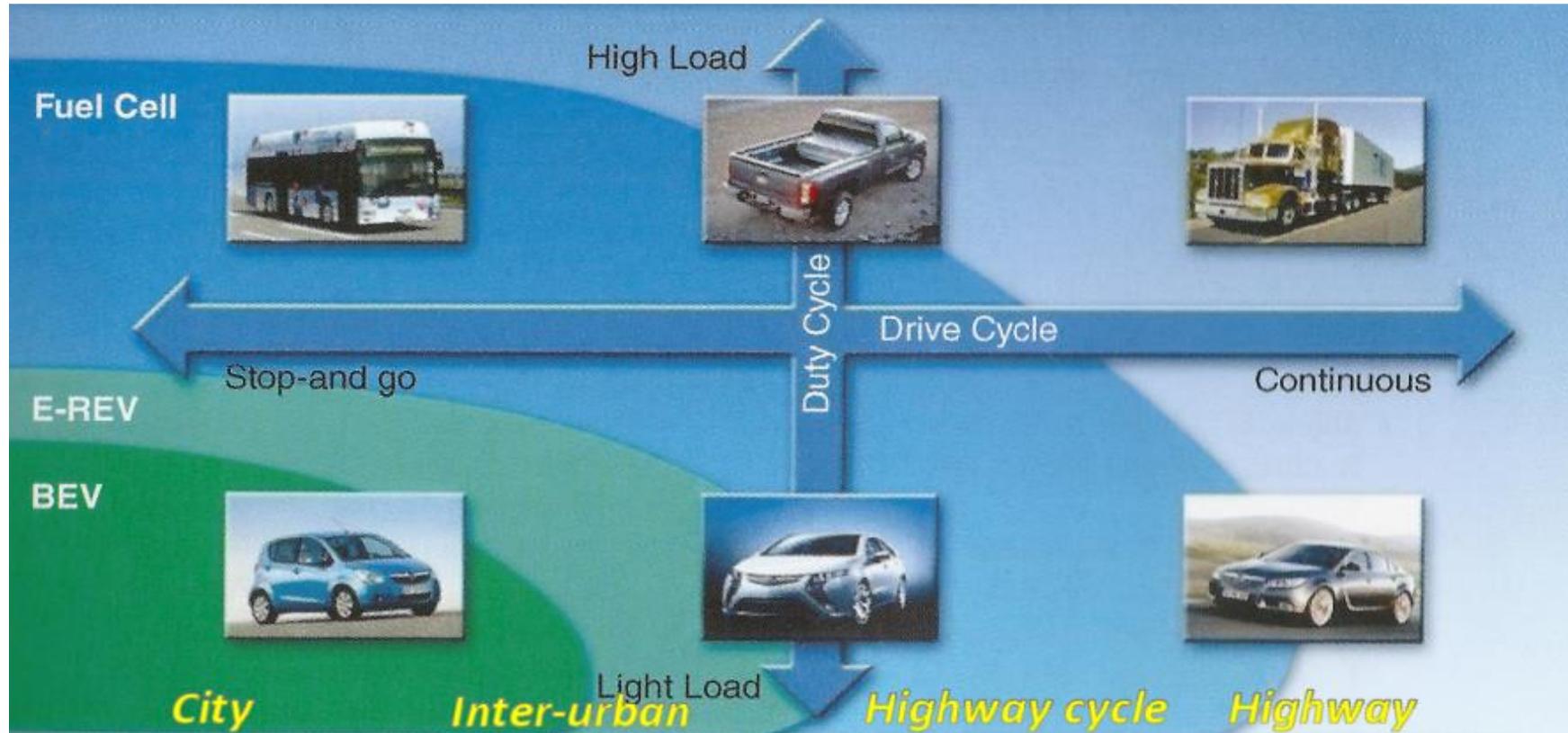


Fonte: G. Centi, S. Perathoner, *ChemSusChem* 2013

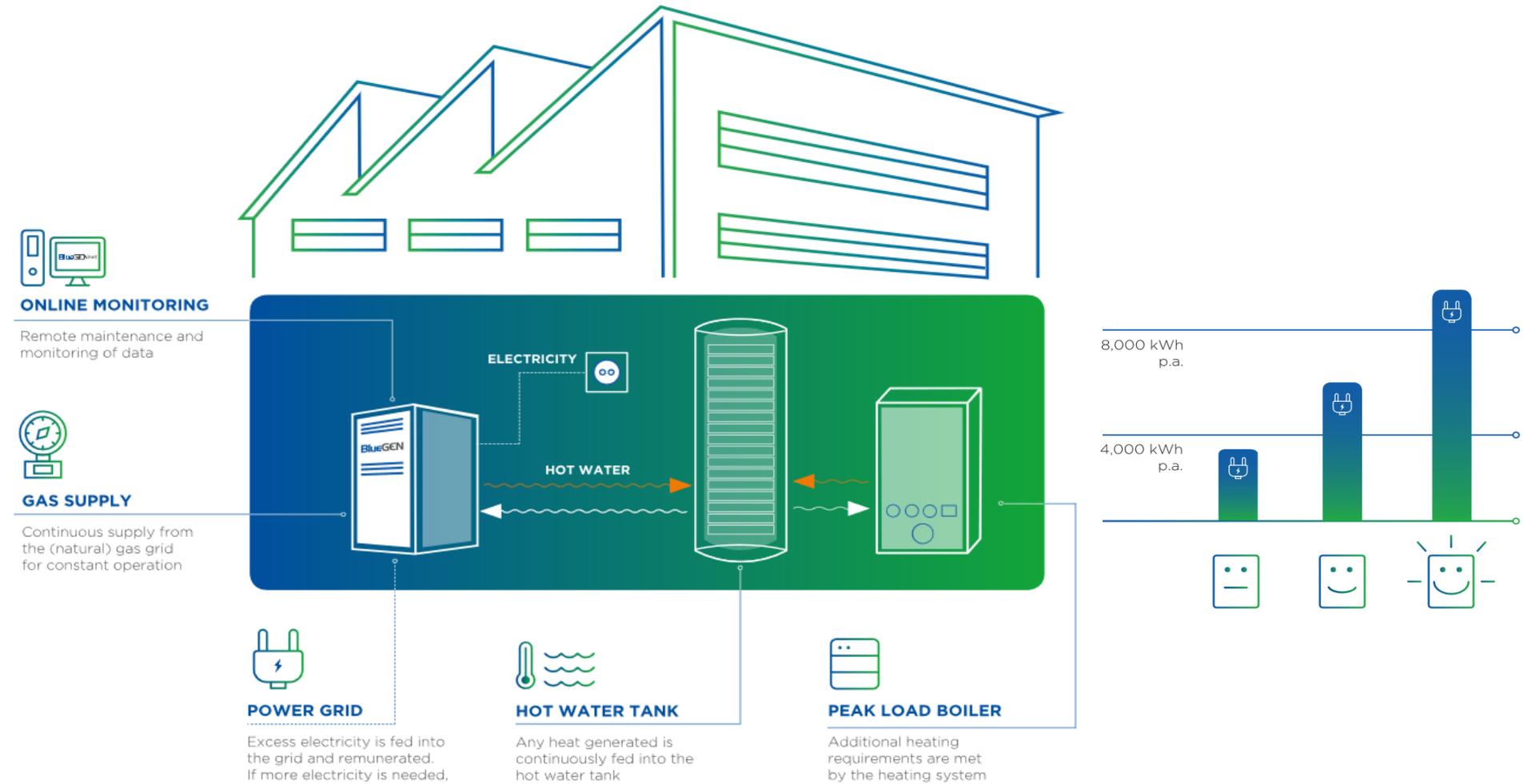
# H<sub>2</sub>: una molecola chiave nella transizione energetica



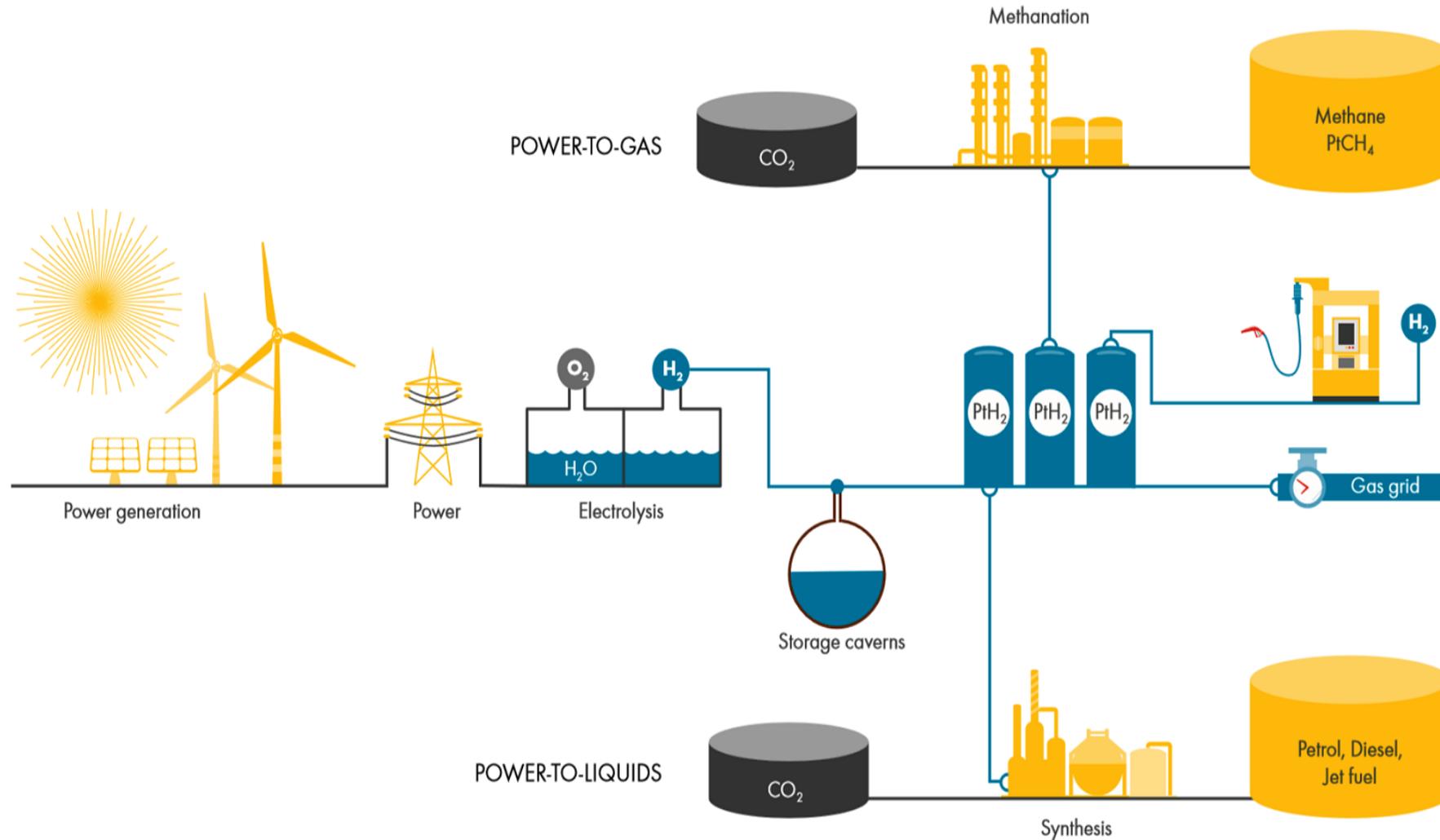
# H<sub>2</sub> per il trasporto e la mobilità



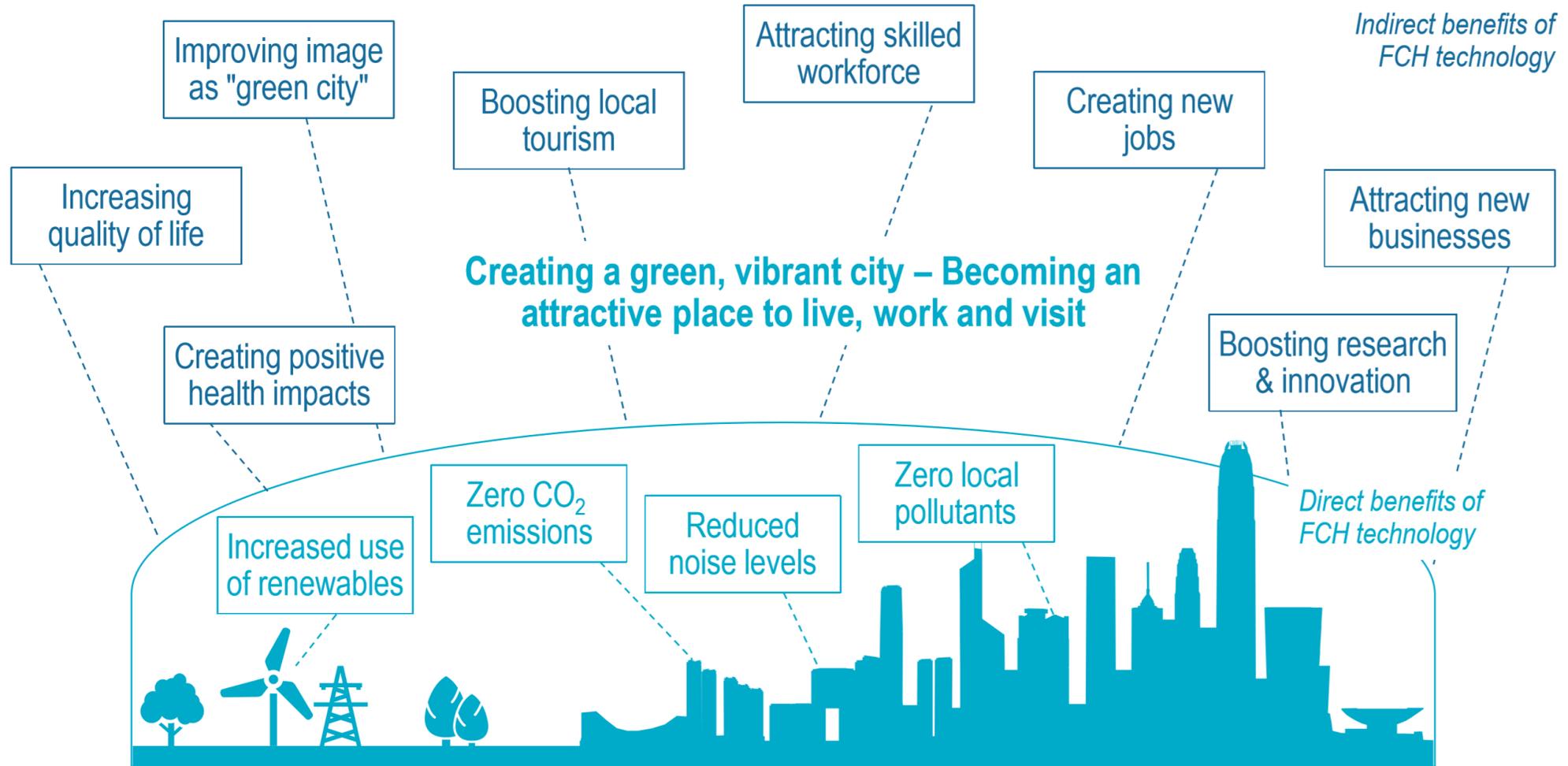
# H<sub>2</sub> per dare calore ed elettricità a casa



# H<sub>2</sub> per lo stoccaggio di energia



# I benefici dell'idrogeno



Guido Saracco

# CHIMICA VERDE 2.0

Impariamo dalla natura come combattere  
il riscaldamento globale



ZANICHELLI

**Mille grazie per l'attenzione!**

**Per chi vuole saperne di più:**

## **Chimica verde 2.0**

Impariamo dalla Natura come  
combattere il riscaldamento globale

**Guido Saracco**

[guido.saracco@polito.it](mailto:guido.saracco@polito.it)