

BIOMASSE AGRO-FORESTALI E ENERGIE ALTERNATIVE

TECNOLOGIE DEL FUTURO PER LA VALORIZZAZIONE ENERGETICA DELLE BIOMASSE VEGETALI

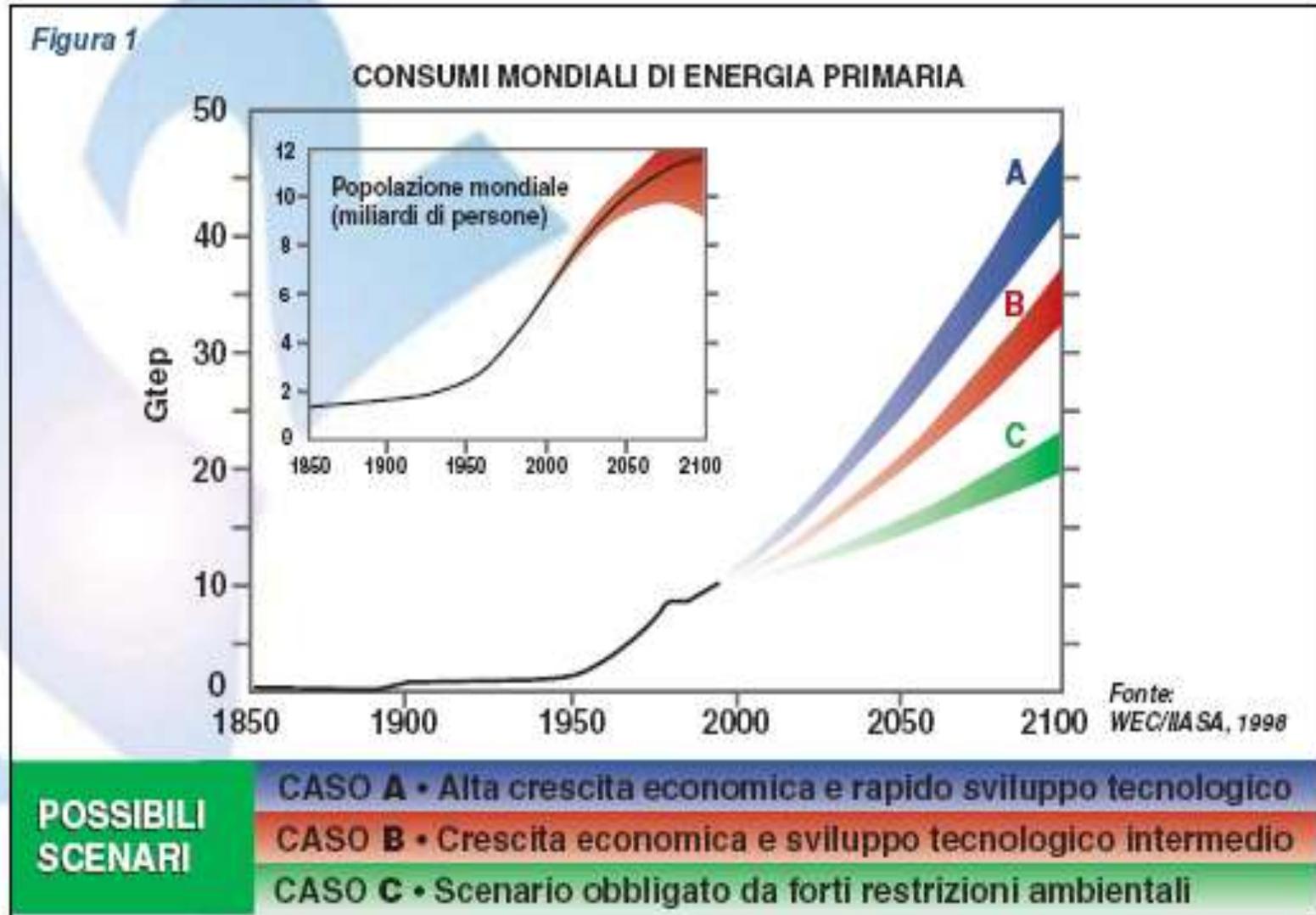
L'uso dei residui vegetali per la produzione biologica di idrogeno

Alessandra Adessi

Dipartimento di Biotecnologie Agrarie – Università di Firenze

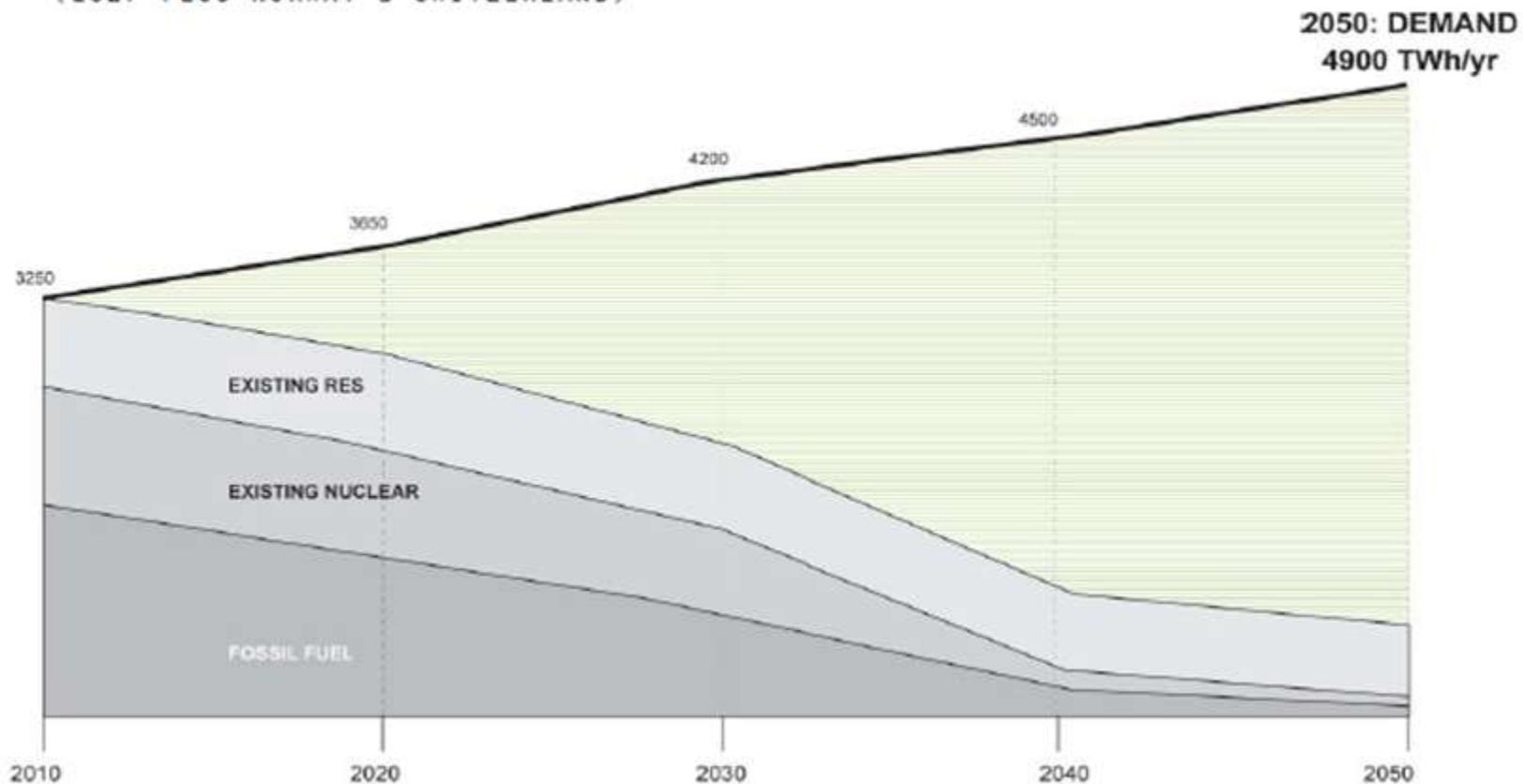


Incremento dei consumi di energia



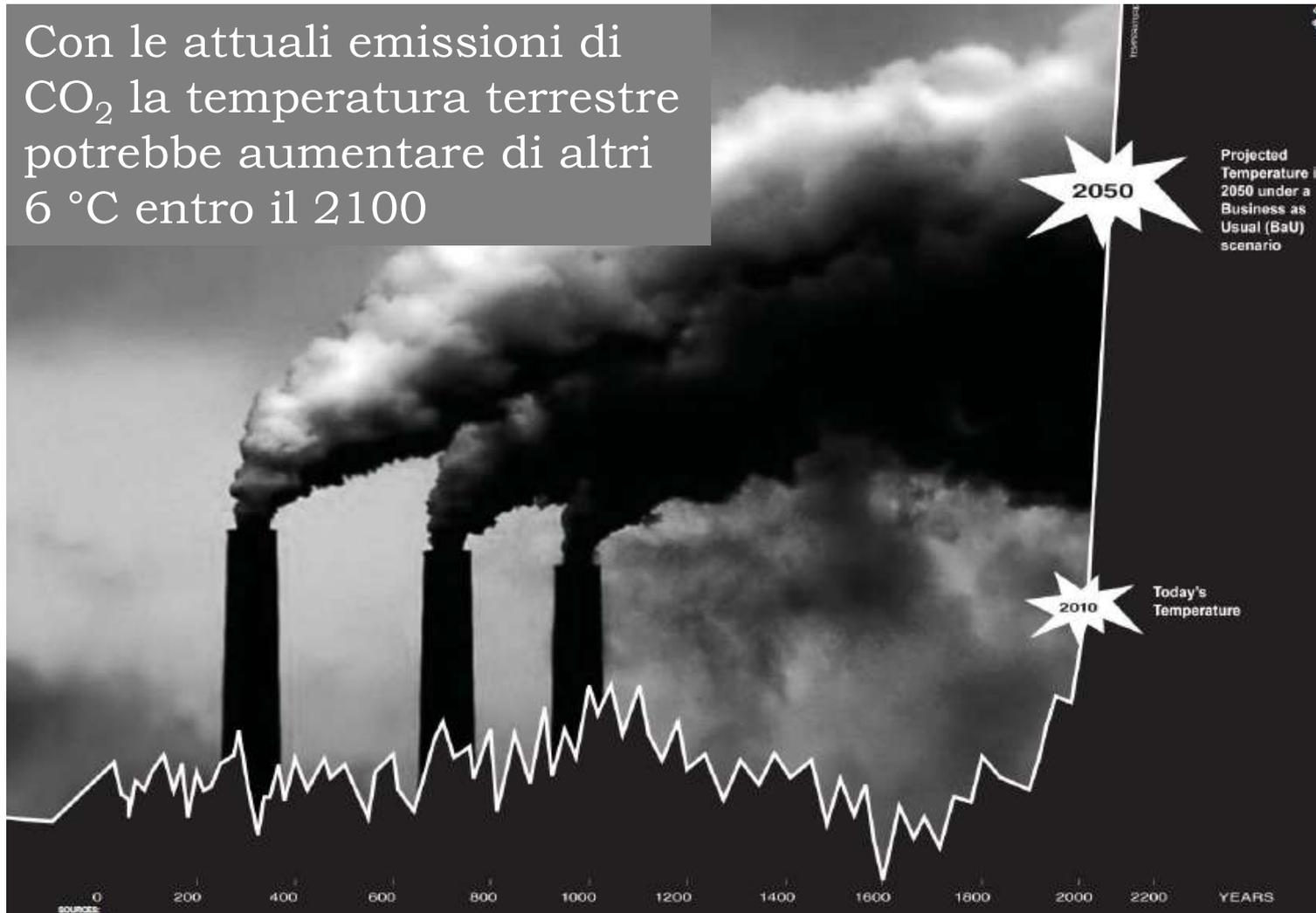
Fonti energetiche utilizzate nell'Unione Europea

ELECTRICITY DEMAND 2050
(EU27 PLUS NORWAY & SWITZERLAND)



Emissioni di CO₂ e aumento di temperatura

Con le attuali emissioni di CO₂ la temperatura terrestre potrebbe aumentare di altri 6 °C entro il 2100



Potere calorifico dei combustibili

Combustibile	H (% in massa)	C (% in massa)	Potere calorifico inferiore (Kj/kg)
Legno secco	4	39.5	15.000
Carboni fossili	3.9	83.1	33.500
Metanolo	12	38	19.700
Olio combustibile	12	85	41.000
Gasolio	13	86	43.300
Benzina	14	86	43.600
Metano	25	75	50.000
Idrogeno	100	0	120.000

Le possibili soluzioni

Uso di combustibili:

- aventi impatto ambientale quasi nullo;
- ottenibili da fonti energetiche primarie rinnovabili, intercambiabili e ampiamente disponibili;
- facilmente distribuibili attraverso una rete ampia e diffusa.

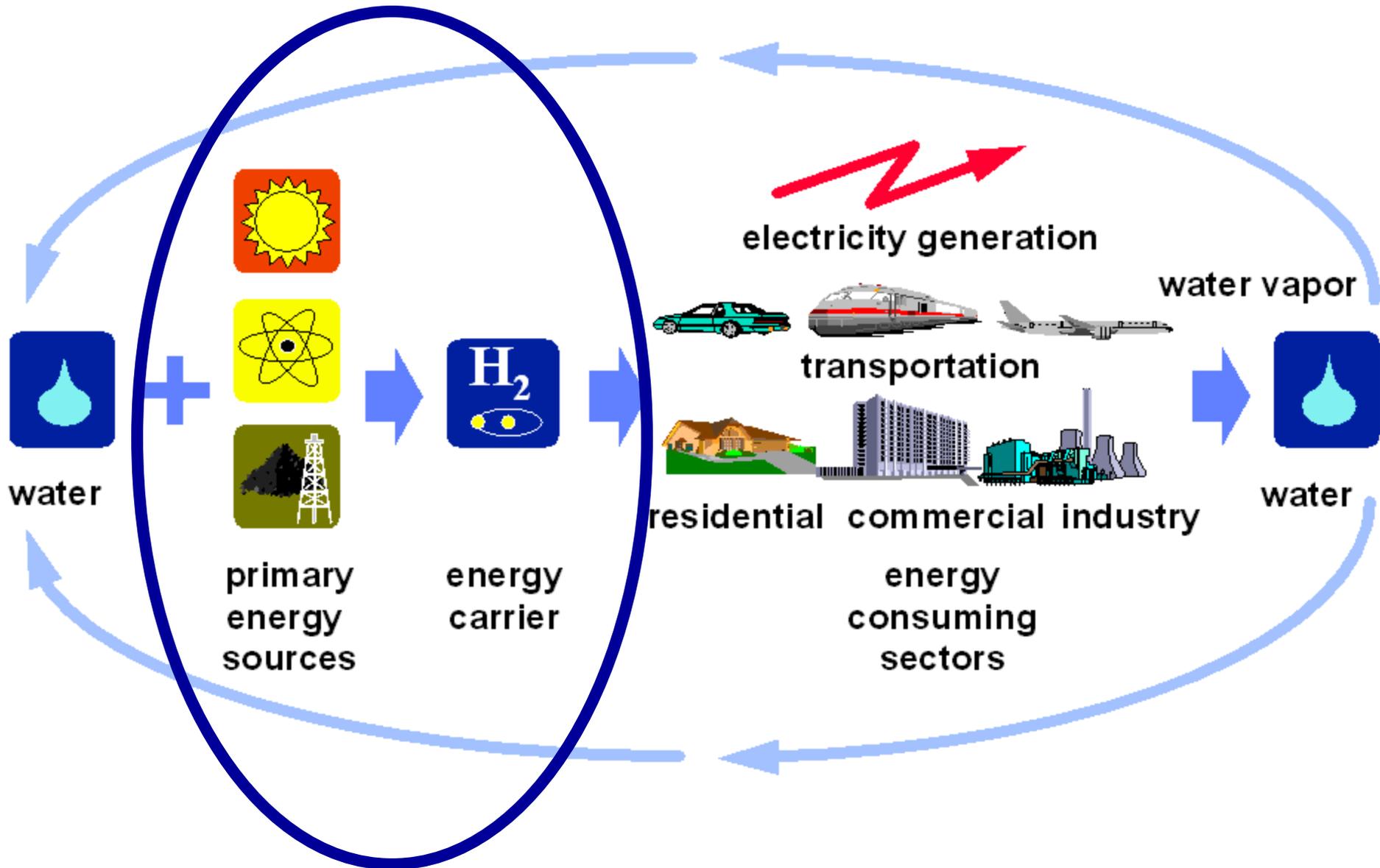
La combustione dell'idrogeno rilascia moltissima energia...



...producendo acqua come prodotto di scarto



L'idrogeno come vettore energetico



Come viene oggi prodotto l'idrogeno?

- Dal petrolio
- Dal carbone
- Dal metano
- Dall'acqua (elettrolisi)
- ...tramite microrganismi

Produzione di idrogeno per via microbiologica:

- **Processi a basso impatto ambientale**
- **Uso di fonti rinnovabili (es. residui dell'agroindustria)**
- **Possibilità di applicare strategie multiprocesso/multiprodotto**

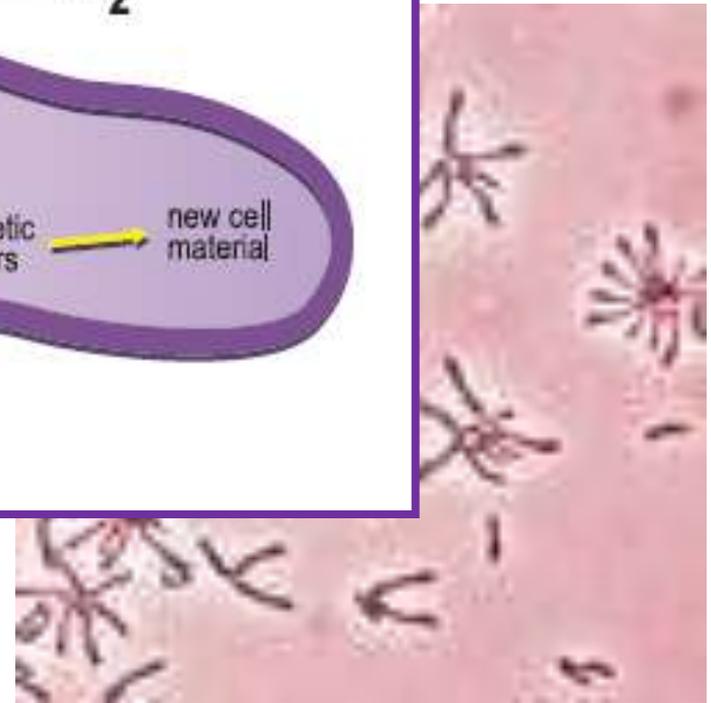
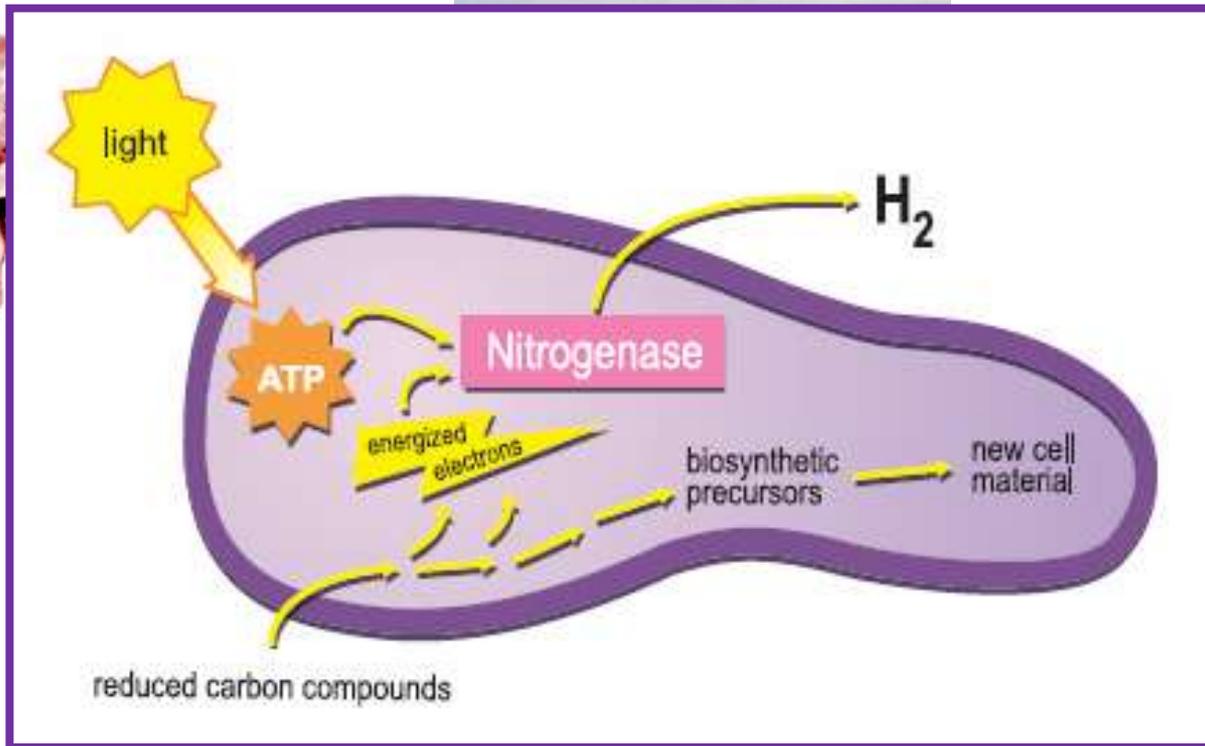
Tassi di sintesi di idrogeno dei vari sistemi biologici

Sistema produzione	Tasso di sintesi mmoli H ₂ g ⁻¹ h ⁻¹
Biofotolisi diretta	0,3 – 2,0
Biofotolisi indiretta	1,5 – 2,0
Fotofermentazione	2,0 – 7,0
Fermentazione/buio	7,0 – 30,0

Il gas prodotto con la fotofermentazione è idrogeno al 90%.

H₂ tramite fotofermentazione

Batteri rossi non sulfurei





Produzione di idrogeno da scarti vegetali

Sperimentazione presso l'impianto di trattamento dei rifiuti Case Passerini (Fi)

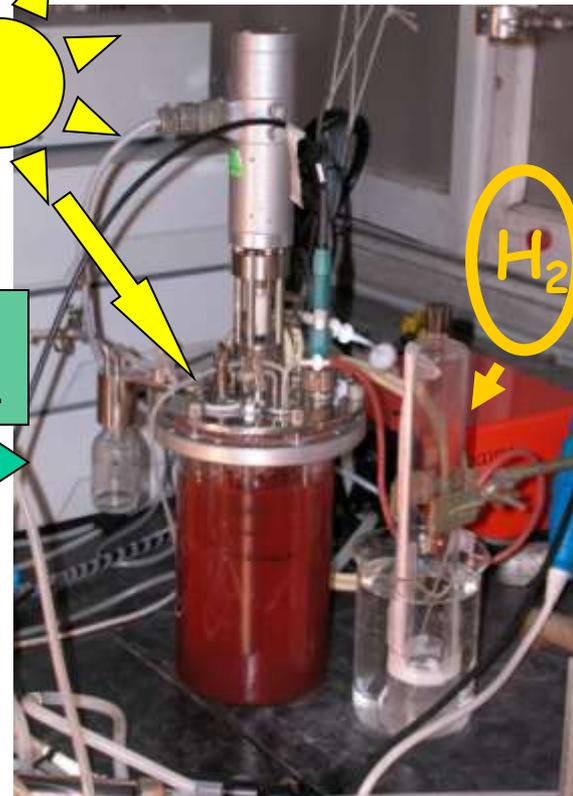
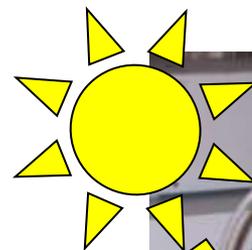
Residui vegetali



Acidogenesi



Acidi organici



Fotofermentazione

Produzione di idrogeno da scarti vegetali

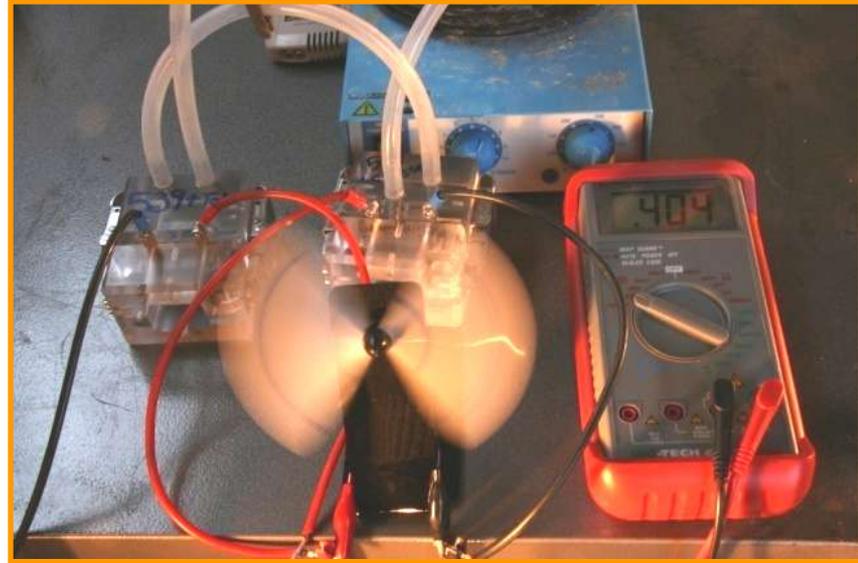
Sperimentazione presso l'impianto di trattamento dei rifiuti Case Passerini (Fi)

	<i>Rp. palustris</i> (scarti vegetali)	<i>Rp. palustris</i> (nutriente sintetico)
Tasso medio mL (H ₂) L ⁻¹ h ⁻¹	10.7	32.8
Tasso max mL (H ₂) L ⁻¹ h ⁻¹	16.4	58.0
% conversione substrato	54.7	43.3

Prodotti
11.5 L di H₂

Produzione di idrogeno da scarti vegetali

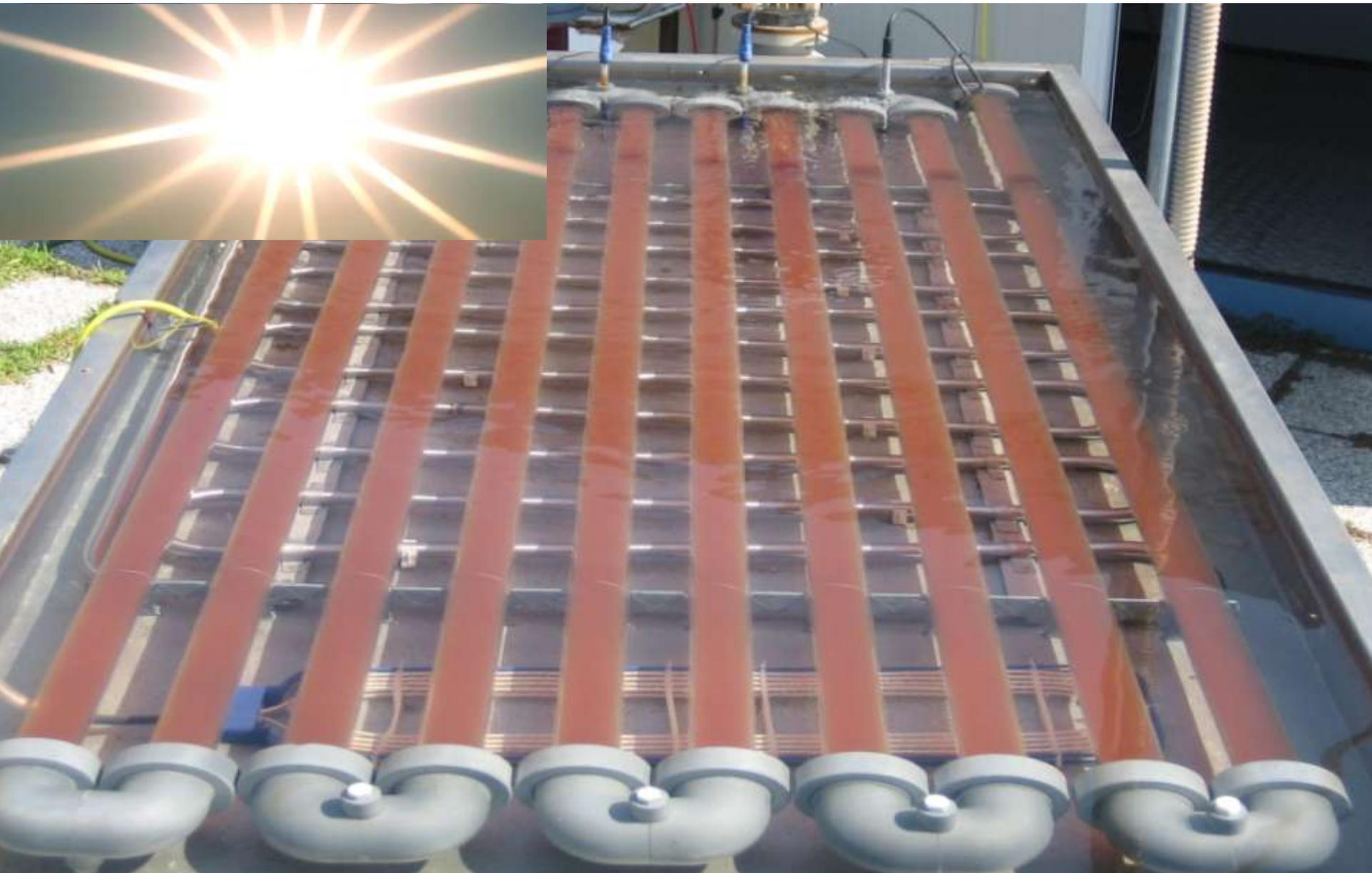
Sperimentazione presso l'impianto di trattamento dei rifiuti Case Passerini (Fi)



L' H_2 prodotto ha alimentato una **cella a combustibile PEMFC** che ha prodotto energia elettrica con una densità di potenza massima di circa 60 mW/cm² a temperatura ambiente.

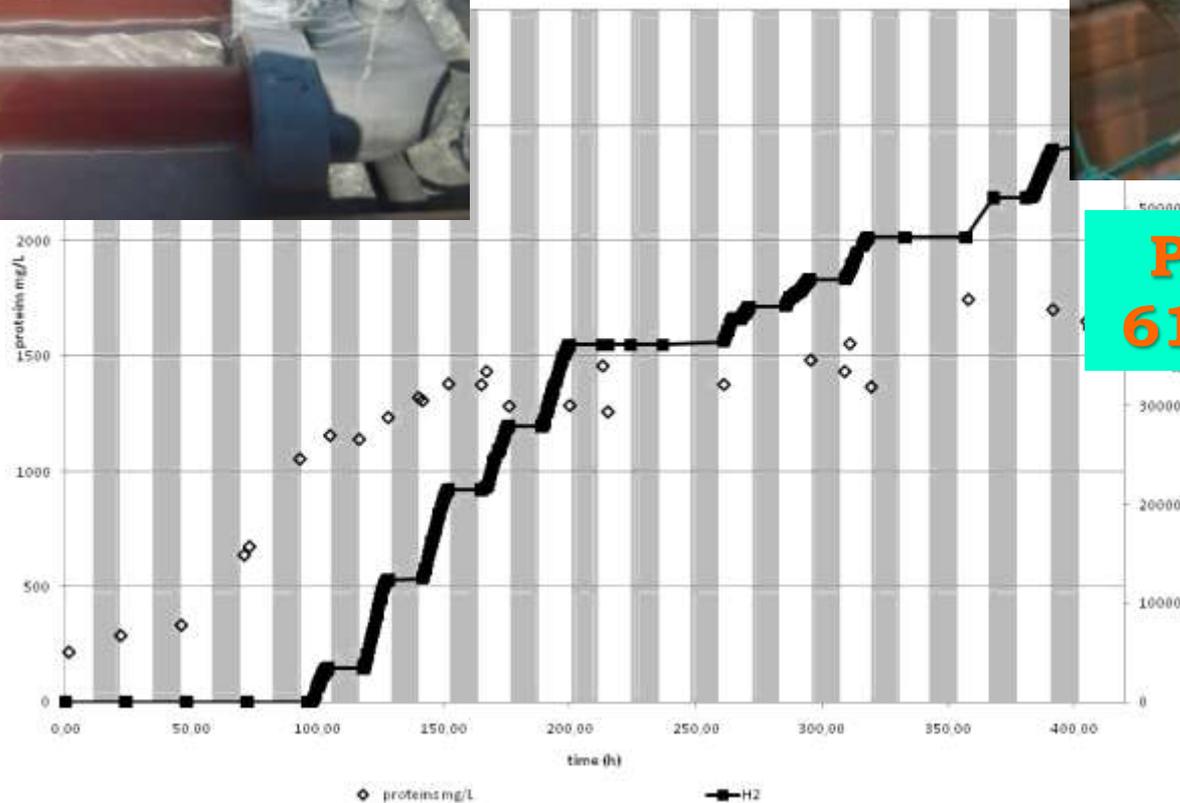
Produzione di idrogeno da luce solare

Sperimentazione presso il CNR di Sesto Fiorentino (Fi)
in collaborazione con Dott. G. Torzillo



Produzione di idrogeno da luce solare

Sperimentazione presso il CNR di Sesto Fiorentino (Fi)
in collaborazione con Dott. G. Torzillo



**Prodotti
61 L di H₂**

Produzione di idrogeno con batteri rossi:

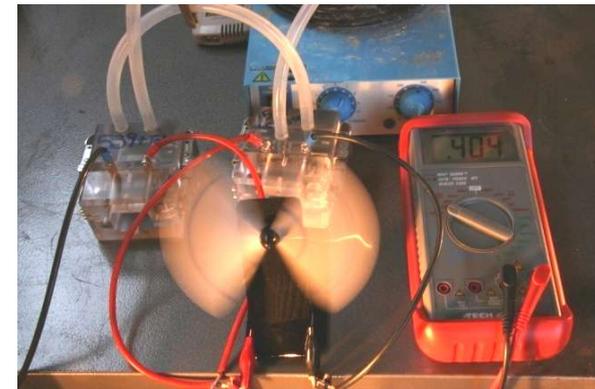
- **Uso di fonti rinnovabili**

- **scarti vegetali**
- **luce solare**



- **Processo a basso impatto ambientale**

- **prodotta energia elettrica senza emissione di gas nocivi**



Dipartimento di Biotecnologie agrarie, Università degli Studi di Firenze

A. Adessi, L. Bianchi, G. Colica, F. Rossi, E. Micheletti

ISE – CNR, Firenze

G. Torzillo

**University of Washington at
Seattle, USA**

C.S. Harwood, J.B. McKinlay

ICCOM – CNR, Firenze

M. Peruzzini, F. Vizza

**California University at
Berkeley, USA**

A. Melis



Grazie per l'attenzione!



Costo di produzione dell'idrogeno

TABLE 4. Comparison of H₂ production costs and net CO₂ emissions in small-scale production plants with capacities in the range 100 – 1000 Nm³ H₂ /h.

Technology ¹⁾	Production costs (EURO/Nm ³ H ₂)	CO ₂ -emission (kg/Nm ³ H ₂)
Steam-reforming of natural gas	0.32	0.8
Electrolysis with conventional electricity	0.23	1.8
Electrolysis with CO ₂ -lean electricity ²⁾	0.27-0.36	0
2-stage bioprocess for hydrogen from biomass (this estimate)	0.25	0
Steam-reforming of bio-methane	0.32	0
Electrolysis with electricity from wind turbines	0.25	0
Electrolysis with electricity from photovoltaic cells	2.95	0

¹⁾ Data for alternative technologies were provided by TNO Environment, Energy and Process Innovation (personal communication).

²⁾ Here CO₂ is sequestered in e.g. aquifers, rendering this process CO₂ neutral.

Da: **Bio-methane & Bio-hydrogen**

Status and perspectives of biological methane and hydrogen production