



“LE TECNOLOGIE DELL’IDROGENO PER LA MOBILITA’ E LO STOCCAGGIO”

Seminario di aggiornamento professionale per i giornalisti

Angelo Moreno

angelo.moreno@enea.it

Cambiare tutto per non cambiare niente

Milano, FAST, 1 luglio 2016

**Una centrale a celle a combustibile da 10 MW
Elettricità per un paese di 8.000 - 10.000 abitanti**



Una centrale a celle a combustibile da 60MW Elettricità e calore per una città di 40-50.000 abitanti



Pininfarina H2 Speed: idrogeno da corsa

E' la prima auto da pista a idrogeno ad alte prestazioni al mondo, ed è stata realizzata da Pininfarina, che ha utilizzato la **tecnologia a idrogeno di GreenGT, società franco-svizzera che dal 2008 progetta**, sviluppa e realizza sistemi di propulsione a pila a combustibile. La H2 monta due motori sincroni elettrici con magneti permanenti, che complessivamente erogano 370 kW (503 cavalli) a 13.000 giri. Le prestazioni dichiarate sono degne di nota: 300 km/h, accelerazione da 0 a 100 km/h in 3,4 secondi e 11 secondi per percorrere 400 metri con partenza da ferma. La produzione di energia è affidata a due pile a combustibile. Il peso dichiarato è 1420 kg.



https://www.youtube.com/watch?v=q4KwJ_IHSMA

F1 ad Idrogeno (300 km/h)



Toyota "Mirai"



Mercedes F800 concept car, 2010



Nissan TERRA SUV concept car, 2012



Honda FCEV concept car, 2014

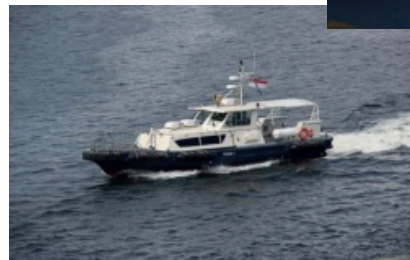


Hyundai Intrado concept car, 2014

Elettricità e calore in maniera autonoma per una casa singola







Le eccellenze italiane: Il Consorzio Atena di Napoli



Vediamo insieme cosa “bolle in pentola”

- “Huston abbiamo un problema”
- Abbiamo un’idea sul come risolverlo. Forse sì, fortunatamente
- Però dobbiamo fare attenzione:
 - Non esistono “silver bullet”, le soluzioni magiche che da sole risolvono il problema
 - Non ci sono “colpi di cannone”, soluzioni che risolvono il problema in un istante
- Dobbiamo cambiare tutto per non cambiare niente?

Cambiare tutto! Sì, ma perché? Come?

Dobbiamo capire le ragioni dei cambiamenti per poterli accettare

Dobbiamo capire cosa ci guadagniamo se li accettiamo

Dobbiamo capire cosa perdiamo se non facciamo niente

e soprattutto se possiamo permetterci di non fare niente

Un consiglio che ci viene dal passato

Un piccolo brano da “L’isola misteriosa”
di Giulio Verne (1874)

“Cosa brucerà l’uomo quando sarà finito il carbone?”

Domanda il marinaio al capitano Smith, che risponde:

“L’idrogeno e l’ossigeno, utilizzati isolatamente o simultaneamente, forniranno una sorgente di calore e di luce inesauribile: l’acqua sarà l’avvenire del carbone”

Un consiglio che ci viene ... dall'alto



Il Papa Francesco nella sua enciclica
“Laudato si” dice:

“Il cambiamento del clima rappresenta
una delle principali sfide che l’umanità
ha di fronte”

“Il clima è un bene comune che
appartiene a tutti ed è pensato per tutti”

Gli stessi problemi visti dai “grandi”

- Qualità dell'aria (scala locale)
- Mitigazione del riscaldamento della terra (scala globale)
- Assicurarsi l'approvvigionamento (Scala socio-politica)



- **Clean air**
- **Global warming**
- **Secure supply**
- **Mission Innovation accelerating the clean energy revolution**

Di cosa abbiamo bisogno?

- Di un nuovo modo di produrre l'energia che ci permetta di ridurre le emissioni di gas serra
- Di un combustibile pulito che ci permetta di migliorare la qualità dell'aria
- Ridurre la dipendenza dal petrolio diversificando le fonti di approvvigionamento ed assicurando il soddisfacimento della domanda



Possiamo accelerare puntando decisamente sulle fonti rinnovabili?

Ma c'è un problema!

Le fonti rinnovabili sono intermittenti ed imprevedibili (entro certi limiti).

La soluzione?: “accumulare l’energia” (soprattutto quella in più, quella in eccesso)

Sì, ma come?

Perché non tenere conto della “sostenibilità”?

Ci serve qualche cosa:

- facile da produrre,
- che si può conservare senza problemi e per molto tempo
- che possiamo usare per produrre l’energia in maniera pulita quando ci serve.

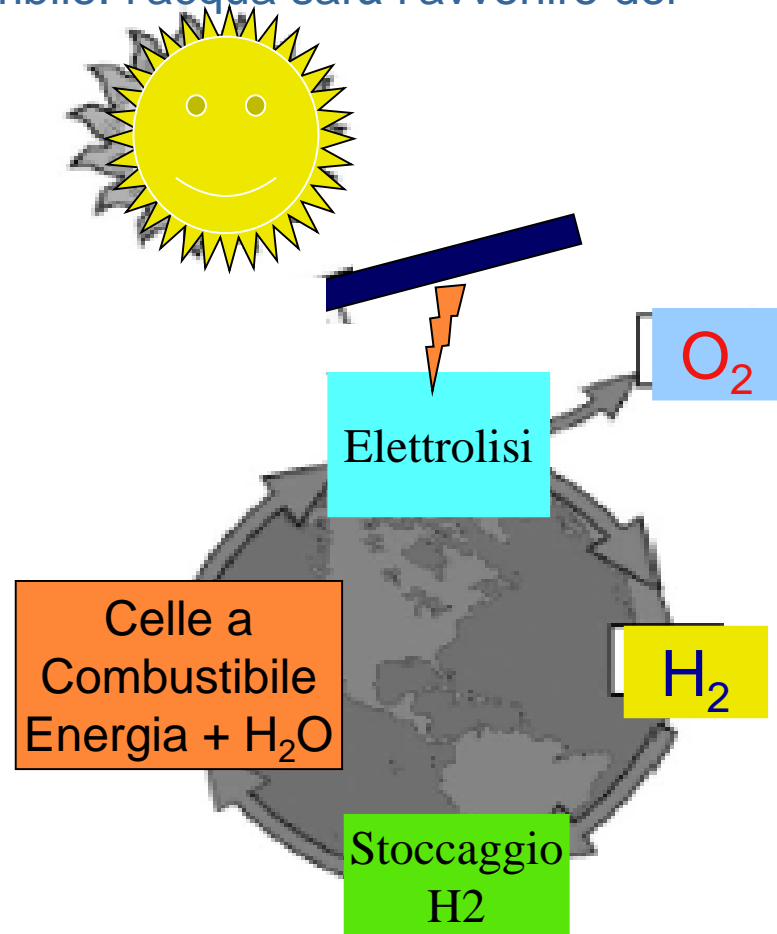
Proviamo a tradurre in una figura il concetto di Verne e vediamo se funziona anche per noi

“L'idrogeno e l'ossigeno, utilizzati isolatamente o simultaneamente, forniranno una sorgente di calore e di luce inesauribile: l'acqua sarà l'avvenire del carbone”

Il mondo si baserà solo
su

“due vettori energetici”

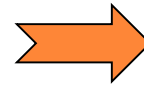
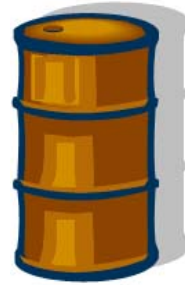
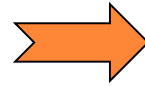
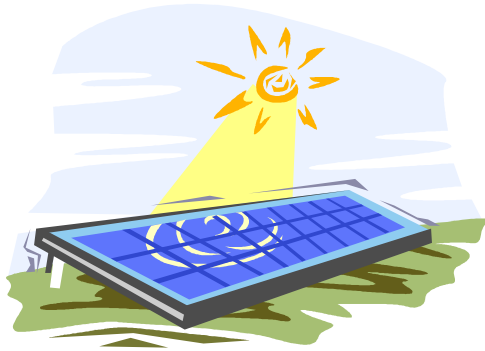
Gli uomini utilizzeranno
per le loro attività solo
l'elettricità e l'idrogeno
prodotti unicamente da
fonti rinnovabili



Ma è veramente possibile?

Qualche numero! Ed una sorpresa!

Paesi ad alta insolazione



1 m² di terreno può
produrre la stessa energia

1 barile di
petrolio per
anno

500 kg of CO²
evitata

1 km² di terreno equivale a un impianto termoelettrico da 50
MWe che lavora 6.000 ore/anno

50 GWe=50.000MWe

Quindi avremmo bisogno di 1000km² per i nostri fabbisogni di
elettricità

Un esercizio “matematico e geografico” interessante



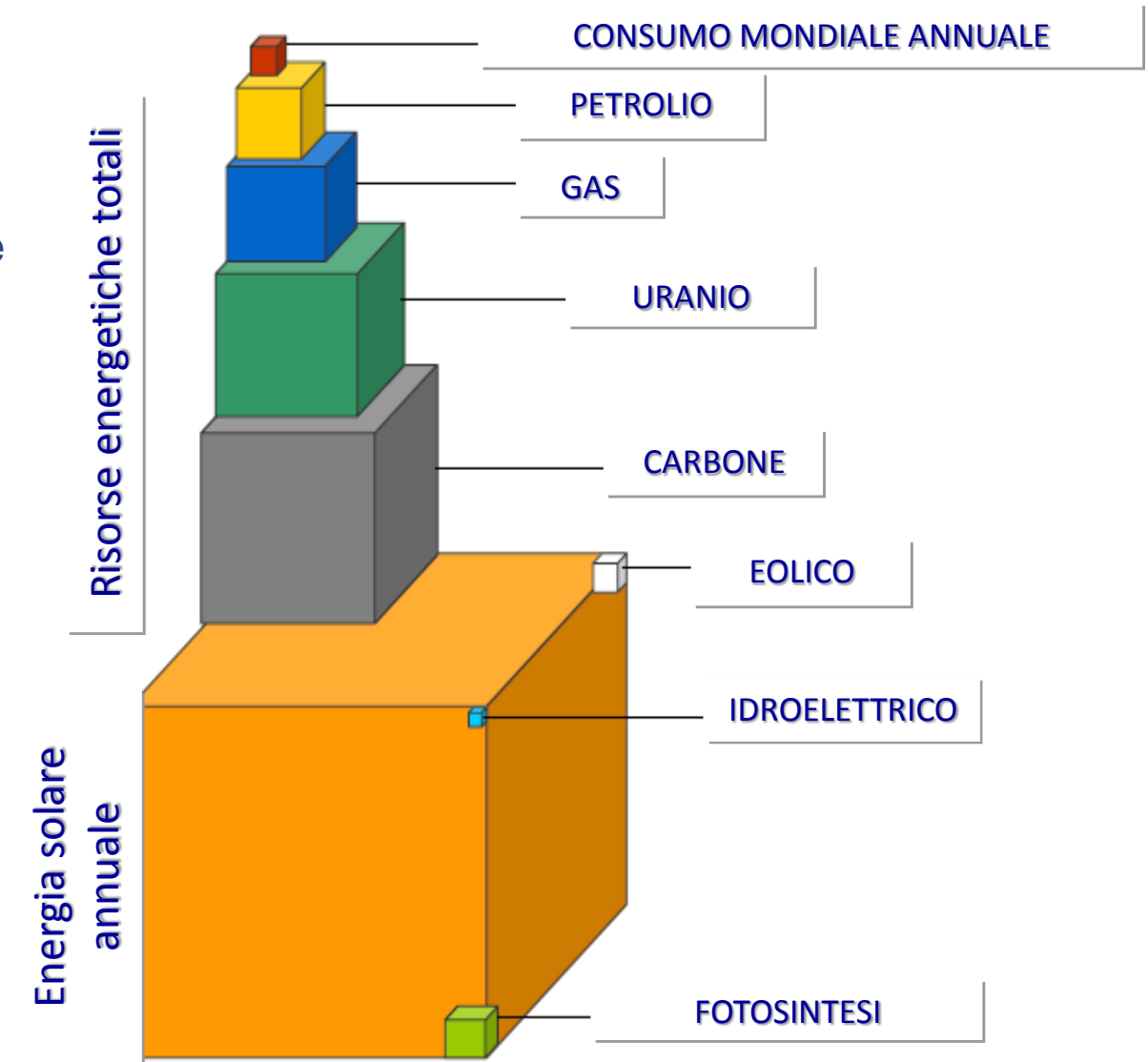
Se volessimo produrre l'energia elettrica consumata dall'Italia in un anno dovremmo realizzare un impianto fotovoltaico :

- da circa 1.000 km², su base nazionale
- da circa 50 km² su base regionale
- da circa 10 km² su base provinciale (circa 100 province)
- da 0,125 km² (12,5 ettari) su base comunale (circa 8000 comuni)

Ce n'è abbastanza per tutti? Siamo sicuri che funzionerà?

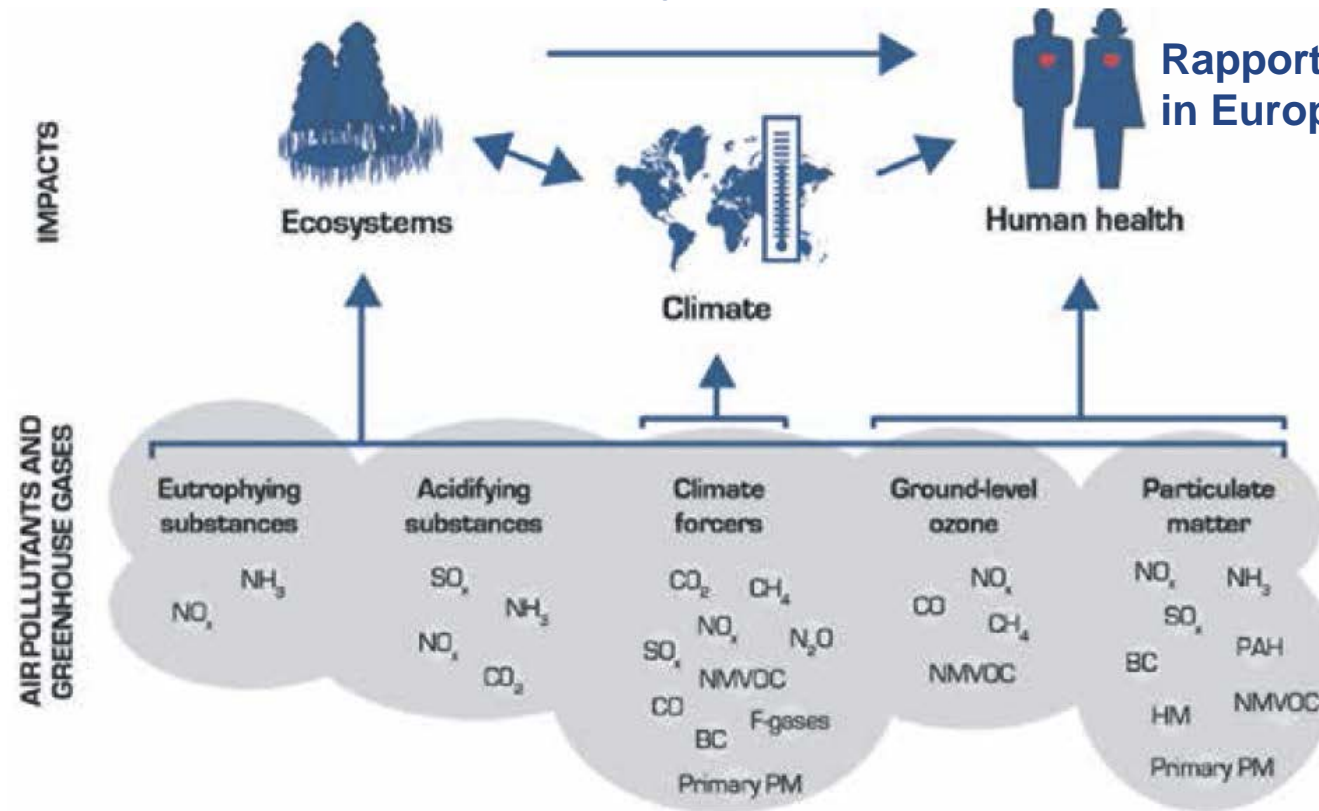
Le fonti rinnovabili possono
essere una risposta?

Ci sono le risorse energetiche
necessarie?



Perché dovremmo cambiare?

Gli effetti collaterali, le esternalità



Rapporto 2014 sulla qualità dell'aria in Europa (EEA) (ISSN 1725-9177)



EEA Report | No 5/2014

Air quality in Europe — 2014 report

Le sole PM 2.5 hanno causato, nel 2011, circa 430.000 morti premature (EU-28). In particolare:

Italia 64.544 (min 42.650; max 84.475)

Germania 69.762 (min 45.754; max 91.947)



Europa: Clean Air Policy Package 2013.

Nuovi obiettivi sulla qualità dell'aria al 2030

Se totalmente rispettato, tale misura consentirebbe:

- **prevenire 58.000 morti premature;**
- **salvare 123.000 km² di ecosistemi, 56.000 km² di natura protetta, 19.000 km² di foresta da danni dovuti alle piogge acide (ossidi di azoto);**

I soli benefici dovuti ad una migliore qualità dell'aria (CO₂, CO, NO_x, SO_x, particolato) produrranno:

- **un “risparmio” calcolato tra 40 e 140 MLD €**
- **un beneficio “diretto” di almeno 3 MLD €**

in termini di maggiore produttività della forza lavoro (minori assenze per malattia), minori morti, costi sanitari, migliori rese nei raccolti, minori danni agli edifici, ecc.

L'applicazione del Clean Air Policy Package genererà anche nuovi posti di lavoro!!

Europa: Energy Roadmap 2050

La Energy Roadmap 2050 è la base per lo sviluppo di un quadro di riferimento per una strategia energetica di lungo termine (*Ref: COM 2011 885*)

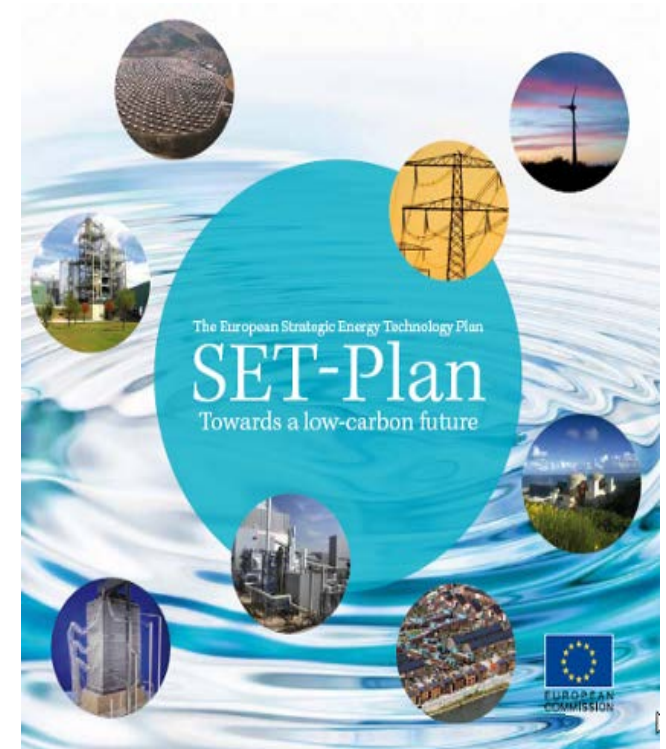
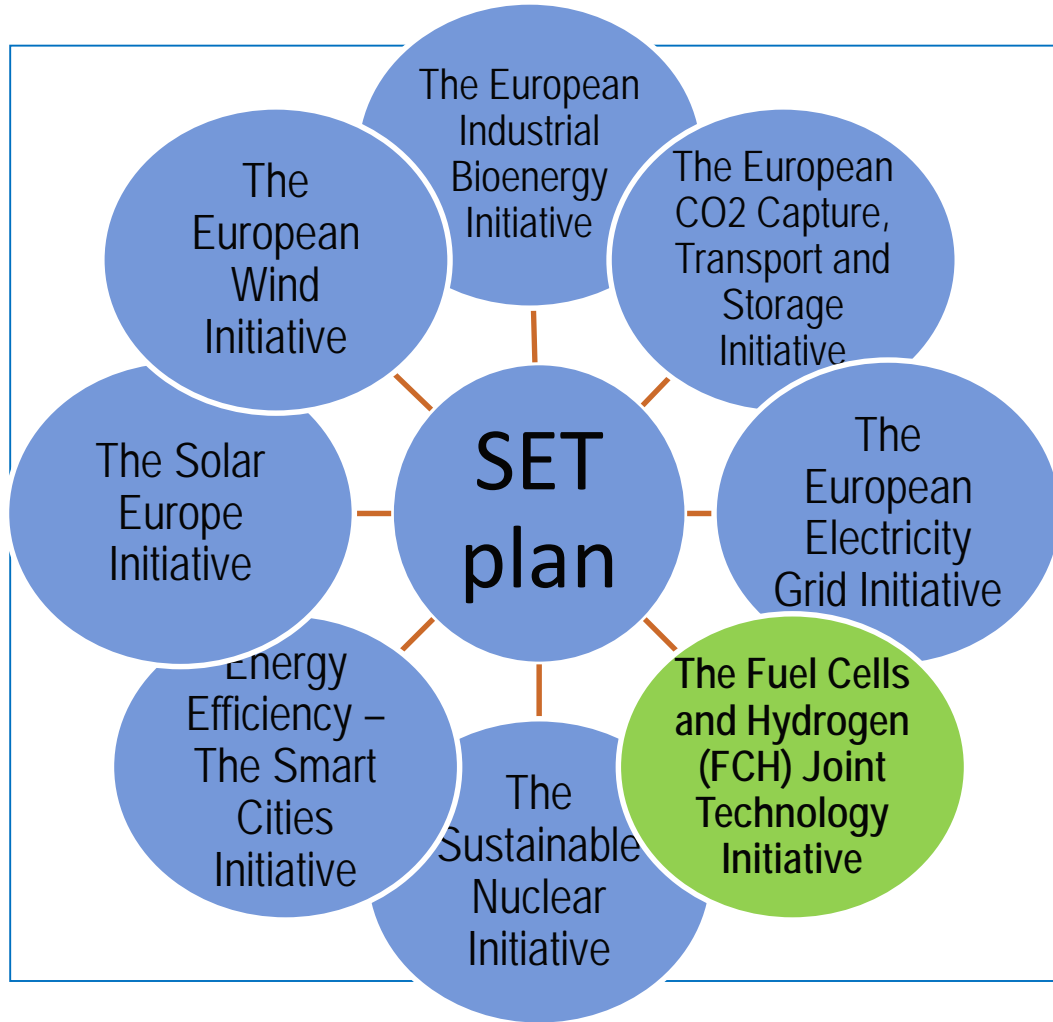
Lo scopo della Roadmap

- 
- *Obiettivi EU al 2050 – Emissione gas serra: meno 80-95% (livello 1990)*
 - *Una strategia per una economia a basso contenuto di carbonio (low-carbon)*
 - *Un quadro di riferimento per un'azione di lungo termine in campo energetico e nei settori ad esso collegati*
- *Dare più certezze ai governi ed agli investitori*
 - *Esplorare le vie verso un sistema energetico al 2050 tenendo conto della competitività e della sicurezza degli approvvigionamenti*
 - *Basi per sviluppare il quadro di riferimento al 2030, individuando azioni ed obiettivi concreti (Stati membri, portatori di interesse, industria ed enti di ricerca)*

Cambiare tutto per non cambiare niente

C'è una grande necessità di mettere in campo un ampio spettro di nuove tecnologie energetiche per realizzare la transizione verso un sistema energetico sostenibile e sicuro

EUROPA: Piano strategico tecnologie energetiche (SET-Plan)



Europa: I nuovi obiettivi al 2030

Obiettivi	Al 2020	Al 2030 *
Aumento Rinnovabili	20 %	27 %
Aumento efficienza	20 %	27 %
Diminuzione gas serra	20 %	40 %

*European Council conclusions of 23/10/2014

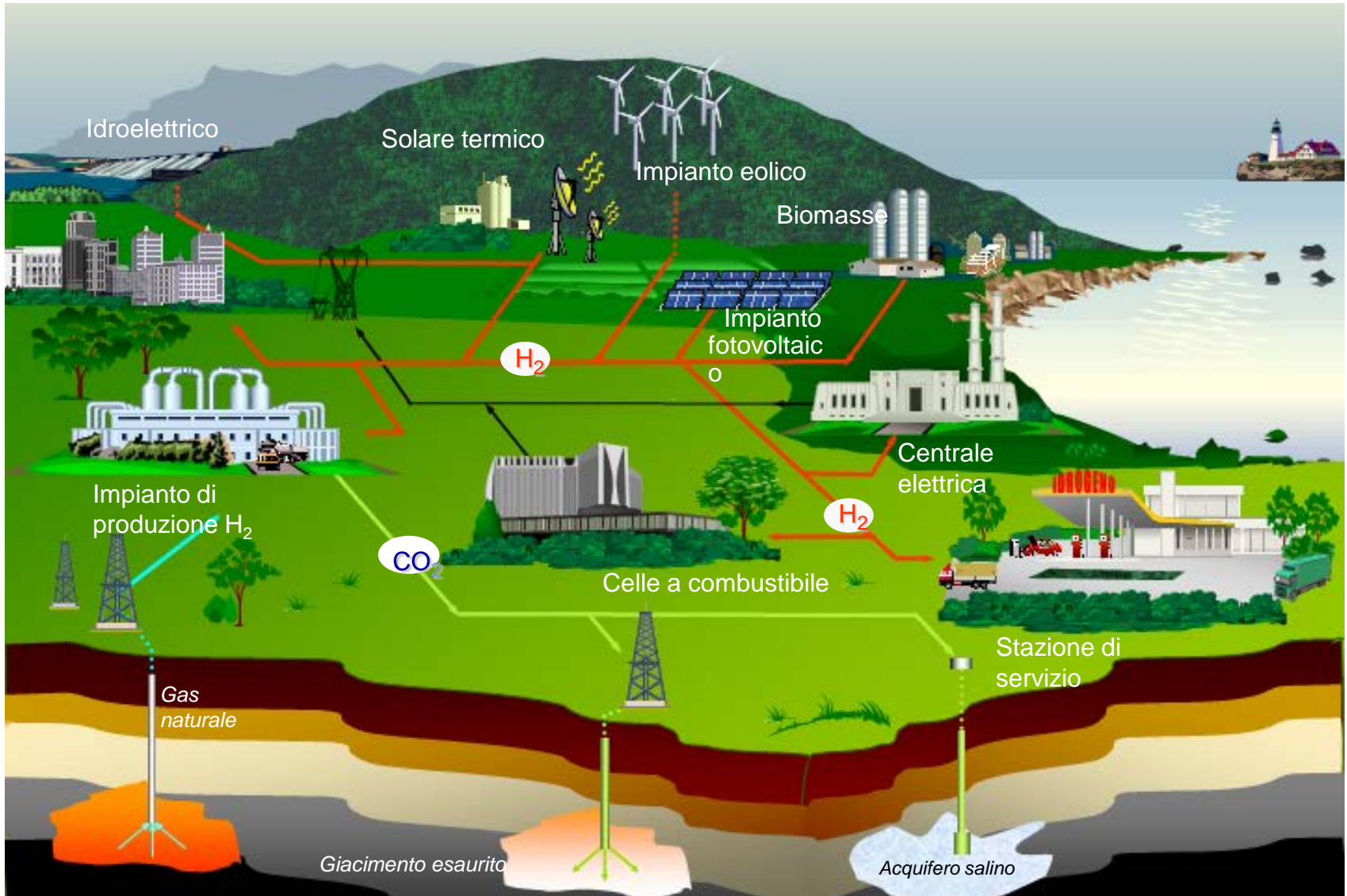
Europa: La direttiva CPT

DIRETTIVA 2014/94/EU approvata dal Parlamento Europeo e dal Consiglio del 22/10/2014 sulla realizzazione di un'infrastruttura per i combustibili alternativi

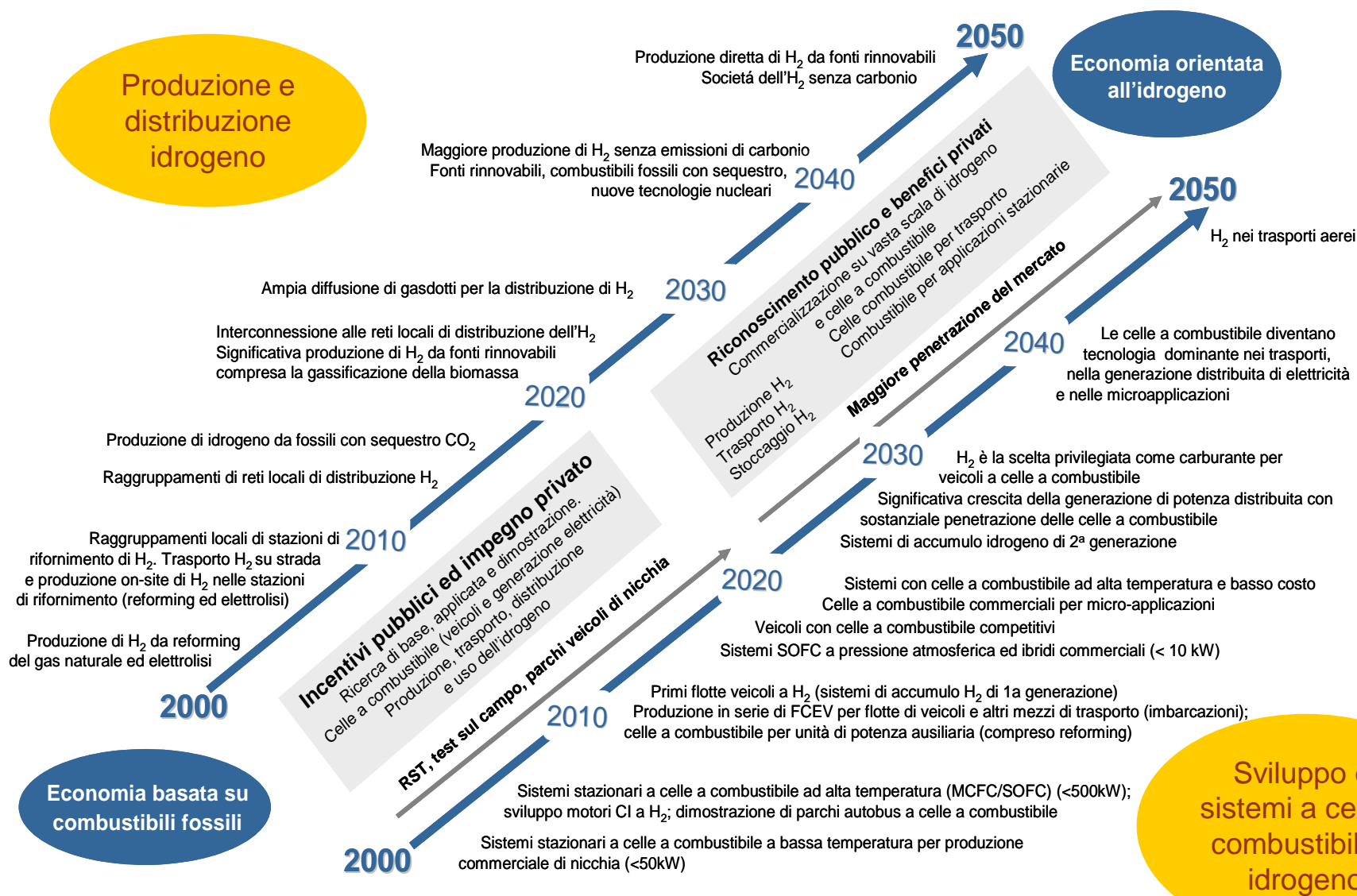
La direttiva stabilisce, tra l'altro:

- un quadro comune di misure per la realizzazione di infrastrutture per i combustibili alternativi allo scopo di diminuire la dipendenza dal petrolio e di mitigare l'impatto ambientale del settore trasporti.
- i requisiti minimi per la realizzazione di tali infrastrutture incluso i punti di ricarica dei veicoli elettrici, le stazioni di rifornimento per il metano (compresso e/o liquido) e per l'idrogeno
- Ogni stato membro deve presentare il suo piano di attuazione della direttiva (**National Policy Frameworks - NPF**) **entro il 18/11 /2016**

Europa: La Visione idrogeno



Europa: La roadmap dell'idrogeno



Ma l'idrogeno è il candidato giusto?

Il ruolo dell'idrogeno e delle celle a combustibile

Sostenibilità

- L'idrogeno è un vettore di energia **“pulito”** e “verde”
- Si può usare nel settore trasporto (zero emissioni) (clean air)
- Si può usare per produrre elettricità e calore (clean air)
- Può essere usato come mezzo per lo stoccaggio di energia in connessione con le rinnovabili (bilanciamento delle reti)
- Ci consente una forte riduzione delle emissioni di CO₂ (global warming)
- Può essere usato nell'industria convenzionale

Sicurezza degli approvvigionamenti (secure supply)

- Ci consente di avere una minore dipendenza dalle importazioni di greggio e quindi di essere meno legati ai destini o ai capricci di regioni/stati instabili esterni all'Europa

Competitività

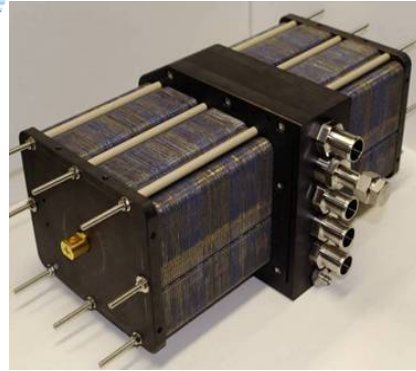
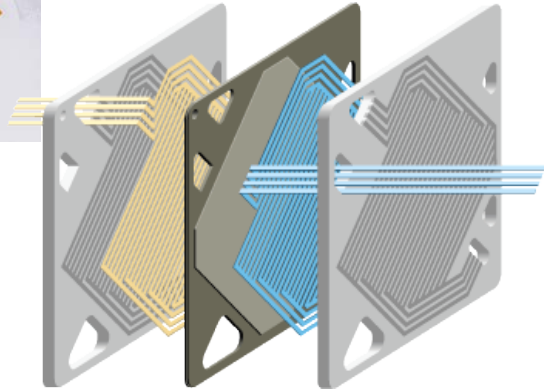
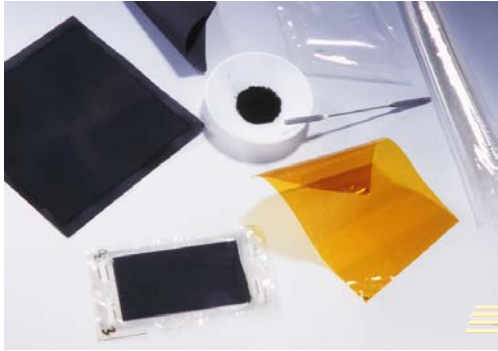
- Lo sviluppo di eccellenze nel campo della ricerca condurrà l'industria europea verso una forte innovazione e quindi alla crescita di fatturato e di posti di lavoro

E le celle a combustibile?

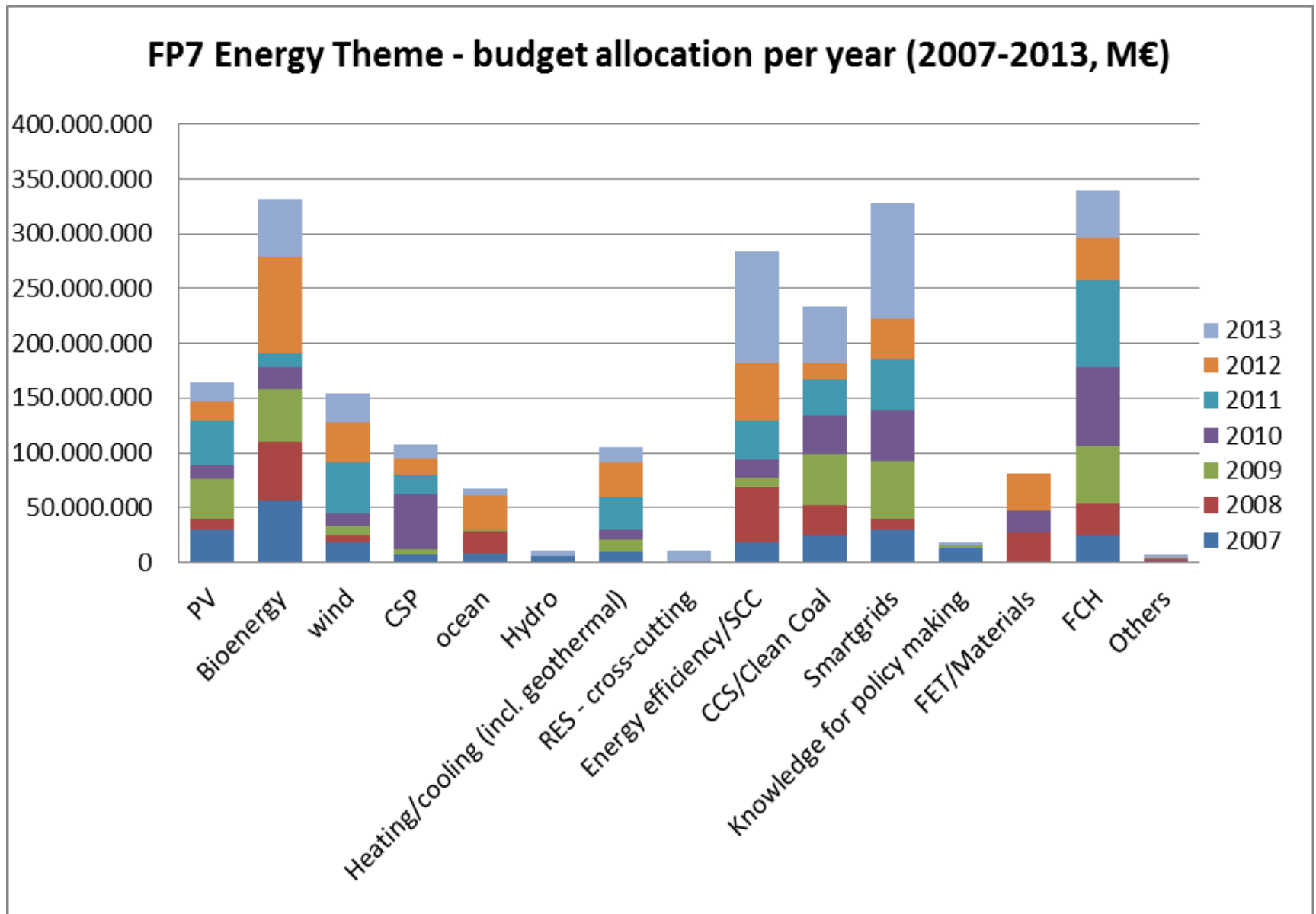
Sono un sistema ad altissima efficienza e possono essere molto più pulite delle tecnologie convenzionali (No: particolato, NOx, SOx, CO, ecc.) quindi sono destinate a rimpiazzare le tecnologie convenzionali in tutti i loro usi attuali:

- **Nel trasporto spostandolo verso veicoli totalmente elettrici**
- **Nelle applicazioni stazionarie (produzione di elettricità, calore, freddo) da pochi kW a grandi impianti multi MW)**
- **Nelle applicazioni portatili rimpiazzando pile e batterie di qualunque taglia**
- **Nei sistemi di back up, nei gruppi di continuità nei sistemi ausiliari a bordo dei veicoli (bus, camion, imbarcazioni, navi, ecc.)**

Come lo usiamo? Dove? Dovunque in combinazione con le celle a combustibile

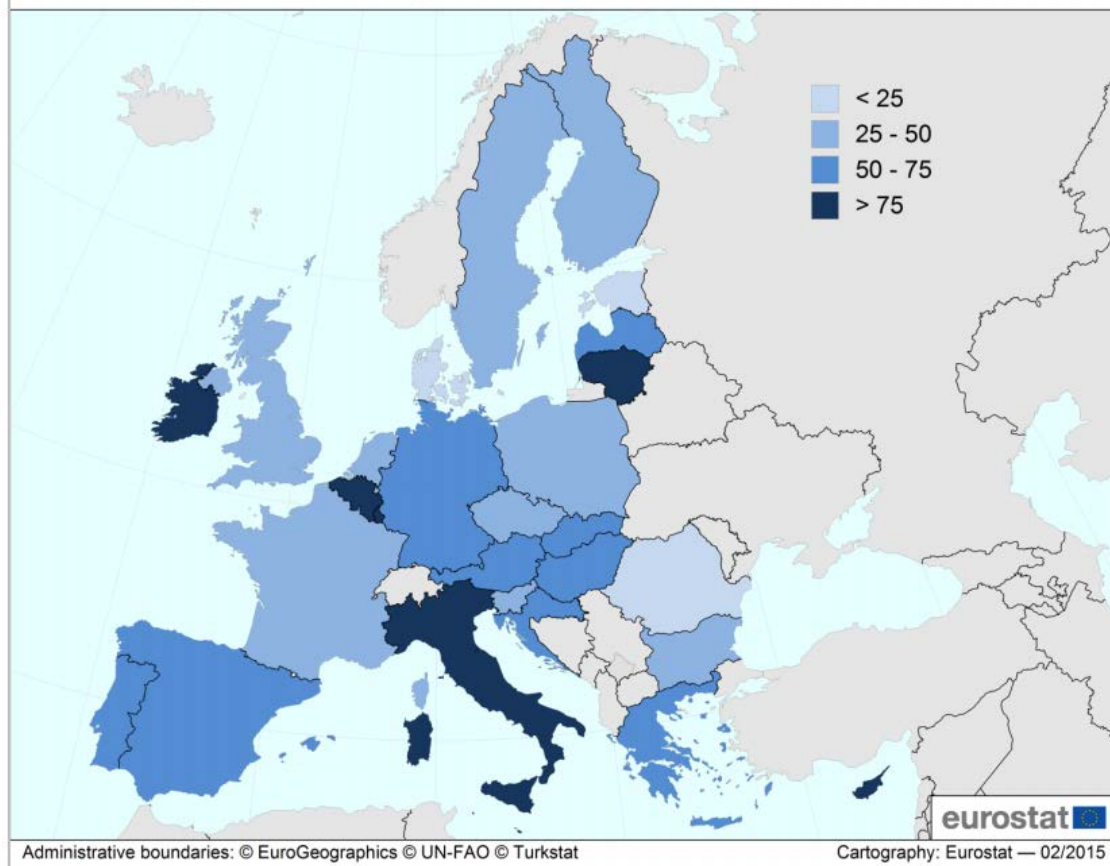


Europa: H2&FC nelle tematiche energetiche



Sicurezza degli approvvigionamenti

Energy dependency in the EU Member States, 2013 (%)



- Con il suo 76.9% (2013), l'Italia ha un primato europeo nella dipendenza dai fossili importati
- La produzione di idrogeno da rinnovabili potrebbe aiutare a diminuire tale dipendenza

E in Italia: tante attività, ma sconnesse le une dalle altre

34

- Stato dell'arte:
 - mancanza di iniziative a livello Paese
 - Resistenza e scetticismo non solo nel pubblico ma anche a livello centrale
 - Iniziative significative a livello locale (Bolzano, Trento, Liguria, Lazio, Lombardia, Torino, Sicilia, Puglia, Toscana, ecc.)
 - Nessun coordinamento fra le iniziative locali
- Lancio da parte di H2IT, l'Associazione Italiana Idrogeno e celle a Combustibile del consorzio InIMI, Iniziativa Italiana Mobilità ad Idrogeno (Milano 5 giugno 2015):
 - un tentativo di “svegliare” i politici e di creare le condizioni per avere un quadro a livello Paese
 - un approccio dal basso per supportare le autorità centrali nello sviluppo di un piano nazionale sulla realizzazione delle infrastrutture idrogeno per il trasporto zero emissioni (come richiesto dalla direttiva Europea)

La Direttiva DAFl: i combustibili alternativi e gli obiettivi

DIRETTIVA 2014/94/UE del 22 ottobre 2014 sulla realizzazione delle infrastrutture per i combustibili alternativi

- ✓ **Elettricità**
- ✓ **Idrogeno (Facoltativo)**
- ✓ **Gas naturale, incluso bio metano, sia compresso che liquido**
- ✓ **Bio – combustibili liquidi**
- ✓ **Combustibili sintetici e paraffinici**
- ✓ **GPL**

Direttiva DAFI e il recepimento da parte dell'Italia

Cosa succede se l'Italia non inserisce l'idrogeno nel proprio piano di attuazione della DAFI?

- ▶ LA UE supporterà prioritariamente quegli stati membri che abbiano inserito l'H2 nei rispettivi Piani Nazionali
- ▶ Le imprese italiane che investono nello sviluppo delle tecnologie dell'H2 e delle FC potrebbero non essere sostenute e quindi perdere di competitività
- ▶ Il nostro Paese potrebbe perdere l'opportunità di creare nuovi posti di lavoro e di far crescere PIL ed esportazioni.
- ▶ I cittadini potrebbero vedere ritardato il processo verso un trasporto più pulito, possibilmente ad emissioni zero
- ▶ In una prospettiva di lungo termine l'Italia potrebbe perdere una parte del turismo dei paesi del nord

Contesto italiano: perché H2&FC per i trasporti?

Il trasporto è responsabile per almeno 1/3 sia delle emissioni nocive alla salute e all'ambiente (ossidi di azoto, ossidi di zolfo, monossido di carbonio e polveri sottili) che di quelle clima –alteranti (anidride carbonica).

Se guardiamo alla sola Italia vediamo che la situazione è abbastanza critica. Qualche dato statistico sull'Italia:

- 49 M di veicoli a motore,
- 37 M circa sono automobili, di queste
- 22 M sono a benzina , 15 M sono a gasolio
- Circa 18,5 M hanno un'età compresa tra 10 e più di 20 anni (4,3M)

EURO 0	EURO 1	EURO 2	EURO 3	EURO 4	EURO 5	EURO 6	ND	totale
4.019.420	1.413.719	5.489.036	6.852.532	12.289.379	6.693.593	300.759	22.315	37.080.753

Un sistema trasporti basato sull'idrogeno e sulle celle a combustibile, è una buona risposta alle sfide che abbiamo di fronte

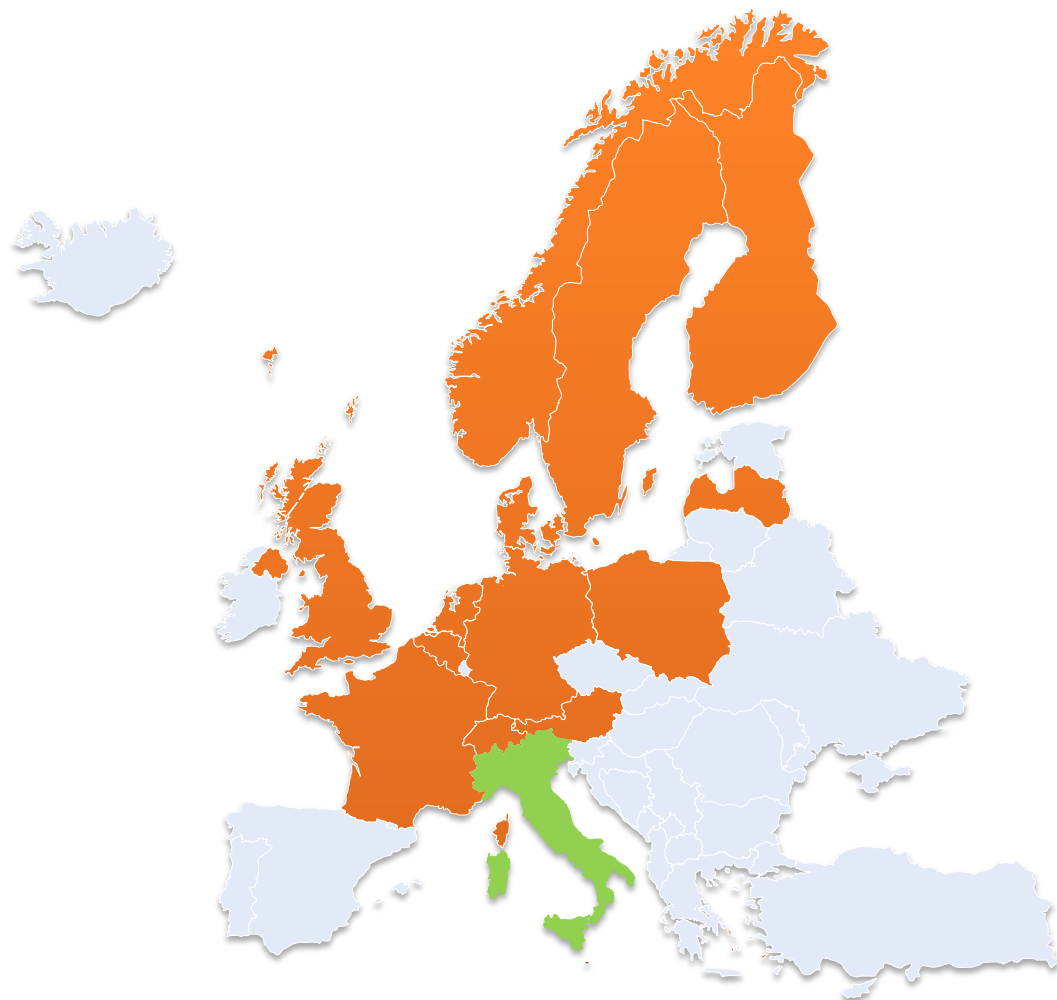
L'idrogeno usato nelle celle a combustibile potrà permettere lo sviluppo di un sistema di trasporti ad impatto zero

Progetti italiani idrogeno e celle a combustibile nel settore trasporti (2003 al 2020)



Piani nazionali in Europa

Nazioni che stanno elaborando il piano nazionale per la realizzazione delle infrastrutture per la diffusione dell'idrogeno per il trasporto



Austria
Belgio
Danimarca
Finlandia
Francia
Germania
Italia
Lettonia
Norvegia
Polonia
Svezia
Svizzera
Regno Unito

Processo “bottom – up”: “Mobilità H2 Italia”

Nasce nell’ambito di H2IT (Associazione italiana H2 e FC) con 4 gdl:

- Standard, sicurezza, autorizzazioni e accettabilità sociale
- Scenari, analisi di fattibilità economica e schemi di incentivazione
- Ruolo delle fonti rinnovabili e del power to gas
- Finanziamento degli investimenti

Partner MH2IT



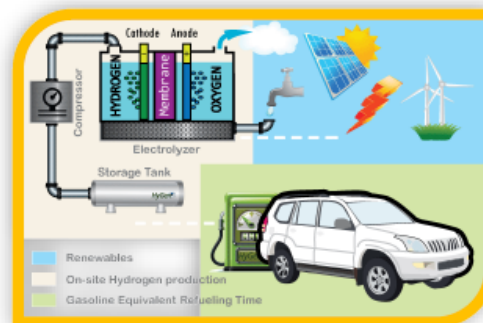
Partner che hanno espresso il loro interesse



Cronistoria e sviluppo temporale

28-ott-14	La direttiva DAFI viene pubblicata ufficialmente
15-apr-15	Il direttivo H2IT decide di impegnarsi per la definizione del piano nazionale idrogeno
19-giu-15	Workshop EUSEW sulle tecnologie H2FC per il trasporto (Campidolgio)
23-lug-15	Lancio di "Mobilità Idrogeno Italia", istituzione dei GdL
07-ott-15	Riunione con Ministero dello Sviluppo, Trasporti ed Interni; mandato per preparare il Piano Nazionale Idrogeno
nov-15	Avvio formale delle attività di "Mobilità Idrogeno Italia", invito ad aderire
15-dic-15	Presentazione del primo draft del piano nazionale infrastrutture idrogeno. Elezione del Presidente Dossi e dei Vice-Presidenti Huber e Screnci del Comitato di Indirizzo Strategico
15-mar-16	Presentazione della seconda bozza del PN aggiornata e rivista
mag-16	Versione finale e lancio della consultazione pubblica
lug-16	Presentazione ufficiale Piano Nazionale Strategico
18-nov-16	Termine per la presentazione del piano nazionale di recepimento della direttiva DAFI

Piano Nazionale di Sviluppo Mobilità Idrogeno Italia



mobilitah2.it

Marzo 2016

In ottemperanza alla DIRETTIVA 2014/94/UE DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO
del 22 ottobre 2014
sulla realizzazione di un'infrastruttura per i combustibili alternativi

Elementi principali del piano di realizzazione infrastrutture idrogeno

Cornice temporale	2015 -2025 (come da richiesta della direttiva DAFI)
Applicazioni	Trasporto stradale (automobili,minibus, bus,furgoni, piccoli autocarri)
	Veicoli industriali (Muletti, macchine spazzatrici, autoveicoli per aeroporti, ecc.
	Trasporto su rotaia (tram e treni)
	Trasporto navale (laghi, fiumi, mare)
Produzione di idrogeno	Reforming del gas naturale e del biogas
	Elettrolisi dell'acqua (elettricità da rinnovabili)
	Altre fonti rinnovabili (gassificazione delle biomasse, alghe, batteri, ecc.
Business model	Flotte private/pubbliche (captive fleets), "ultimo miglio"
	Corridoi autostradali

Alcuni risultati consolidati (1)

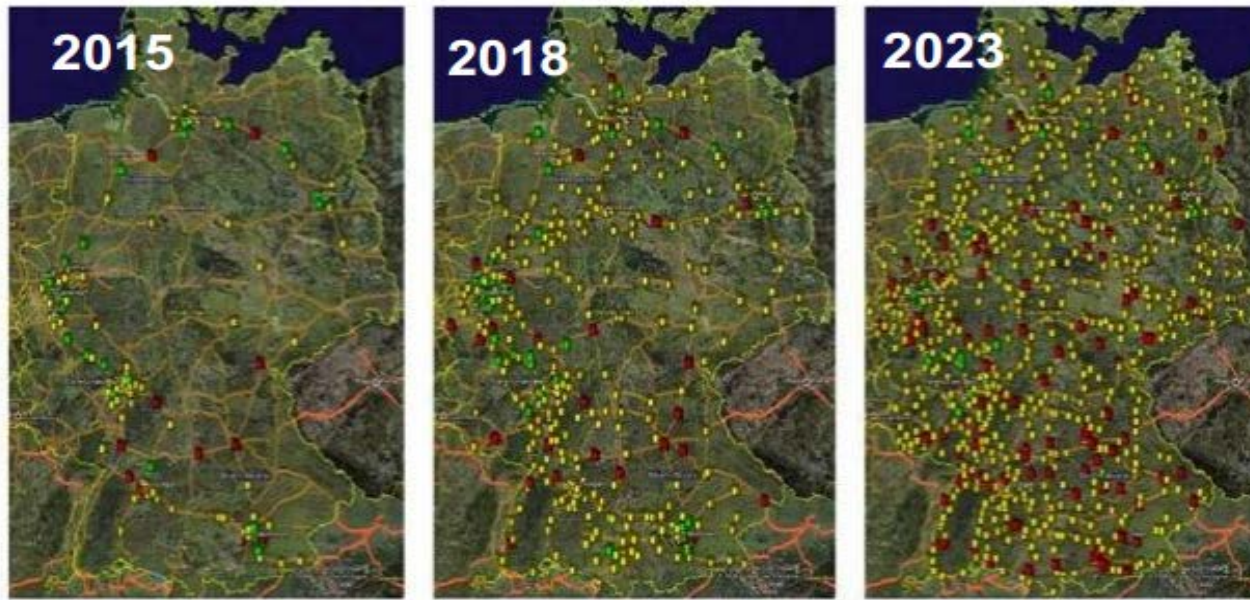
- Lavoro sulle problematiche della sicurezza: definizione di regole e standard italiani allineati con quelli europei in cooperazione con le organizzazioni preposte (VVF ed enti normatori)
- Ridefinizione dei limiti sulle pressioni di erogazione dell'idrogeno dagli attuali 350 bar a quelli europei, 700 bar
- Forte enfasi sulla produzione di H₂ da rinnovabili, soprattutto da elettricità, quella in eccesso generata dalla necessità di bilanciare le reti
- Adozione di un primo target di costo alla pompa pari 8-10 € per kg, con l'obiettivo finale di arrivare a 5-6 € per kg

Alcuni risultati consolidati (2)

Definizione del numero di stazioni di rifornimento idrogeno: le 3 fasi di sviluppo.

- 1. Breve periodo (2020) sostenute sostanzialmente da fondi pubblici (nazionali, regionali, europei: stima di costi, circa 50 M€):**
 - a) Almeno 20 stazioni HRS (10 per auto e 10 per bus) localizzate:
 - ✓ Lungo i corridoi TEN-T stabiliti dalla UE
 - ✓ Collegati al dispiegamento di flotte di veicoli a FC , pubbliche e/o private, e in grandi aree urbane
 - b) Il numero minimo di veicoli FC necessari a sostenere economicamente l'investimento è stato stimato in circa 1.000.
- 2. Medio periodo (2021-2025) PPP (fondi stimati circa 420M€): 200 HRS (2/3 per auto ed 1/3 per bus)**
- 3. Dopo il 2030, verso le 1000 stazioni finanziate sostanzialmente dai privati (alcune centinaia di migliaia di veicoli a FC)**

Qualche dettaglio su Germania e Regno Unito



Germania: Stazioni di servizio

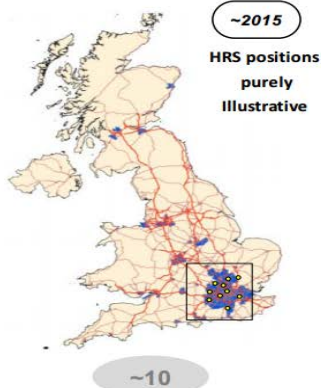
2015: 50

2017: 100

2023: 400

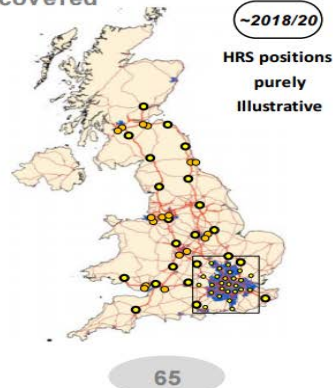
2030: 1.000

First coverage provided in targeted launch areas



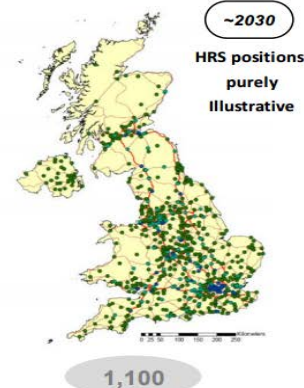
Strong regional focus for earliest HRS e.g. London and South-east England

Additional clusters and basic national driving covered



Extend coverage to additional urban clusters, enable basic national driving

Transition to full population coverage by 2030



Extend close-to-home refuelling to the **whole of the UK**, including less populated regions

Regno Unito: Stazioni di servizio

2015: 10

2018/20: 65

2030: 1.100

E nel mondo?

- Giappone: 800 M € (2008-2012). Obiettivo: 1.000 stazioni di rifornimento ed 1 M di veicoli ad idrogeno e celle a combustibile (FCEV) al 2025
- Corea del Sud: circa 470 M€ (2008-2012). Obiettivo: 500 stazioni di rifornimento ed almeno 50.000 FCEV al 2020
- USA: California Fuel Cell Partnership (2012), obiettivo: 100 stazioni di rifornimento al 2024 nella sola California; lanciato un piano di azione di 8 stati. Obiettivo: 3.3 M di veicoli a zero emissioni al 2025; H2 USA (2013), DoE+ 38 partner industriali
- Cina. Obiettivo: 5 M di veicoli «new energy»: batteria, ibridi, FCEV al 2020

Reazioni del pubblico

- Non sappiamo niente di idrogeno e celle a combustibile
- L'idrogeno è pericoloso
- Le celle a combustibile non funzioneranno mai e comunque sono costose
- Le tecnologie dell'idrogeno e delle celle non raggiungeranno mai il mercato
- Non saranno mai competitive, meglio continuare come sempre ...
-

L'idrogeno fu scoperto alla fine del 18° secolo

Usato dall'industria da almeno 100 anni

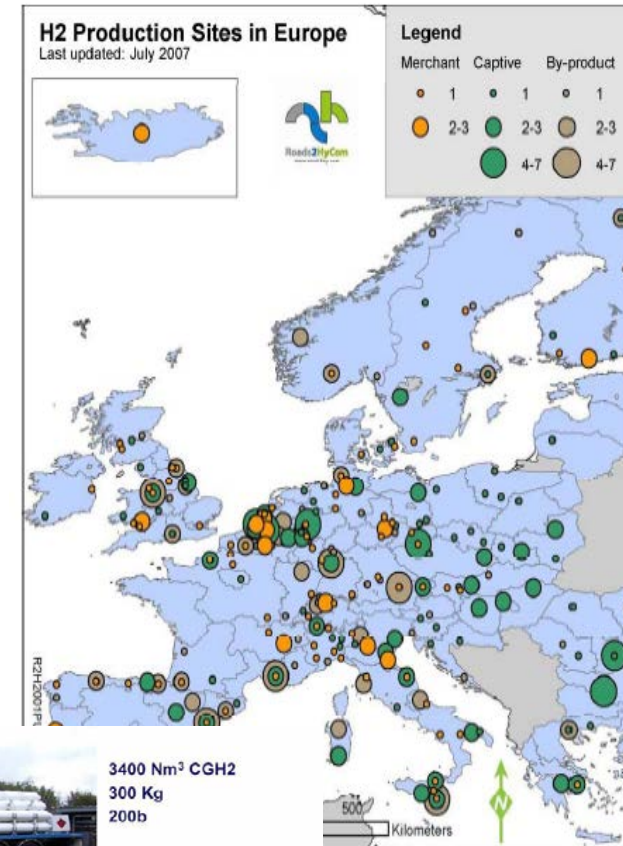
Produzione mondiale circa 630 MD di Nm³, (59 Mt)

Equivalenti a circa il ~ 2 % del consumo mondiale di energia

BUT

- Circa il 95 % da metano o da carbone
- 1 t H₂ produce 10-12 t di CO₂ during production

Tanta CO₂ quanto l'intera Germania



RÉSEAU DE CANALISATIONS D'AIR LIQUIDE



3400 Nm³ CGH₂
300 Kg
200b



45000 l LH₂
3200 Kg
20°K

Roads2Hycom

Conclusioni

- Le celle a combustibile e l'idrogeno hanno raggiunto la maturità tecnologica
- La penetrazione del mercato è iniziata, ci sono alcuni mercati di nicchia molto interessanti:
 - ✓ muletti,
 - ✓ sistemi di alimentazione per antenne Telecom,
 - ✓ veicoli a FC,
 - ✓ CHP domestici
 - ✓ Back up
 - ✓ Sistemi di accumulo elettrico basati sull'idrogeno



Se tutto è così bello, dove sono i problemi?

- I costi alti, ma sono veramente un problema?
- Il dilemma dell'uovo e della gallina.
- **Scarsa consapevolezza e accettazione da parte del cittadino**
 - Non sappiamo niente dell'idrogeno
 - L'idrogeno è pericoloso
 - Cosa sono le “cellule combustibili”, in ogni caso non credo che funzioneranno mai
 - E comunque non raggiungeranno mai il mercato
 - ... e poi ... e poi sono molto costose, non saranno mai competitive ...

Come si può rimediare a tutto ciò, come possiamo convincere i cittadini?

Intanto essendo convinti noi stessi, poi dobbiamo convincere i decisori ed i politici e **poi informare, informare, informare** per creare le basi per prendere delle **decisioni consapevoli e condivise**

Conclusioni

All we need is ... love

Tutto ciò di cui abbiamo bisogno sono i decisori
politici , la Politica

Dobbiamo essere convinti per poterli convincere

Io,... speriamo che me la cavo

L'Italia,... speriamo che se la cava