

# Le opportunità offerte dalla filiera dell'idrogeno

Lo sviluppo di questa fonte energetica apre nuovi scenari di sviluppo tecnologico e di re-industrializzazione del Paese

Vincenzo Naso

Allo stato attuale, praticamente tutte le soluzioni tecniche necessarie a completare la filiera dell'idrogeno sono già disponibili: sappiamo produrre, accumulare, distribuire e utilizzare il nuovo vettore energetico. Ma quasi nessuna delle tecnologie è definitivamente consolidata e matura per la produzione di massa.

Da studi effettuati dal Gruppo Energia e Ambiente del CIRPS-Università di Roma «La Sapienza», il potenziale di produzione di idrogeno da fonti rinnovabili è tra i 3.500.000 e 7.000.000 t/anno (a seconda dello sviluppo tecnologico ipotizzato).

Lo studio effettuato apre una prospettiva di assoluto interesse: dalla de-industrializzazione alla re-industrializzazione ambientale. È questa l'opportunità offerta dal futuro mercato dell'idrogeno.

La possibilità non è soltanto quella di creare nuovi posti di lavoro, infatti, ma di creare posti di lavoro da attività industriali, che pongono le basi per solide premes-

se di sviluppo. Per giunta, si tratta di attività industriale ambientale, perfettamente in linea con la nuova richiesta sociale di Sviluppo Sostenibile.

Le attività legate alla produzione, allo stoccaggio ed alla distribuzione dell'idrogeno da fonti rinnovabili offrono uno scenario possibile di nuovi posti di lavoro (a breve termine, dallo studio condotto dal Gruppo Energia e Ambiente del CIRPS-Università di Roma «La Sapienza», si parla di circa 100.000 nuove unità lavorative), con un livello di specializzazione richiesto, un contenuto tecnologico e delle necessità di formazione continua che potranno caratterizzare l'elevata «qualità» di questo potenziale.

I posti di lavoro e la ricchezza economica producibili riguardano la realizzazione di sistemi di produzione e utilizzo, quali le pile a combustibile, i motori a combustione interna, i generatori di elettricità per uso stazionario, le automobili.



La filiera dell'idrogeno apre dunque delle prospettive su diversi settori, legati a molte aree industriali. Proviamo ad elencarne le principali; sarà un modo per seguirne il percorso.

• Tecnologie per la produzione di idrogeno:

- Steam Reforming di idrocarburi.
- Gassificazione di carbone e di biomasse.
- Pirolisi (o distillazione secca).
- Ossidazione parziale non Catalitica di Idrocarburi.
- Termolisi.
- Elettrolisi.
- Fotoelettrolisi.
- Fermentazione.
- Fotoproduzione.

• Tecnologie per lo stoccaggio dell'idrogeno:

- Serbatoi per stoccaggio di gas compresso.
- Idrogeno liquido.
- Idruri metallici.
- Nanostrutture di carbonio.
- Microsfere.
- Serbatoi in pressione.

• Tecnologie per il Trasporto e la Distribuzione dell'idrogeno:

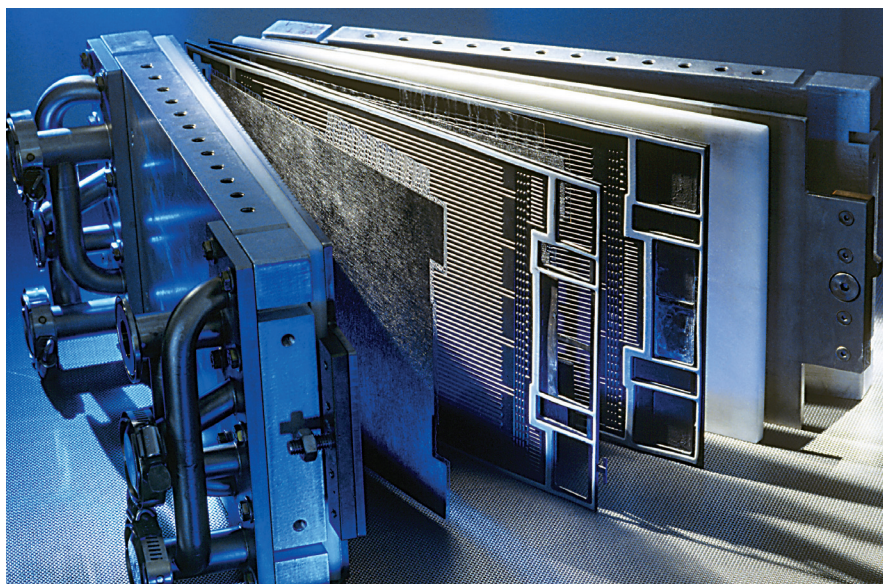
- Liquido.
- Gassoso.
- Tecnologie per l'uso dell'idrogeno:
- Uso stazionario (celle, MCI, Impianti Termici): produzione di energia elettrica e calore.

- Uso per la mobilità (celle, MCI): trasporti pubblici e privati.

I principali settori di sviluppo e produzione di nuovi prodotti e componenti legati, quindi, all'intera catena dell'idrogeno (dalla produzione, allo stoccaggio/distribuzione/trasporto, all'utilizzo), che potranno così essere attivati, saranno:

• Area Elettrochimica. Componenti (membrane, elettrodi, catalizzatori... per celle a combustibile ed elettrolizzatori).

• Area Elettronica. Sistemi di monitoraggio delle condizioni chimico-fisiche dell'idrogeno per la messa in sicurezza dei sistemi di produzione, stoccaggio e utilizzo; software per sistemi di gestione di impianti.



Esplso di un Fuel Cell Stack; in alto, serbatoio di idrogeno liquido (-253 °C) della Linde

ti con elettrolizzatori e celle a combustibile (gestione dell'energia elettrica entrante nell'elettrolizzatore/rete elettrica, della produzione di idrogeno, dell'indirizzamento in sistemi di stoccaggio e/o utilizzo diretto in loco, ...); sistema di gestione robotizzato per pompe di distribuzione.

- Area Elettrica. Generatori; cablaggi; pannelli di controllo.
- Area Termica/termochimica. Catalizzatori; caldaie a letto fluido per biomassa (per il gassificatore); digestori anaerobici; impianti di Reforming.
- Area Meccanica. Tubazioni per trasporto e distribuzione di idrogeno; serbatoi e bombole (stazionari e per uso mobilità - auto); distributore; componenti impiantistici vari (supporti per pannelli solari, torre centrale, ...); ruotismi.
- Area Macchine. Pompe; compressori; dispositivi di trattamento acqua; turbine.
- Area Materiali. Specchi parabolici per solare a concentrazione; silicio; ceramici.
- Area Rifiuti. Raccolta differenziata dedicata; processi di pre-trattamento.
- Area Agricoltura. Colture energetiche; raccolta scarti agricoli.

Da queste brevi considerazioni si può facilmente evincere come la nuova filiera energetica dell'idrogeno possa aprire nuovi scenari non solo di sviluppo tecnologico proiettato ad una sempre maggiore attenzione verso l'ambiente, ma anche di una nuova fase di re-industrializzazione del «sistema-Paese» Italia.

Quasi tutti i settori industriali che allo stato attuale attraversano, più o meno evidentemente, un periodo di stasi, potranno essere coinvolti nella costruzione progressiva di un'era dell'idrogeno, essendo essi stessi potenziali attori protagonisti della filiera del nuovo vettore energetico. L'auspicio è che noi tutti ci si possa rendere conto della grande opportunità che ci viene offerta; spingendo sempre maggiormente sulle sole soluzioni tecnologiche che ricorrano all'impiego di fonti rinnovabili, si potrà creare progresso ed occupazione da attività industriali legate ad uno sviluppo sostenibile, garantendo, in accordo con la ormai celebre dichiarazione di Brundtland, la "Soddisfazione dei bisogni del presente senza compromettere la possibilità di soddisfare quelli delle generazioni future".

Vincenzo Naso  
Università «La Sapienza» (Roma)

# I pionieri dell'idrogeno

L'Istituto di Tecnologie Avanzate per l'Energia «Nicola Giordano» (ITAE) del CNR rappresenta un Centro di riferimento fondamentale nel settore dell'idrogeno, alla luce delle molteplici attività e risultati ottenuti nel campo delle tecnologie energetiche innovative

Gaetano Cacciola

L'Istituto di Tecnologie Avanzate per l'Energia «Nicola Giordano» (ITAE) del Consiglio Nazionale delle Ricerche di Messina è stato istituito nel 2001 e raccoglie l'eredità dell'Istituto di Ricerche sui Metodi e Processi Chimici per la Trasformazione e l'Accumulo dell'Energia (CNR-TAE), fondato nel 1980.

Le attività di ricerca, svolte dall'ITAE, seguono tre principali linee strategiche, coerenti con le problematiche della politica energetica nazionale ed europea, che vedono in primo piano la riduzione dei gas serra, l'incremento dell'efficienza del sistema energetico, soprattutto nel settore trasporti, il decentramento della produzione (ovvia conseguenza della liberalizzazione del mercato) e la diversificazione delle fonti energetiche. Tutto ciò in una visione globale ed integrata avente come obiettivo generale la coerenza del sistema energetico con lo sviluppo sostenibile.

In particolare le tre tematiche riguardano:

1) *Sistemi per la produzione diretta di energia elettrica*, mediante processi di conversione diretta, evitando l'utilizzo di sistemi basati sui cicli termodinamici

tradizionali che limitano le prestazioni e favoriscono l'immissione in atmosfera di gas inquinanti. Le tecnologie principalmente in fase di studio e sviluppo sono le «celle a combustibile» ed i programmi in corso riguardano celle ad alta temperatura (Ossidi solidi e Carbonati fusi) per produzione di energia elettrica di potenza e celle a bassa temperatura (polimeriche e ad alcol diretto) per usi stazionari e mobili, compresi i sistemi portatili.

2) *Sistemi per la produzione di combustibili da fonti energetiche tradizionali e rinnovabili*, per produrre combustibili più idonei al sistema energetico, nel quale l'idrogeno certamente giocherà un ruolo sempre più determinante, come vettore energetico nel medio e lungo termine; mentre il metano potrà essere più efficacemente sfruttato, nel breve termine, se trasformato in combustibili liquidi o gassosi, adeguati ai propulsori dei nuovi sistemi di trasporto. L'attività di ricerca è quindi concentrata su tecnologie per la produzione di benzine sintetiche da metano e sulla tecnologia per la produzione di idrogeno da com-



Figura 1. Impianto per la produzione automatica di elettrodi per celle a combustibile polimeriche

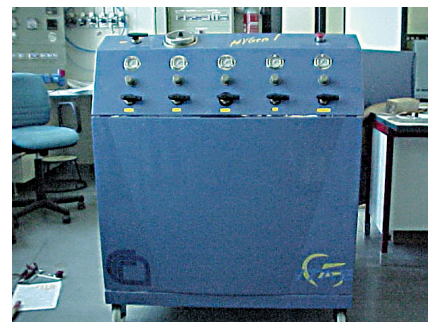
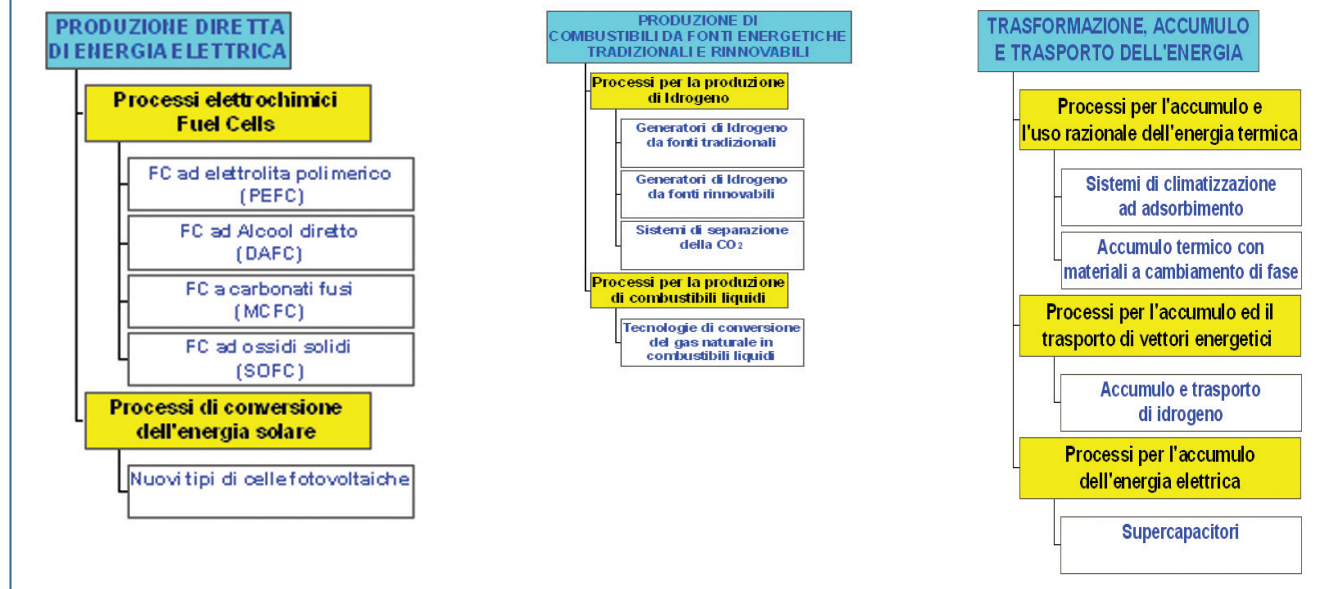


Figura 2. Prototipo di generatore di idrogeno da GPL realizzato presso l'ITAE

## Istituto di Tecnologie Avanzate per l'Energia «Nicola Giordano» (ITAE)



combustibili tradizionali (gas naturale, metano, benzine, nucleare, ecc.) e da fonti rinnovabili.

3) *Sistemi per l'accumulo e il trasporto dell'energia*, per promuovere un uso razionale dell'energia mediante lo studio e sviluppo di pompe di calore, sistemi trigenerativi, accumulatori termici, ed in particolare di sistemi e materiali per l'accumulo dell'idrogeno. L'accumulo è un tema assolutamente strategico nell'ambito di una economia energetica basata sull'idrogeno, soprattutto nei settori della trazione e della produzione di energia da fonti rinnovabili. L'attività di ricerca è concentrata sull'analisi delle tecnologie disponibili (idrogeno compresso e liquido), ed esplora sperimentalmente allo stesso tempo nuove tecnologie ad alto rischio che implicano l'uso di nuovi materiali, quali gli idruri metallici leggeri ed i nanotubi di carbonio.

L'ITAE opera sulla base di programmi pluriennali, i cui obiettivi si diversificano in funzione del grado di sviluppo applicativo del progetto e vanno dallo studio dei processi alle procedure di preparativi e caratterizzazione dei componenti, alla realizzazione e test di prototipi e sistemi.

Il carattere multidisciplinare dei diversi programmi è ulteriormente contraddistinto dalle competenze dei ricercatori che partecipano ai progetti (chimici, fisici, ingegneri) e dalle interazioni delle attività tra i vari progetti.

Le attività di ricerca vengono svolte nell'ambito di programmi della Commissione Europea, di Piani Nazionali e regionali e di contratti con numerose industrie italiane ed estere.

### L'impegno nelle celle a combustibile

L'ITAE, grazie allo sviluppo delle tematiche scientifiche su cui si è pionieristicamente concentrata l'attività di ricerca, rappresenta oggi un riferimento tecnico nazionale per l'industria e per il mondo accademico, entrambi interessati a sviluppare programmi applicativi o di base per le nuove tecnologie energetiche. Nel settore delle celle a combustibile, il CNR-ITAE ha raggiunto una posizione leader avendo contribuito significativamente allo sviluppo ed alla diffusione di questa tecnologia a livello industriale dal 1983. Già nel 1984 il CNR-ITAE ha inaugurato la prima stazione di celle a combustibile a carbonati fusi in Europa in cooperazione con il Gas Technology Institute di Chicago (IL). Negli anni successivi (1989) presso l'Istituto è stato progettato, realizzato e sperimentato per 3.000 ore uno *stack* da 1 kW di celle ad acido fosforico. Nel 1993, nell'ambito di una collaborazione internazionale, è stata svolta un'attività sperimentale su uno *stack* di celle tubolari ad ossido solido da 150 W. Il CNR-ITAE ha altresì una lunga esperienza nel settore delle celle a combustibile a bassa temperatura

(PEFC, DMFC), per le quali l'attività è stata indirizzata principalmente allo sviluppo dei componenti, alle procedure di preparazione (catalizzatori, elettrodi, membrane) e alla realizzazione e test di sistemi completi. Tale attività ha trovato concretizzazione in opportunità di trasferimento tecnologico ed ha portato alla realizzazione di un impianto pilota per la produzione di elettrodi per celle a combustibile secondo una tecnologia di nuova concezione sviluppata dallo stesso Istituto, nell'ambito del POP Sicilia 94/99 (figura 1). L'ITAE ha, fra l'altro, partecipato al progetto per la realizzazione della prima auto italiana ad idrogeno e celle a combustibile, la 600 Elettra H<sub>2</sub> della Fiat (figura 3).

Nell'ambito delle attività riguardanti la produzione di nuovi combustibili, l'Istituto, sotto la guida del precedente direttore, prof. Nicola Giordano, ha maturato notevoli competenze teoriche e sperimentali nel settore della catalisi. Grazie a queste competenze, oggi l'Istituto partecipa a numerosi progetti di ricerca per lo sviluppo e la realizzazione di nuovi catalizzatori e nuovi sistemi catalitici per la produzione sia di combustibili ecologici che di idrogeno, per applicazioni energetiche stazionarie e mobili, che rappresentano un punto chiave per la fattibilità concreta della cosiddetta Economia dell'Idrogeno (figura 2).

Accanto alle due importanti tematiche di produzione energetica e di combustibili, l'Istituto si è da sempre dedicato al



Figura 3. Seicento Elettra ad idrogeno realizzata dal gruppo Fiat in collaborazione con CNR ed Enea

settore dell'accumulo e della razionalizzazione dell'uso dell'energia, contribuendo con studi specifici allo sviluppo di tecnologie per pompe di calore e per l'accumulo di calore, di energia elettrica e di idrogeno. In tale ambito, ha scientificamente prodotto importanti attività basate su processi di adsorbimento, riguardanti in particolare nuovi materiali e nuove tecniche di trasferimento del calore.

Una significativa aliquota dell'attività di ricerca prodotta dall'ITAE è collegata a programmi finanziati da Enti pubblici o Industrie (Comunità Europea, MIUR, Progetti Finalizzati CNR, Regione Sicilia, Enea, Ansaldo Ricerche, Enitecnologie, De Nora, Nuvera, Pirelli, Ausimont, ecc.), che vengono svolti in collaborazione con numerose Università italiane e Istituti del CNR. L'ITAE ha partecipato a programmi di ricerca nazionali (Progetti finalizzati, Progetti MIUR 5%, legge

488/92) e, in collegamento con altre istituzioni europee, a progetti comunitari (dai Joule al VI Programma Quadro).

Di recente, nell'ambito del Fondo Integrativo Speciale di Ricerca (FISR), sul tema Celle a Combustibile, l'ITAE coordina due progetti, del valore di 2,5 milioni di euro ciascuno, che coinvolgono, oltre ad industrie italiane, alcuni istituti del CNR e numerose Università. Infine, pochi mesi fa, sono stati presentati, nell'ambito del progetto strategico (FISR) «Nuovi sistemi di produzione e gestione dell'energia», progetti-obiettivo Idrogeno e Celle a combustibile, due grandi progetti a coordinamento CNR (da 20 milioni di euro ciascuno), predisposti dall'ITAE e che vedono coinvolti partners industriali ed accademici.

Nel coordinare queste attività, l'ITAE ha inteso allargare la base della ricerca ad altre strutture, e finalizzare al campo applicativo le loro competenze, interfacc-

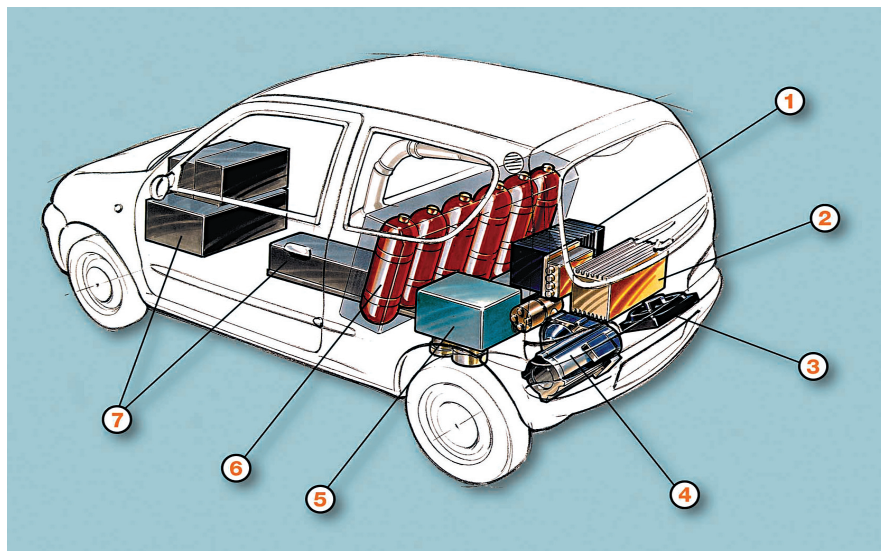
ciandole al mondo produttivo. La collaborazione istituzionale e gli scambi internazionali di specialisti nel settore, invitati come Visiting Professor anche a collaborare a programmi per l'istituzione di laboratori congiunti, ha prodotto centinaia di pubblicazioni nel settore delle celle a combustibile su riviste internazionali, tanto da collocare l'ITAE al sesto posto (nel periodo 1987-1997) fra 783 istituzioni esaminate, ed addirittura al quarto per gli anni 1993-2003. E quattro ricercatori dell'ITAE sono fra i 20 autori con il maggior numero di citazioni per lavoro pubblicato.

Accanto ai progetti di ricerca sopra citati, l'ITAE segue tesi di laurea presso università, assegna borse di studio a neo-laureati, partecipa mediante convenzioni a corsi di dottorato. Vengono inoltre attribuiti assegni di ricerca nell'ambito di progetti specifici a personale già formato; l'ITAE partecipa infine ai programmi di Alta Formazione finanziati dal MIUR.

L'Istituto è peraltro dotato di proprie infrastrutture di ricerca: strumentazioni scientifiche per la caratterizzazione dei materiali ed impianti per *testing* di componenti e sistemi energetici.

Per quanto riguarda questi ultimi, vista la domanda sempre crescente proveniente dal mondo industriale, si sta cercando di dotare le infrastrutture di ricerca di impianti di potenza maggiore (10-50 kW). È stato perciò raggiunto un protocollo d'intesa con il Ministero dell'Ambiente, Assessorato all'Industria della Regione Sicilia e CNR per l'istituzione di un centro per l'innovazione ed il trasferimento delle tecnologie energetiche, che avrà come obiettivo la realizzazione di laboratori completi di stazioni di prova per la caratterizzazione e standardizzazione di nuove tecnologie energetiche prossime alla commercializzazione.

Si può dunque affermare che, nel contesto europeo, l'ITAE si colloca a pieno titolo fra i più attivi centri nel settore dell'idrogeno, per i risultati ottenuti come per le numerose collaborazioni scientifiche avviate e consolidate a livello internazionale.



Schema della Fiat Seicento H<sub>2</sub> Fuel Cell: 1) Fuel Cell (Stack); 2) Inverter; 3) Radiatore; 4) Motore elettrico; 5) DC/DC Converter; 6) Bombole H<sub>2</sub>; 7) Batterie

Gaetano Cacciola  
Direttore Istituto di Tecnologie Avanzate per  
l'Energia «Nicola Giordano» (ITAE) - CNR, Messina