

PROGETTO IDROGENO

Dal big bang alle fuel cell: l'elemento più diffuso dell'universo ha e avrà sempre un ruolo di primo piano nello sviluppo della civiltà umana. Il suo nuovo compito sarà conservare l'energia e fare da combustibile, sulla strada di un mondo più vivibile.

DI FLAVIA FARINA

La struttura interna del pianeta Saturno (in basso a destra è rappresentata la Terra, nella stessa scala). Il nucleo centrale grigio e bianco è di roccia e ghiaccio. Gli strati azzurri sono di idrogeno liquido.

C'è (e ce n'è tanto), ma non si vede. Perché a 259,14°C sotto zero diventa liquido e a -252,8°C già comincia a bollire, passando allo stato gassoso. Da gas, è incolore, inodore, insapore, il più leggero che si conosca. Liberato dai vulcani e dalle fumarole, si disperde, raggiungendo le zone estreme dell'atmosfera. Abbondante nel Sole e nelle stelle, è in assoluto l'elemento più diffuso dell'universo; in realtà, sulla Terra è presente quasi ovunque, combinato nell'acqua, nei minerali, nei petroli, negli esseri viventi: ce ne sono circa 7 chili in un uomo di 70. Chi è? Il primo, il più piccolo,

il più semplice elemento del Sistema Periodico: l'idrogeno.

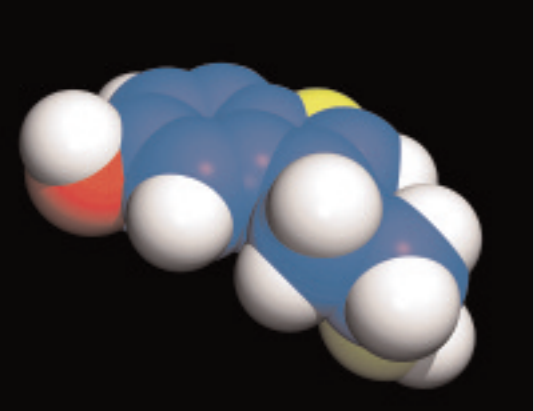


La luce emessa dalla nebulosa M42, di Orione (che dista 1.500 anni luce dalla Terra) è generata dalla ionizzazione dell'idrogeno da parte delle giovani stelle al suo interno.

DAL BIG BANG ALLA CHIMICA DELLA VITA

L'idrogeno rende possibile sia l'esistenza delle stelle che dell'acqua. E quindi lo sviluppo degli organismi viventi basati sulla chimica del carbonio, garantendo al contempo l'energia che serve loro per vivere e la formazione delle sostanze organiche che li compongono.

Presente fin dagli istanti iniziali della vita dell'universo, tra i primi



Modello della molecola del neurotrasmettitore "serotonina" (C10.H11.N2.O). Le sfere rappresentano gli atomi di carbonio (viola), idrogeno (grigio), ossigeno (rosso) e azoto (giallo). La carenza di serotonina nel cervello causa depressione.

elementi a formare l'atmosfera terrestre, con carbonio, ossigeno, e azoto forma il 98% degli organismi. L'acqua ne contiene due atomi (con uno di ossigeno) e costituisce più del 50% della materia vivente. Azioni elettriche tra atomi che perdono, acquistano o mettono in comune elettroni, governano come leggi struttura e composizione di quanto ci circonda; l'acqua che beviamo, che ci bagna nei temporali, che ci rinfresca nella calura estiva, è liquida grazie a una azione elettrica particolare tra un atomo di idrogeno e quello di ossigeno di un'altra molecola: il "legame idrogeno", che si

fonte principale di energia chimica dei sistemi viventi ed elemento strutturale fondamentale della cellula, sono formati da carbonio, idrogeno, e ossigeno; i lipidi, importante riserva energetica, contengono molti legami carbonio-idrogeno; l'idrogeno è nelle proteine, e ancora negli acidi nucleici, responsabili della trasmissione delle informazioni della vita. C'è idrogeno nell'ATP e nell'ADP, le "monete" che permettono gli scambi di energia all'interno delle cellule.

È L'ELEMENTO PIÙ DIFFUSO DEL COSMO

Il corpo umano è composto di elementi che si sono formati ben lontano dalla superficie terrestre: ovvero nel cosmo. Fra i quali abbiamo l'ossigeno per circa il 55%, il carbonio per il 27%, l'idrogeno 9%, l'azoto 3,5%, il calcio 3% e il fosforo 1,5%. A cui si aggiungono percentuali inferiori di altre sostanze meno diffuse.

Le Pleiadi, altrettanto familiari ai frequentatori dei cieli d'inverno, sono un ammasso stellare già sviluppato: un romantico e inconfondibile mucchietto di stelle (idrogeno ed elio, ovviamente) che un semplice binocolo può mostrare come una miriade di minuscole sorgenti di luce. Dovrebbero contarne 250, alcune giovani (circa due milioni di anni), tutte vicine tra loro ma destinate a disperdersi, proprio perché di creazione recente: le foto a lunga esposizione permettono ancora di distinguere i filamenti della nebulosa di origine. Il Sole probabilmente apparteneva a un ammasso stellare simile a questo; nel suo nucleo le particelle di idrogeno collidono con una tale energia cinetica da fondersi: una fusione termonucleare nella quale quattro atomi di idrogeno danno un atomo di elio. L'energia che si libera è irradiata nello spazio e giunge fino alla Terra dove, da centinaia di milioni di anni, le piante la catturano con la fotosintesi e la rendono disponibile agli altri organismi. Approfittiamo da sempre di questa energia messa da parte, anche se stiamo imparando a immagazzinarla in modo

autonomo, cercando di supplire con la tecnologia là dove l'evoluzione non ci ha permesso di fare da soli. Non solo l'energia che permette la vita, ma anche gli atomi di cui siamo fatti provengono dal cosmo: il 10% del corpo umano è composto di idrogeno; anche noi, in fondo, siamo polvere di stelle.

TANTI PRIMATI PER UN PICCOLO ATOMO DESTINATO A UN GRANDE FUTURO

La storia dell'Uomo e quella dell'idrogeno si sono incrociate molte volte, da quando è cominciata la nostra avventura sul pianeta Terra, ma mai come oggi la probabilità che l'idrogeno diventasse uno dei più importanti protagonisti della evoluzione umana è stata così grande.

Un nucleo accompagnato da un solo elettrone, dimensioni ridotte, grande carica nucleare, sono le caratteristiche che danno all'idrogeno la grande flessibilità e le proprietà chimiche che lo rendono l'elemento più presente nei composti noti. L'uomo ha imparato a utilizzarlo a proprio vantaggio: ne ha sfruttato la leggerezza per sollevare palloni aerostatici e dirigibili, utilizzato il potere calorifico distribuendolo come gas di città, ha imparato a lavorarlo industrialmente per produrre ammoniaca (NH₃) o acido cloridrico (HCl), per idrogenare i grassi o raffinare il petrolio. L'energia della famigerata bomba H (la bomba a idrogeno, a fusione termonucleare), collaudata dagli USA nel Novembre 1952, deriva da una forma controllata della stessa reazione che avviene nel Sole e nelle stelle. Ora il futuro sembra riservargli un altro ruolo di primo piano, perché l'idrogeno è anche un combustibile fenomenale che bruciando produce energia, acqua e calore e, solo nel peggiore dei casi, piccolissime quantità di ossido di azoto: niente gas serra, polveri



Il dirigibile Zeppelin LZ 129 Hindenburg in volo su Francoforte. Aveva una struttura rigida riempita con idrogeno e poteva trasportare quasi cento persone. Dotato di quattro motori diesel Daimler-Benz DB 602 da 1320 Cv caduno, l'Hindenburg (che apparteneva alla Deutsche Luftschiffahrts-AG (la prima compagnia aerea commerciale del mondo) effettuò la sua prima trasvolata atlantica (il 6 Maggio 1936) nel tempo record di 64 ore e 53 minuti.

sottili o idrocarburi incombusti. Ne abbiamo parlato con alcuni esperti, cercando di capire come e perché sarà sempre più indissolubilmente legato allo sviluppo della civiltà umana.

I COMBUSTIBILI FOSSILI NON DURERANNO IN ETERNO

Grazie agli studi sulla fusione nucleare controllata, sull'uso dell'idrogeno come combustibile nelle normali combustioni basate sulla reazione esotermica con l'ossigeno dell'aria, e con la realizzazione delle celle a combustibile, produttrici di energia elettrica, l'idrogeno sta rapidamente per diventare sempre più presente nella nostra vita di tutti i giorni.

«La nostra società è in crescita ci ha spiegato Raffaele Vellone, Ingegnere e Direttore del progetto "Idrogeno e celle a combustibile"

dell'Enea – e i paesi in via di sviluppo hanno diritto di svilupparsi e consumare più energia, ma corrono il rischio di inquinare perché utilizzano forme meno sofisticate e meno costose rispetto a quelle dei paesi più industrializzati. In più c'è la maggiore richiesta energetica da parte nostra, legata non tanto alla crescita economica quanto alle cresciute esigenze. Dobbiamo riuscire a coniugare l'aumento della domanda di energia a livello mondiale con la necessità di inquinare di meno».

Le parole chiave sono quindi: aumentato consumo energetico e inquinamento, assieme a diminuzione delle fonti fossili, fisiologica, ma anche indotta dall'instabilità politica dei principali paesi produttori. I combustibili fossili più pregiati saranno sempre più cari e meno disponibili. Secondo alcuni, la fase discendente della produzione petrolifera è già cominciata; di sicuro non manca molto, tant'è che anche nei paesi industrializzati si sta tornando a valutare l'utilizzo del carbone, inquinante ma economico, e il Canada ha intrapreso un programma per lo sfruttamento delle sabbie bituminose del nord, finora considerate poco convenienti. Una



Serbatoio per idrogeno di una casa completamente alimentata dall'energia solare. L'idrogeno generato per elettrolisi viene usato per cucinare e per alimentare fuel-cell che forniscono elettricità nei periodi di bassa insolazione.

forma e si rompe continuamente, ora con una molecola, ora con l'altra. In sua assenza bollirebbe a -80°C, anziché a 100°C, e fonderebbe a -100°C anziché a zero: la vita sul nostro pianeta sarebbe impossibile. L'idrogeno è presente in quasi tutti i composti organici: gli zuccheri,

Nelle notti invernali si può notare, nella costellazione di Orione, una piccola nebulosa visibile a occhio nudo: un miscuglio di idrogeno ed elio, generatore di stelle, che contiene materiale sufficiente a crearne più di 10.000. Una stella già nata, Theta Orionis, la fa risplendere e la rende visibile.

soluzione che non risolve il problema ma lo rimanda, dato che il combustibile fossile è, per definizione, una risorsa a termine.

ENERGIA PULITA PER QUASI TUTTE LE ATTIVITÀ DELL'UOMO

Le promesse dell'idrogeno sono grandi. Rimane però ancora aperta la scommessa di riuscire ad estrarlo dai composti più facilmente disponibili, come l'acqua, impiegando la minore quantità di energia possibile. O quantomeno la più economica e pulita.

Vincenzo Naso, Direttore del Centro Interuniversitario di Ricerca per lo Sviluppo Sostenibile (CIRPS) dell'Università di Roma "La Sapienza" e Professore di Sistemi Energetici Speciali, ha delineato così un auspicabile futuro: «Idrogeno ed elettricità, applicati su larga scala, potrebbero alimentare fin da oggi quasi tutti le attività umane che necessitano di energia. L'idrogeno è il miglior combustibile che conosciamo: un vettore energetico, che ci permette di spostare l'energia

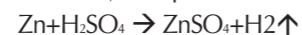


Bioreattore che genera idrogeno utilizzando alghe. L'energia necessaria è fornita dalla luce.

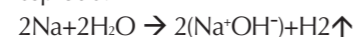
nello spazio e nel tempo». *Vettore, e non fonte energetica*, perché l'idrogeno naturale – H₂, una molecola formata da due atomi – non è disponibile in natura, ma deve essere prodotto. In linea teorica si può ottenere da ogni composto che lo contenga, in pratica si scelgono metodi diversi a seconda delle esigenze, della economicità e

L'idrogeno viene utilizzato per molte applicazioni. La maggior parte della sua produzione è destinata alla fabbricazione di ammoniaca (NH₃), poi per la preparazione di alcol metilico (CO+2H₂→ CH₃OH), e cloruro di idrogeno (HCl), nei processi di idrogenazione (degli olii vegetali per la fabbricazione di grassi alimentari e di prodotti petroliferi per ottenere benzine). Ecco alcune reazioni che possono essere usate per la sua produzione.

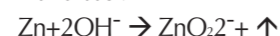
Da un acido. Ad esempio, ponendo zinco in una soluzione acquosa di acido solforico si ottiene solfato di zinco e idrogeno gassoso, che poi deve essere essiccato, cioè privato del vapor d'acqua:



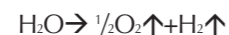
Dall'acqua, mediante metalli alcalini. La reazione è fortemente esotermica (sviluppa calore) e l'idrogeno, a caldo e a contatto con l'ossigeno dell'aria, esplose:



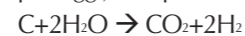
Dalle basi.



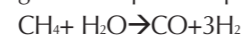
Per elettrolisi dell'acqua, con apporto di energia:



Attraverso processo del gas d'acqua, o di gassificazione del carbone: reazione ad alta temperatura del carbone (coke) con vapore d'acqua. Consta di alcuni passaggi, dei quali la reazione globale è:



Reforming degli idrocarburi: un idrocarburo, per lo più metano, viene fatto reagire con vapor d'acqua:



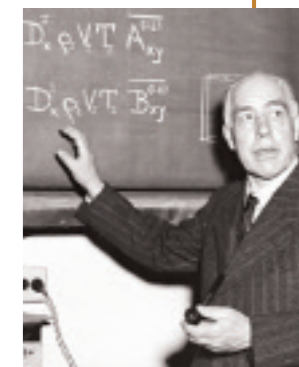
La miscela CO+H₂ subisce poi una reazione detta "di conversione" che forma, come nella gassificazione del carbone, anidride carbonica e idrogeno.

del grado di purezza che si desidera raggiungere. «Lo sappiamo produrre – continua Naso – sostanzialmente in tre modi: utilizzando calore a temperatura sufficientemente alta da scindere la molecola dell'acqua; con l'elettricità; attraverso azioni biologiche come la digestione di biomasse da parte di batteri che producono idrogeno passando attraverso il metano. In pratica è possibile ottenerlo partendo dall'acqua e ritornando all'acqua come "scarto" finale: non a una



Cella per elettrolisi dell'acqua.

Nel XVI secolo Paracelso descrive un gas infiammabile prodotto dalla reazione acido solforico - ferro. A metà Settecento Henry Cavendish studia le proprietà di questo gas e la sua preparazione dall'acqua. Il chimico francese de Morveau, assieme a Lavoisier (colui che nel 1773 dette alle stampe gli "Opuscoli chimici e fisici" con i quali si inaugura la chimica moderna) e altri, nel 1787 lo battezza "Idrogeno", *hydrogène*, dall'unione di *hydro-* «idro-» e *gène* «-geno»: che genera l'acqua. L'idea di produrre elettricità con un processo inverso all'elettrolisi risale al 1839, grazie all'Inglese Sir William Grove: se acqua e corrente elettrica danno idrogeno e ossigeno perché, assieme all'acqua, non si dovrebbe ottenere energia elettrica partendo da ossigeno e idrogeno? Ci piace citare, anche se un po' fuori tema tra tanti scienziati, Jules Gabriel Verne. Padre della fantascienza e creatore di molte invenzioni immaginarie, passava lunghe ore in biblioteca a studiare astronomia, geologia, ingegneria, per rendere i suoi racconti più realistici e accurati. Proponiamo, e capirete perché, lo stralcio di un dialogo pubblicato nel 1874, capitolo 11 e parte seconda del romanzo "L'isola misteriosa": «Sì, amici miei, credo che un giorno si userà l'acqua come combustibile, l'idrogeno e l'ossigeno che la costituiscono, usati singolarmente o combinati, forniranno un'inesauribile sorgente di calore e luce, un'intensità di cui il carbone non è capace. Un giorno i depositi di carbone delle macchine a vapore e dei locomotori saranno riforniti, anziché di carbone, con questi due gas, condensati, che bruceranno nelle fornaci con enorme potere calorifico. Quindi non c'è nulla da temere. Finché la Terra sarà popolata potrà soddisfare i desideri dei suoi abitanti, e ci saranno luce e calore fino a quando la produzione del regno vegetale, minerale o animale non verrà a mancarci. Allora, credo, quando i depositi di carbone saranno esauriti, potremo scaldarci con l'acqua. L'acqua sarà il carbone del futuro».



Niels Henrik David Bohr (1885-1962), nel 1948. Il fisico danese propose nel 1913 il famoso modello dell'atomo di idrogeno che gli valse il Premio Nobel nel 1922. Nel 1943 si trasferì negli USA dove partecipò alle ricerche per la bomba atomica.

sostanza introdotta nell'ecosistema, ma alla stessa da cui si è partiti. Come l'elettricità, l'idrogeno può essere un vettore energetico pulito, se è pulita l'energia utilizzata per produrlo dall'ossigeno e dall'acqua».

La sua conversione in energia può avvenire in motori a combustione interna, analoghi ai classici motori a benzina e attraverso l'alimentazione di centrali termoelettriche, ma l'idrogeno dà il meglio di sé (in termini di efficienza energetica e prodotti di scarto) quando viene utilizzato con le celle a combustibile: generatori elettrochimici in grado di convertire l'energia chimica in energia elettrica, calore e acqua, secondo la formula $\frac{1}{2}\text{O}_2 + \text{H}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{calore}$. Quest'ultimo può essere recuperato: in alcuni tipi di celle è possibile utilizzarlo direttamente per la cogenerazione (produzione di calore assieme al-

l'elettricità) o addirittura sfruttarlo, nei casi estremi in cui si lavora a temperature vicine ai 1000°C, per produrre ulteriore energia elettrica attraverso turbine a gas. L'acqua prodotta dalla reazione è così pura da poter essere bevuta, cosa che effettivamente avviene nei programmi spaziali dove le celle a combustibile trovano applicazione fin dagli anni '60.

Le *fuel cell* possono essere impiegate in molti campi: dalla produzione di energia elettrica per usi stazionari alla cogenerazione, dalla propulsione dei veicoli (alimentando un motore elettrico) alla fornitura di energia per dispositivi portatili come personal computer o cellulari: una cella a combustibile permette di produrre energia per un telefonino per un tempo 30 volte superiore alle attuali batterie al NiCd, ed è molto più leggera. E non ci vuole molto a immaginare

come sarebbe l'aria delle nostre città, senza il monossido di carbonio e gli idrocarburi incombusti che produciamo ogni volta che prendiamo la macchina.

IDROGENO NEL MOTORE GIÀ DALL'800

I possibili usi dell'idrogeno come semplice sostituto dei combustibili fossili sono molti. E sono stati ipotizzati già da molto, molto tempo fa...

La combustione dell'idrogeno non è una novità: «È stato utilizzato già da Barsanti per il suo motore a combustione interna, a Lucca, nel 1854 – racconta Cesare Marchetti, Fisico dell'International Institute

for Applied System Analysis di Laxenbars (Austria), che teorizza e incoraggia l'economia dell'idrogeno dagli anni '60 – e nei due secoli precedenti veniva utilizzato come gas di città, ottenendolo per distillazione del carbone: quando si faceva il coke si formava anche idrogeno e veniva distribuito nelle case come fonte energetica, per cucinare e per scaldarsi. Poi è venuto il metano e l'ha soppiantato, perché ha un contenuto energetico più alto e perché le cokerie, che producevano idrogeno, erano state chiuse. Negli anni '30 i tedeschi, un po' a corto di benzina, hanno adattato dei motori a combustione interna all'uso dell'idrogeno: i loro camion per l'esercito tedesco funzionavano benissimo».

Che l'uomo sia di nuovo pronto, tre quarti di secolo dopo, per tirare fuori questo gas dall'album dei ricordi e rimetterlo nei serbatoi delle auto? «L'era dell'idrogeno – spiega Naso – è già cominciata. Prima si facevano previsioni a cinquanta anni, ma ora ci sono prove di flotta già in corso. D'altra parte, l'auto ibrida, a cui nessuno credeva, è già commercializzata (la Toyota ha venduto più di 200.000 Prius), e quella a idrogeno è possibile: le celle a combustibile funzionano e non hanno costi spaventosi; quando cominceranno a diventare sempre più restrittive le norme per il traffico urbano, a causa dell'inquinamento, verrà il suo momento». «Tutte le Case automobilistiche – dice Gaetano Cacciolla, Direttore dell'Istituto di Tecnologie Avanzate per l'Energia "Nicola Giordano" (ITAE) del CNR – hanno fatto i loro prototipi; oggi le grandi Case (General Motors, Toyota, Daimler Chrysler) stanno mettendo su strada piccole flotte, per testare questi veicoli in diverse condizioni ambientali. Nel prossimo anno - anno e mezzo non credo che presenteranno nuovi modelli: riprenderan-



Il tecnico in fotografia sta lavorando sul serbatoio a idrogeno di un'auto BMW a bassa emissione. L'idrogeno è mantenuto liquido a -253°C grazie a 70 strati isolanti di alluminio e fibra di vetro.

no intorno al 2007/2008 con vetture ancora più efficienti che raccolgano i risultati dei test attualmente in corso. Le auto hanno raggiunto un grado di affidabilità notevole. L'orientamento è un veicolo a celle a combustibile tutto nel pianale della vettura, serbatoio a idrogeno

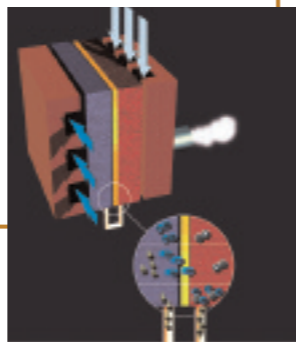
a pressione tra i 500 e i 700 bar, autonomia intorno ai 500/600 chilometri, velocità intorno ai 130/140 chilometri orari: insomma una vettura quasi normale. Qualche Casa, come la Fiat, cerca di trovare un suo spazio con le auto da città e fa vetture più piccole, come la Seicento o la Panda». Le auto a idrogeno circolano quindi su strada già da qualche tempo, ma l'ottimismo di alcuni anni fa, che parlava di

LA CELLA A COMBUSTIBILE (FUEL CELL)

La cella a combustibile, sulla quale si lavora nella ricerca da più di vent'anni, è un generatore elettrochimico che converte l'energia chimica di un combustibile in energia elettrica e calore: praticamente una batteria che viene alimentata da combustibile. È composta da un anodo (elettrodo negativo) e da un catodo (elettrodo positivo) separati da un elettrolita. Ogni molecola di gas riducente (il combustibile nel nostro caso è idrogeno molecolare, H₂) che viene immesso nella cella viene scissa dal catalizzatore dell'elettrodo negativo in protoni ed elettroni. Gli elettroni creano una corrente che si muove su un circuito esterno e può azionare un motore elettrico, mentre i protoni migrano attraverso l'elettrolita verso l'elettrodo positivo, dove viene convogliato l'ossidante (ossigeno o aria). Qui il catalizzatore combina protoni, elettroni e ossigeno, formando acqua come unico sottoprodotto. È possibile impilare diverse celle per produrre differenze di potenziale maggiori.

La "fuel cell" sfrutta il combustibile al meglio, senza mezzi in movimento e quindi senza problematiche relative all'usura di componenti, come invece avviene nei tradizionali impianti di produzione dell'energia elettrica: è un sistema stazionario, silenzioso e poco inquinante. Può trovare utilizzo sia nel settore trasporti che per la produzione distribuita di energia elettrica, per la cogenerazione elettrico-termica nel settore domestico, e per sistemi mobili come telefonia cellulare e computer, che in questo modo potrebbero funzionare lontano dalla rete elettrica per intere settimane.

Cella a combustibile alimentata con idrogeno per produrre elettricità. I nuclei di idrogeno (blu) vengono separati dai loro elettroni (gialli) che fluiscono attraverso i conduttori (beige) e poi passano attraverso la membrana (gialla) per combinarsi con l'ossigeno dell'aria formando vapore acqueo di scarto.



auto in vendita ben prima del 2010, si è un po' smorzato. Nel breve termine c'è chi ha puntato sull'auto ibrida, chi sul diesel, per proporre al pubblico qualcosa di più facilmente accettato. Vendere un'auto a idrogeno, se non si sa dove fare il pieno, non è facile; la BMW sta pensando di organizzare punti di rifornimento per i propri clienti, General Motors lavora su generatori stazionari con celle a combustibile (applicazione pensata anche per ospedali, imprese di telecomunicazioni, centri di elaborazione dati, tutti clienti che non possono permettersi di "rimanere al buio"). Si potrebbe pensare di convertire gli attuali distributori di carburante in centri di produzione e distribuzione di idrogeno, ma è improbabile che si costruisca una vera e propria infrastruttura fino a quando non ci sarà un certo numero di veicoli circolanti. Qualcuno dovrà rompere questo circolo vizioso. «Si pensava che a livello mondiale ci fosse una maggiore sinergia nelle sperimentazioni di queste tecnologie e un maggiore sforzo industriale – ha precisato Vellone – mentre in realtà, dopo il successo dei primi prototipi che hanno confermato la validità della tecnologia, l'industria continua a fare ricerca ma si è limitata all'aspetto prototipale, senza spingere molto verso il mercato: occorrono investimenti troppo forti. È un po' il serpente che si morde la coda: quando non c'è un'evidenza di mercato l'industria non investe in maniera massiva e lo sviluppo rallenta. Oggi si sta facendo un lavoro di ottimizzazione, di sviluppo, di messa a punto, di sperimentazione; non appena scatteranno degli incentivi, che a mio avviso sono la chiave per avviare il mercato, sono convinto che sia le industrie dell'automobile che quelle della produzione di energia interverranno in maniera più significativa.»



Stazione di rifornimento di idrogeno, per auto. L'idrogeno viene estratto dall'acqua grazie alla corrente elettrica fornita dalle batterie solari fotovoltaiche (a destra).

PUR ESSENDO PIÙ CARO DELLE FONTI CONVENZIONALI, L'IDROGENO È COMPETITIVO

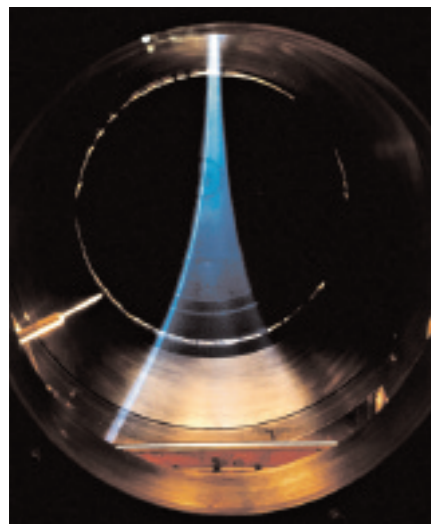
L'attuale elevatissimo costo del petrolio sta rendendo sempre più appetibile la sua sostituzione con l'idrogeno in tante applicazioni nelle quali potrebbe già garantire una funzionalità almeno equivalente, come quelle legate al trasporto, ma con un minore impatto ambientale.

C'è l'altra faccia della medaglia, ed è che produrre idrogeno costa: l'energia che si spende è maggiore di quella che ci viene restituita quando lo utilizziamo. «Com'è possibile – si domanda Vellone – sostenere una competitività energetica su un mercato dove il costo dell'energia si va a centellinare con gli spiccioli, quando sappiamo che produrre idrogeno, già da una condizione favorevole e poco onerosa come il metano, costa circa il doppio? La ragione sta nella sostenibilità dello sviluppo: dobbiamo immaginare un costo per lo sviluppo di una società che deve vivere meglio. Il solo risparmio sulla salute in termini, ad esempio, di costi sociali evitati per curare le gravi malattie del

IN EUROPA E IN ITALIA

Abbiamo chiesto a Vincenzo Naso, Direttore del CIRPS e Professore di Sistemi Energetici Speciali all'Università di Roma "La Sapienza", cosa sta succedendo in l'Europa e in Italia nell'ambito dell'idrogeno e delle celle a combustibile. «Esiste un coordinamento degli eventi e delle attività applicative e di ricerca: la "piattaforma" (platform), un'iniziativa dell'Unione Europea che non finanzia direttamente ma tende a coordinare tutte le iniziative e ad agevolare lo scambio delle informazioni che ruotano attorno all'idrogeno e alle celle a combustibile. Si tratta di un punto di riferimento per avere informazioni, creare partnership, conoscere le opportunità e gli indirizzi che si stanno seguendo. A livello nazionale sta per essere firmato un programma coordinato con un finanziamento di circa 120 milioni di euro, per attività nel campo, finanziato dal Ministero della Università e della Ricerca, che vede praticamente coinvolti tutti i soggetti operanti: dalle industrie al CNR, all'ENEA e alle università. Noi del CIRPS, un centro interuniversitario che si occupa di sviluppo sostenibile, coordiniamo la componente universitaria. Ma, a prescindere da iniziative importanti come questa, sono in atto anche attività "dal basso": molte comunità come Regioni, Province, ma anche amministrazioni pubbliche e municipalizzate, si stanno cominciando a dotare di strumenti, applicazioni, impianti dimostrativi, sull'idrogeno e sulle celle a combustibile, con la convinzione che molto possa venire da una scala più piccola. Quasi tutte queste piccole attività sono orientate a produrre l'idrogeno da fonti rinnovabili.»

sistema respiratorio, è enorme. Uno studio di qualche anno fa della Commissione Europea dice che ogni litro di benzina verde consumata in un'auto di media cilindrata, in una città con la densità di popolazione di Parigi (circa 4000 abitanti/km²) produce un danno sulla salute e sull'ambiente di più di un euro, che comprende 0,7/0,8 euro di soli danni sulla salute: se evitiamo questi danni la società potrà permettersi di sostenere un vettore energetico più costoso. C'è poi da tenere presente il grosso vantaggio della diversificazione energetica, che porta ad una maggiore accessibilità dell'energia. L'idrogeno può essere prodotto attraverso qualsiasi fonte di energia, scelta a seconda della disponibilità che hanno le diverse realtà politiche ed economiche. L'interesse non è solo ambientale, ma anche strategico: più nessun monopolio dell'energia, ma la possibilità di auto-produzione anche per realtà locali o precedentemente svantaggiate.



Esperimento con plasma di un isotopo dell'idrogeno, mirante a verificare la stabilità della reazione di fusione calda confinata da un campo magnetico. Il processo di fusione dell'idrogeno, su cui si basa il riscaldamento delle stelle, potrebbe essere utilizzato dall'uomo per disporre di una fonte di energia praticamente inesauribile.

L'IDROGENO PER PUNTI

- L'idrogeno è un combustibile pulito. Può essere prodotto da fonti a zero emissioni, ma anche dare un contributo all'ambiente permettendo un utilizzo delle fonti fossili meno inquinante (produzione di idrogeno con stoccaggio della CO₂ a grandi profondità). Bruciato con atmosfera dà come prodotti di scarto acqua e ossidi di azoto; bruciato con ossigeno o nelle celle a combustibile dà solo acqua.
- L'idrogeno permette di trasportare l'energia non solo nello spazio, ma anche nel tempo. Sfruttare l'energia prodotta in surplus da forme intermittenti, che alternano grande produzione a momenti di stasi (ad esempio eolico o solare), producendo idrogeno per elettrolisi dell'acqua, permetterebbe di mettere da parte grandi quantità di energia e utilizzarle quando aumenta la richiesta.
- Le grandi case automobilistiche stanno testando piccole flotte di auto a idrogeno in diverse condizioni: ne circolano su strada dalle 6 alle 800. Maggiori investimenti permetterebbero di abbassare ulteriormente i costi di produzione, migliorare lo stoccaggio dell'idrogeno a bordo dei veicoli e costruire un'infrastruttura adeguata per la produzione e il rifornimento. Le prime auto potrebbero essere in vendita nel prossimo decennio.
- La produzione di idrogeno è dispendiosa in termini energetici, materiali ed economici. Ma il costo sarebbe ampiamente ripagato dai vantaggi, anche solo in termini di diminuzione dei costi sociali per i problemi di salute legati all'inquinamento.
- Idrogeno ed elettricità sarebbero in grado di sostenere praticamente tutte le attività umane che richiedono un consumo di energia. L'uso delle celle a combustibile è testato anche per la produzione di energia elettrica in grandi centrali di potenza. Alcune di queste, in Giappone, Europa e Stati Uniti, hanno già superato la fase di prototipo e sono passate alla fase di valutazione tecnico-economica.
- Nella peggiore delle ipotesi l'idrogeno può spostare l'inquinamento alla sua fase di produzione e rendere respirabile l'aria nelle nostre città. Nella migliore, accumulando l'energia attraverso fonti pulite, lo può eliminare.

LA PROSPETTIVA FUTURA: UNA SOCIETÀ DI TRANSIZIONE

L'avvento dell'era dell'idrogeno è già in corso, ma non avverrà bruscamente. Molto dipenderà dalla facilità ed economicità con cui i vari metodi proposti per estrarlo riusciranno via via a proporsi come validi sia sul piano del costo che della sicurezza e dell'impatto ambientale.

Quello che ci aspetta è probabilmente un periodo di transizione

che introduca l'utilizzo graduale sia del vettore che del combustibile idrogeno: una iniziale produzione per reforming di gas naturale (con opportuno confinamento della CO₂ nei giacimenti esauriti di petrolio e metano), nel breve periodo, per ottenere – con un processo già maturo – una produzione immediatamente accessibile e sufficientemente a buon mercato da innescare il cambiamento; infine, in un futuro più in là di qualche decennio, l'idrolisi dell'acqua tramite nucleare di quarta generazione ed energie rinnovabili (eolico, geotermico, solare, biomasse). Se non bastasse la teoria, sarà la crescita del costo dei combustibili convenzionali a convincerci. 