

## **L'IDROGENO: L'ORO VERDE PER UN FUTURO SOSTENIBILE**

*Il Contributo dell'Istituto per i Processi Chimico Fisici del CNR di Messina per affrontare le sfide poste dalla transizione ecologica.*

**Sara Spadelio**

Il Parlamento Europeo lo ha inserito nel mix di energie rinnovabili da promuovere attraverso la nuova Direttiva europea in materia, in funzione della sua natura ecologica. È l'idrogeno. Quasi tutti sanno che è l'elemento più ampiamente presente in natura ma non tutti sanno che la sua produzione non è automaticamente "verde" o a basse emissioni di carbonio. Attualmente, la maggior parte dell'idrogeno è prodotta, infatti, attraverso processi che coinvolgono l'estrazione di idrocarburi fossili, come il gas naturale, in un processo noto come riformulazione del metano, che rilascia CO<sub>2</sub> come sottoprodotto. Questo tipo di produzione di idrogeno non è sostenibile a lungo termine, se l'obiettivo è ridurre le emissioni di gas serra. Per ottenere gli effetti positivi sul clima e sfruttare appieno il potenziale dell'idrogeno come fonte energetica pulita, è necessario investire in tecnologie di produzione di idrogeno a basse emissioni di carbonio, come l'elettrolisi dell'acqua, utilizzando energia rinnovabile. Solo con una produzione di idrogeno "verde" si possono ottenere i benefici ambientali auspicati.

L'Istituto per i Processi Chimico Fisici (IPCF) del CNR di Messina vanta, tra le sue attività, quella di operare attivamente per sviluppare tecnologie in coerenza con la strategia nazionale sull'idrogeno delineata nel Piano Nazionale di Risanamento e Resilienza (PNRR) e in linea con la posizione diffusa a livello europeo, che individua nell'idrogeno verde una delle soluzioni prioritarie medio termine per la decarbonizzazione del sistema energetico per la mobilità sostenibile.

Abbiamo intervistato Donatella Spadaro, ricercatrice all'interno del *Gruppo Solare* dell'Istituto, che ogni giorno nel suo laboratorio promuove e gestisce attività di studio, produzione e caratterizzazione di tecnologie nel campo del fotovoltaico di terza generazione.

### **Di cosa si occupa l'IPCF di Messina e in cosa consiste il lavoro del *Gruppo Solare*?**

Gli interessi scientifici del nostro istituto sono incentrati sullo studio della materia condensata, in particolare degli aspetti rilevanti per la fisica, la chimica e l'ingegneria dei materiali. Gli obiettivi di ricerca spaziano da quesiti generati dalla semplice curiosità scientifica alla progettazione e alla caratterizzazione di materiali per specifiche applicazioni e per il trasferimento tecnologico in aree strategiche quali la sensoristica, l'ambiente, l'energia, la salute, lo spazio, i beni culturali. Altre attività di ricerca si concentrano sulla chimica teorica e computazionale, con recenti sviluppi nell'astrochimica e nella chimica prebiotica e sono in corso studi sull'intelligenza artificiale per trovare soluzioni ottimizzate a diversi problemi sia di carattere fondamentale (intrappolamento ottico, spettroscopia) che per applicazioni in oftalmologia. Il *Gruppo Solare* opera nel settore dell'energie rinnovabili

ed in particolare nella conversione di energia solare. Il lavoro è focalizzato sullo studio e progettazione di materiali e dispositivi fotovoltaici di terza generazione.

**Nell'ambito della Missione 2 del PNRR, il Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica ha destinato un importo pari a 450 milioni di euro per sostenere progetti volti a creare una catena del valore dell'idrogeno in Italia, con l'obiettivo di promuovere lo sviluppo del mercato dell'idrogeno e favorire la partecipazione a progetti sull'idrogeno di comune interesse a livello europeo. Il vostro Istituto come ha risposto a questo bando?**

A questo bando ha risposto l'ENEA che svolge le suddette attività di ricerca anche con il coinvolgimento di altri soggetti co-realizzatori, come il CNR, al fine di integrare le competenze e conoscenze nella ricerca sull'idrogeno.

Il progetto "Ricerca e sviluppo di tecnologie per la filiera dell'idrogeno" si propone di sviluppare attività di ricerca in accordo alla strategia nazionale sull'idrogeno delineata nel PNRR ed in linea con la posizione, diffusa a livello europeo, che identifica nell'idrogeno verde una delle soluzioni prioritarie nel medio termine per la decarbonizzazione del sistema energetico. Istituti appartenenti a diversi Dipartimenti del CNR, collaborano allo sviluppo di linee di attività relative alla produzione di idrogeno verde e pulito; lo studio di tecnologie innovative per lo stoccaggio e il trasporto dell'idrogeno e la sua trasformazione in derivati ed *e-fuels*, la produzione di celle a combustibile e la creazione di sistemi intelligenti di gestione integrata per migliorare la resilienza e l'affidabilità delle infrastrutture intelligenti basate sull'idrogeno.

**Addentrando nella materia, ci può raccontare come nasce e come funziona una cella solare? E come la impiegate per produrre idrogeno?**

L'attività di ricerca del *Gruppo Solare* si concentra principalmente sulla produzione, lo studio e la caratterizzazione di celle solari sensibilizzate con coloranti (DSSC, Dye Sensitized Solar Cells). Le DSSC rappresentano una valida alternativa ai sistemi fotovoltaici di prima e seconda generazione sfruttando una tecnologia semplice, low cost e sostenibile da un punto di vista ambientale. Sono celle fotoelettrochimiche costituite da due vetri conduttori, che fungono da elettrodi, separati da uno strato di biossido di titanio ( $\text{TiO}_2$ ), dal colorante e dalla soluzione elettrolitica.

La soluzione elettrolitica, in genere a base di iodio ( $\text{I}_2$ ) e ioduro di potassio ( $\text{KI}$ ), ha il compito di permettere il trasporto della lacuna elettronica formatasi contemporaneamente all'emissione dell'elettrone quando la molecola di colorante viene colpita da un fotone, in direzione del controlettrodo. In questo modo viene restituito al colorante l'elettrone perso attraverso l'ossidazione e il ciclo si può quindi ripetere indefinitamente. Trattandosi di supporti trasparenti, il grosso vantaggio di questa tecnologia è che i dispositivi sono bifacciali e permettono l'assorbimento della luce da entrambi i lati a differenza del silicio. Inoltre, tutti gli elementi sono riutilizzabili, non sono tossici e possono essere implementati in dispositivi indoor e outdoor. Per questo motivo sono attualmente utilizzati in

configurazione tandem con i pannelli convenzionali per aumentare l'efficienza del modulo complessivo.

Nell'ambito del Progetto Idrogeno l'unità di Messina si occupa di sviluppare materiali e componenti innovativi per celle fotoelettrochimiche in configurazione tandem per la conversione diretta dell'energia solare in idrogeno e sistemi avanzati di splitting catalitico coadiuvato da energia solare e termica. Inoltre, i dispositivi realizzati vengono testati per la produzione di carrier liquidi di idrogeno ottenuto dalla conversione fotochimica e fotoelettrochimica di CO<sub>2</sub> e acqua.

### **Secondo lei queste tecnologie e applicazioni per l'idrogeno possono considerarsi potenzialmente mature per l'immissione sul mercato?**

Sì. Sebbene siano ancora necessari notevoli sforzi di ricerca e innovazione per migliorarne, in generale, l'efficienza, la durata, la riproducibilità, le modalità di distribuzione e utilizzo su larga scala, nonché ridurre i costi. Il ricorso all'utilizzo di materiali meno "critici" rappresenta un tema da affrontare. Si stima, solo a titolo di esempio, che la crescita della produzione di elettrolizzatori e celle a combustibile sarà tale da rappresentare tra il 5% ed il 18% di domanda media annua incrementale rispettivamente di nichel e platino. La ricerca e lo sviluppo scientifico devono, pertanto, focalizzare l'attenzione sulle azioni necessarie per innovare in modo significativo le attuali tecnologie, garantendo al tempo stesso, un adeguato trasferimento tecnologico.

### **Può raccontarci qualcosa delle vostre attività di formazione?**

Nell'ambito della Terza Missione e della divulgazione scientifica in senso ampio, siamo impegnati nel territorio non soltanto con le scuole ma in generale con il tessuto sociale per condividere le tematiche di cui ci occupiamo in Istituto. In particolare, relativamente al progetto "Ricerca e sviluppo di tecnologie per la filiera dell'idrogeno" sono stati avviati percorsi di formazione, tramite convenzione con le scuole superiori, per figure professionali ad alta specializzazione tecnica e scientifica nel settore della produzione di idrogeno verde. Le tematiche sviluppate durante gli eventi (come il festival della scienza cosmos 2023) e nei laboratori didattici svolti nelle scuole secondarie di secondo grado, riguardano l'approccio alla produzione di idrogeno verde attraverso l'energia solare per affrontare le sfide poste dalla transizione ecologica. In particolare i seminari e i corsi che svolgiamo si focalizzano sui principi del fotovoltaico e della conversione dell'energia solare in energia elettrica e sulla produzione di idrogeno verde mediante foto elettrolisi, utilizzo dell'energia solare per scindere l'acqua in idrogeno e ossigeno.

Al fine di veicolare meglio le competenze ed i principi base del progetto idrogeno ai ragazzi delle scuole, abbiamo pensato di utilizzare un piccolo veicolo alimentato attraverso una cella PEc che tramite l'utilizzo di una cella di terza generazione o un piccolo modulo raccoglie la luce solare e permette il processo di fotoelettrolisi dell'acqua con produzione contemporanea di idrogeno e ossigeno. L'energia elettrica prodotta inoltre permette al

veicolo di muoversi autonomamente senza utilizzo di batterie e/o fonti di corrente esterne. Sul [nostro sito web](#) sono illustrate immagini e video relative agli elementi utilizzati ed al funzionamento stesso.

**Avete anche un altro progetto, per così dire, di mobilità sostenibile, è corretto?**

Sì, il progetto NAUSICA. Un progetto molto interessante che si propone di implementare tecnologie avanzate per l'efficientamento e la gestione intelligente di mezzi navali con lo scopo di ridurre l'impatto ambientale delle flotte e diminuire i costi operativi degli operatori del settore del trasporto marittimo. Fino ad oggi nell'ambito del progetto sono stati sviluppati dispositivi fotovoltaici di nuova generazione e presto saranno messi a punto film polimerici come supporto per fotoanodi, ad elevata flessibilità, resistenza termica e meccanica. L'obiettivo successivo è di dimostrare *on-board* prototipi su scala appropriata, in grado di operare sia in condizioni outdoor che indoor con luce diffusa, con efficienze di conversione vicine al 10% e con un sistema di accumulo integrato. Quindi questa tecnologia è versatile in quanto è possibile progettare dispositivi sia su supporto rigido che flessibile.