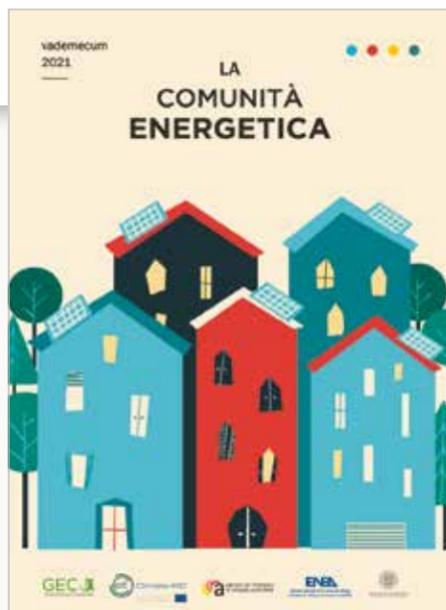


Fame di energia

dossier

L'attuale, vertiginoso aumento dei costi di luce e gas è attribuito alla svolta "verde": l'informazione è fuorviante. Con il miglioramento delle condizioni di vita cresce la domanda di energia, ma esistono molteplici modalità di generarla e utilizzarla. La transizione ecologica dalle fonti fossili a quelle "pulite" si prospetta impegnativa, ma possibile. Anzi, vitale!

Transizione energetica dal basso



Comunità energetica rinnovabile: coalizione di utenti che, tramite la volontaria adesione ad un soggetto giuridico, collaborano con l'obiettivo di produrre, consumare e gestire l'energia attraverso uno o più impianti energetici locali. Ogni comunità ha le proprie caratteristiche specifiche, ma tutte sono accomunate da uno stesso obiettivo: autoprodurre e fornire energia rinnovabile a prezzi accessibili ai propri membri. I principi su cui si fonda una comunità energetica sono il decentramento e la localizzazione della produzione energetica. Attraverso il coinvolgimento di cittadini, attività commerciali, imprese e altre realtà del territorio è possibile produrre, consumare e scambiare energia in un'ottica di autoconsumo e collaborazione.

Autoconsumo: possibilità di consumare *in loco* l'energia elettrica prodotta da un impianto di generazione locale per far fronte ai propri fabbisogni energetici.

Prosumer: mutuato dall'inglese, il termine è utilizzato per riferirsi all'utente che non si limita al ruolo passivo di consumatore (*consumer*), ma partecipa attivamente alle diverse fasi del processo produttivo (*producer*).

Fonte: La comunità energetica. Vademecum 2021 (pdf sul sito dell'Enea: bit.ly/3qbCVMU)

Il 15 dicembre 2021 è entrato in vigore il decreto legislativo Red II, che dà attuazione in Italia alla Direttiva comunitaria 2018/2001 in materia di energie rinnovabili. Il testo, molto articolato, tratta anche di Comunità energetiche rinnovabili (Cer) e forme di autoconsumo collettivo, entrambe opportunità importanti per debellare la "povertà energetica". *Combonifem* ne parla con Gabriella De Maio, docente di Diritto dell'energia nel dipartimento di Giurisprudenza, Università degli Studi di Napoli Federico II, e coordinatrice dell'*Italian Forum of Energy Communities (Ifec)*

a cura della REDAZIONE

Da dove nasce il suo interesse per le Comunità energetiche rinnovabili?

Dalla ricerca scientifica che conduco sui nuovi concetti e soggetti giuridici introdotti dalle direttive europee di ultima generazione, tra cui l'energia rinnovabile decentrata, l'autoconsumo, i *prosumer* e le comunità energetiche. Frutto di tale ricerca è la monografia *Fiscalità energetica e cambiamento climatico* in cui evidenzio che la visuale del legislatore europeo è mutata non solo nel lessico ma anche nell'individuazione dei protagonisti dei futuri scenari energetici, che possono diventare destinatari di agevolazioni fiscali negli Stati dell'Unione Europea (Ue). Stiamo assistendo a un cambio di paradigma basato sulla penetrazione delle energie rinnovabili nei mercati,

IFEC ITALIAN FORUM OF ENERGY COMMUNITIES

sull'evoluzione dei consumatori in autoproduttori e sulla decentralizzazione della generazione elettrica; ciò richiede un sostanziale cambio di visione strategica, anche nelle politiche e decisioni pubbliche.

Quale valore assume l'Unione Europea nel promuovere lo sviluppo delle Cer?

L'Ue non promuove solo le Cer ma più in generale le nuove configurazioni di sistema basate su forme di condivisione di energia. Da tempo il legislatore europeo considera l'apporto delle scelte dei cittadini un aspetto imprescindibile del processo di decarbonizzazione, e da tempo l'Unione utilizza la leva

fiscale per promuovere – tramite le "spinte gentili" – comportamenti virtuosi che riguardano il settore pubblico e privato. In tal modo incentiva il raggiungimento degli obiettivi prefissati a livello europeo e internazionale.

Che cosa ha ritardato in Italia lo sviluppo della condivisione di energia?

Più che muoversi in ritardo, l'ordinamento italiano ha preferito introdurre una normativa sperimentale che consentisse di valutare – specie sotto il profilo tecnico e con alcuni limiti di potenza specifici – l'impatto dell'implementazione dei nuovi modelli entro il sistema complessivo di produzione di energia. Con l'emanazione del Decreto legislativo 8 novembre 2021, n. 199, ha recepito integralmente la Direttiva Ue 2018/2001, innalzando i limiti tecnici e disciplinando al capo II i regimi di sostegno e le caratteristiche generali per incentivare le Cer. **I prossimi mesi saranno cruciali per innovare fortemente**

il nostro sistema elettrico anche tramite le comunità energetiche: lo si evince dall'introduzione nel decreto di norme per coordinare il Pnrr con gli strumenti che incentivano le Cer.

Quali criticità si prospettano?

A partire da come costituire una Cer, da un punto di vista giuridico le sfide interpretative sono innumerevoli: quali sono i soggetti che possono farne parte, come la Cer (che sarà un soggetto di diritto a sé stante) si muove in un ordinamento con previsioni specifiche per gli enti del terzo settore, ecc. Sono fondamentali un'emanazione rapida dei decreti attuativi, una chiara e puntuale politica regolatoria nonché un'effettiva e leale collaborazione tra i vari attori istituzionali coinvolti: solo così potremo cogliere le sfide e le opportunità di questo momento di svolta.



Gabriella De Maio

A livello mondiale, quali sono le comunità energetiche che contribuiscono a ridurre la vulnerabilità energetica?

Questa domanda merita una precisazione: **le Cer sono un modello di comunità energetica introdotto e disciplinato dall'Ue**, quindi non paragonabile ad altre iniziative in atto a livello mondiale. Nelle intenzioni del legislatore europeo, grazie alla partecipazione diretta dei consumatori le comunità di energia rinnovabile dovrebbero contribuire a combattere la povertà energetica riducendo i consumi e le tariffe di fornitura. Questo aspetto è un elemento tipico

delle Cer, potenzialmente in grado di avere un **impatto rilevante non solo dal punto di vista tecnico, in termini di transizione energetica "dal basso"**, ma anche in termini di sviluppo di forme di condivisione di energia che rendano questa **transizione più equa**

ed inclusiva. Dando avvio a una riforma così importante per la produzione di energia, non è semplice individuare le migliori pratiche nella lotta alla povertà energetica: la casistica è ancora troppo esigua. La prima Cer italiana è a Magliano Alpi (CN), ma si stanno sviluppando tante altre iniziative. Una Cer fortemente improntata a una visione solidale è la Comunità energetica e solidale di Napoli Est, promossa dalla *Fondazione Famiglia di Maria* e da 40 famiglie in condizioni di disagio, residenti in appartamenti limitrofi alla Fondazione e allacciate alla stessa cabina elettrica.

Quanto incide la formazione/educazione delle persone nel successo delle iniziative?

Direi che questo è un aspetto imprescindibile e ben noto all'Unio-



MAPPATURA delle COMUNITÀ ENERGETICHE

San Giovanni a Teduccio, maggio 2021. Pannelli fotovoltaici installati nel quartiere Villa, periferia orientale di Napoli, sul tetto della Fondazione Famiglia di Maria. La Comunità energetica Napoli Est è un progetto promosso da Legambiente e realizzato con il supporto della Fondazione Con il Sud e della Fondazione Famiglia di Maria per alleviare la povertà energetica di 40 famiglie del quartiere



COMUNI RINNOVABILI

ne Europea, che ha adottato un approccio integrato alle energie rinnovabili volto a potenziare le informazioni agli utenti. **Il successo della transizione energetica dipende dalla capacità di promuovere la trasformazione dei comportamenti.** Un accesso più diffuso a tecnologie intelligenti che indicano i consumi effettivi e un maggiore coinvolgimento della cittadinanza nelle iniziative di

livello locale rendono le persone più consapevoli. Il tema dell'informazione "del e al" consumatore è un obiettivo prioritario delle istituzioni europee, che hanno chiesto agli Stati membri di realizzare campagne educative destinate ad ampliare il ventaglio di conoscenze che orientano i comportamenti delle utenze. La qualità dell'informazione è elemento necessario al fine di renderla fruibile. Ed è in

quest'ottica che, a mio giudizio, è fondamentale veicolare il messaggio che incentiva autoconsumo ed efficienza energetica: **"Non inquinare, salva il mondo e anche i tuoi soldi"** è un messaggio diretto ed efficace, che può generare e trainare mutamenti comportamentali improntati alla sostenibilità.

Oltre alla maggiore disponibilità energetica, quali altri benefici sono riscontrati?

La Direttiva europea Red II è molto chiara: evidenzia che il passaggio a una produzione energetica decentrata presenta molti vantaggi, compreso l'utilizzo delle fonti di energia locali, **maggiore sicurezza locale degli approvvigionamenti energetici, minori distanze di trasporto e ridotta dispersione energetica.** Tale passaggio, inoltre, favorisce lo sviluppo e la coesione delle comunità grazie alla disponibilità di fonti di reddito e alla creazione di posti di lavoro a livello locale. Affinché questi obiettivi siano raggiunti, tuttavia, sarà molto importante che nella fase di attuazione della Direttiva e del possibile proliferare delle Cer si presti sempre **attenzione agli aspetti di natura sociale e di redistribuzione dei vantaggi sul territorio**, come richiesto dall'Ue. ■

Occhio alla tariffa: è nostra



Sara Capuzzo

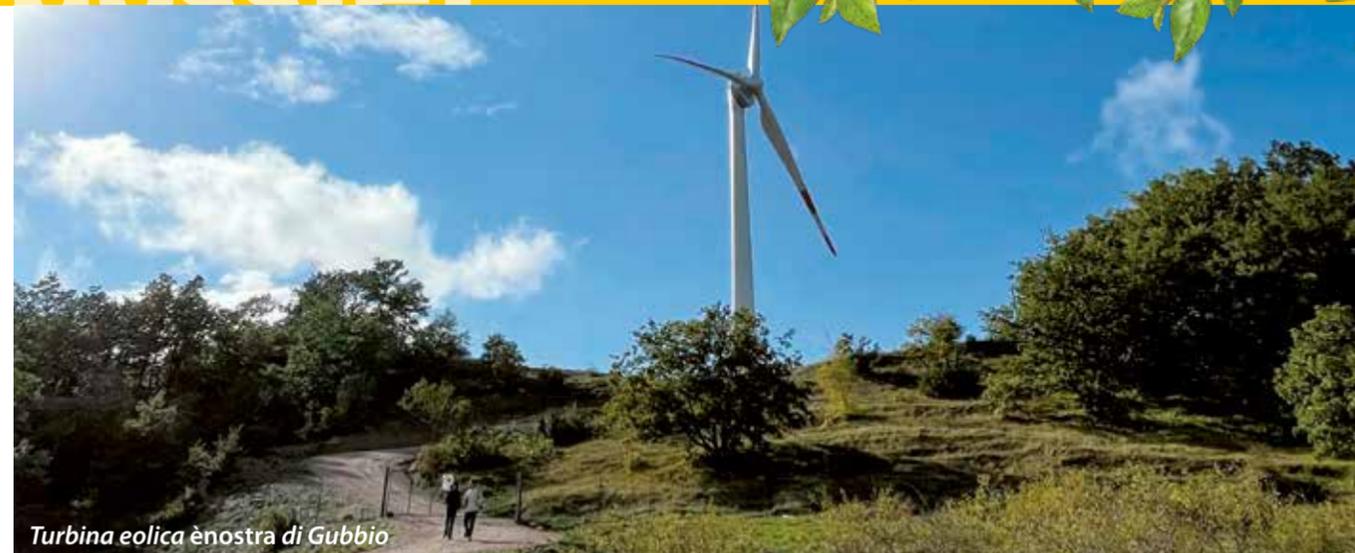
La federazione europea REScoop aggrega 1.900 soggetti tra cooperative energetiche, progetti collettivi e comunità energetiche in senso ampio, con più di 1 milione di cittadini e cittadine aderenti.

Ènostra è una cooperativa energetica nata nel 2014 in Italia da REScoop Europa nell'ambito del progetto europeo REScoop 20-20-20 volto a favorire l'accettabilità dell'energia rinnovabile

di SARA CAPUZZO*

Nata come cooperativa di utenza (acquisto e rivendita di energia) – i soci cooperatori accedevano all'acquisto di energia attraverso di noi, ma questo non au-

* Presidente di Ènostra.



Turbina eolica Ènostra di Gubbio

mentava l'energia rinnovabile nel nostro Paese –, dal 2018 Ènostra si è fusa con Retenergie, cooperativa di produzione e socia fondatrice di Ènostra. Da allora ci occupiamo anche dell'efficienza energetica di imprese o famiglie nostre socie. Produzione e vendita dell'energia ed efficienza energetica sono aree che si sono espanse molto negli ultimi anni; ci occupiamo anche di superbonus, ovvero di tutto ciò che attiene alla riduzione del consumo energetico e all'autoproduzione di energia rinnovabile.

IN ESPANSIONE

Attualmente solo una quota dell'energia che vendiamo ai soci è autoprodotta e la turbina eolica realizzata vicino a Gubbio, in funzione dallo scorso settembre, costituisce il traguardo più importante. Per questo progetto abbiamo lanciato nel 2021 una nuova campagna di raccolta di capitale di sovvenzione, **"Libertà è autoproduzione"**, invitando i soci a partecipare con un proprio apporto di capitale a copertura della quota di energia da loro consumata annualmente. Sul nostro sito è disponibile una piattaforma per simulare i consumi e il finanziamento corrispondente. La quota minima di adesione come socio sovventore è 500 euro,

ma l'investimento medio è di circa 1.500 euro.

Un altro impianto eolico da 500 kW, con impiego di una turbina rigenerata, sarà installato in un'area a vocazione agricola a Crispiano, a nord di Taranto. La produzione attesa è di 1.200 MWh, tali da soddisfare la domanda di circa 500 famiglie. Anche il terzo progetto che stiamo sviluppando sarà realizzato in Puglia, questa volta nell'area portuale di Brindisi. Si tratta di un impianto fotovoltaico di circa 840 kWp che rifornirà in parte l'azienda metalmeccanica sottostante, mentre l'elettricità non utilizzata verrà messa a disposizione della comunità dei soci di Ènostra.

PRODUTTORE-CONSUMATORE

Partecipare al fondo produzione significa sostenere lo sviluppo delle fonti rinnovabili attraverso un investimento etico e diventare attori della transizione energetica dal basso. Ai soci sovventori è riservata la **tariffa prosumer**, che garantisce un prezzo fisso ed "equo", che **non subisce le fluttuazioni del mercato** ma viene aggiornato di anno in anno, fino al 2028 (termine del contratto di sovvenzione), sulla base della produzione del parco impianti, dei costi di gestione e di altri fattori

che possono impattare sul prezzo di vendita come, per esempio, l'incremento del costo dei pannelli fotovoltaici. La **pala eolica di Gubbio** già operativa produrrà circa 2 GWh/anno, equivalenti al consumo di circa 900 famiglie. Degli oltre 1.000 sovventori (cresciuti negli anni), circa 600 hanno già attivato la tariffa prosumer.

A FIANCO DELLE CER

Le Comunità energetiche rinnovabili (Cer) sono iniziative che coinvolgono famiglie, piccole e medie imprese (Pmi) ed enti locali per favorire *in loco* la produzione e il consumo di energia.

Al momento abbiamo affiancato due Cer in Sardegna e di recente siamo stati anche in Puglia per incontrare la cittadinanza, raccogliere le adesioni e costituire il soggetto giuridico in due nuove Cer a Biccari (FG) e a Santeramo in Colle (BA). Entrambi i progetti mirano a ridurre la povertà energetica. Sono finanziati dal Comune con risorse proprie, in modo da garantire il massimo beneficio ai membri, a cui è chiesta solo una quota di 5-10 euro *una tantum* a copertura dei costi di costituzione. Chi partecipa al progetto avrà in media un risparmio del 20-25% sulla bolletta annua per 20 anni. ■

Enigma idrogeno: passi da fare

Sono sempre stata molto legata alla cura dell'ambiente e degli animali. Dall'infanzia, vivere nel verde mi ha attirato in modo particolare, così per scegliere "cosa fare da grande" mi sono orientata alla tecnologia, convinta che un percorso scientifico-tecnologico potesse contribuire a preservare l'ambiente

di GIULIA MONTELEONE*

La percezione diffusa è che l'evoluzione tecnologica inquina. Oggi, però, chi rinunciarebbe al cellulare, alla lavatrice e ad un moderno mezzo di trasporto? Ritengo che la tecnologia, se sviluppata e usata adeguatamente, possa limitare l'impatto ambientale connesso alle condizioni di vita raggiunte. Con tali premesse ho intrapreso un percorso da ingegnere chimico.

PERCORSO INATTESO

Al termine degli studi, la prima offerta di lavoro mi è giunta da un ambito altamente inquinante: una raffineria. Dal 1995 all'inizio di questo secolo ho lavorato alla produzione di benzine e combustibili, usando l'idrogeno nel processo di trattamento del greggio. La competenza acquisita in raffineria mi ha però permesso di applicarla in ambiti più affini alle mie inclinazioni:

* Responsabile del Laboratorio Accumulo di Energia, Batterie e tecnologie per la produzione e l'uso dell'idrogeno - Dipartimento Tecnologie Energetiche e Fonti rinnovabili dell'Enea.

la decarbonizzazione attraverso l'idrogeno. Al 2002 risale la pubblicazione di Jeremy Rifkin *Economia dell'idrogeno*, che coincide con la prima ondata di attenzione a questo elemento. Così ho lasciato l'impresa privata che operava nel settore petrolchimico e sono passata a "ricerca e sviluppo" in Enea, l'Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile. Le celle a combustibile sono una delle tecnologie chiave su cui sto lavorando per usare l'idrogeno come fonte energetica rinnovabile e non inquinante.

LA SFIDA "ENERGIA"

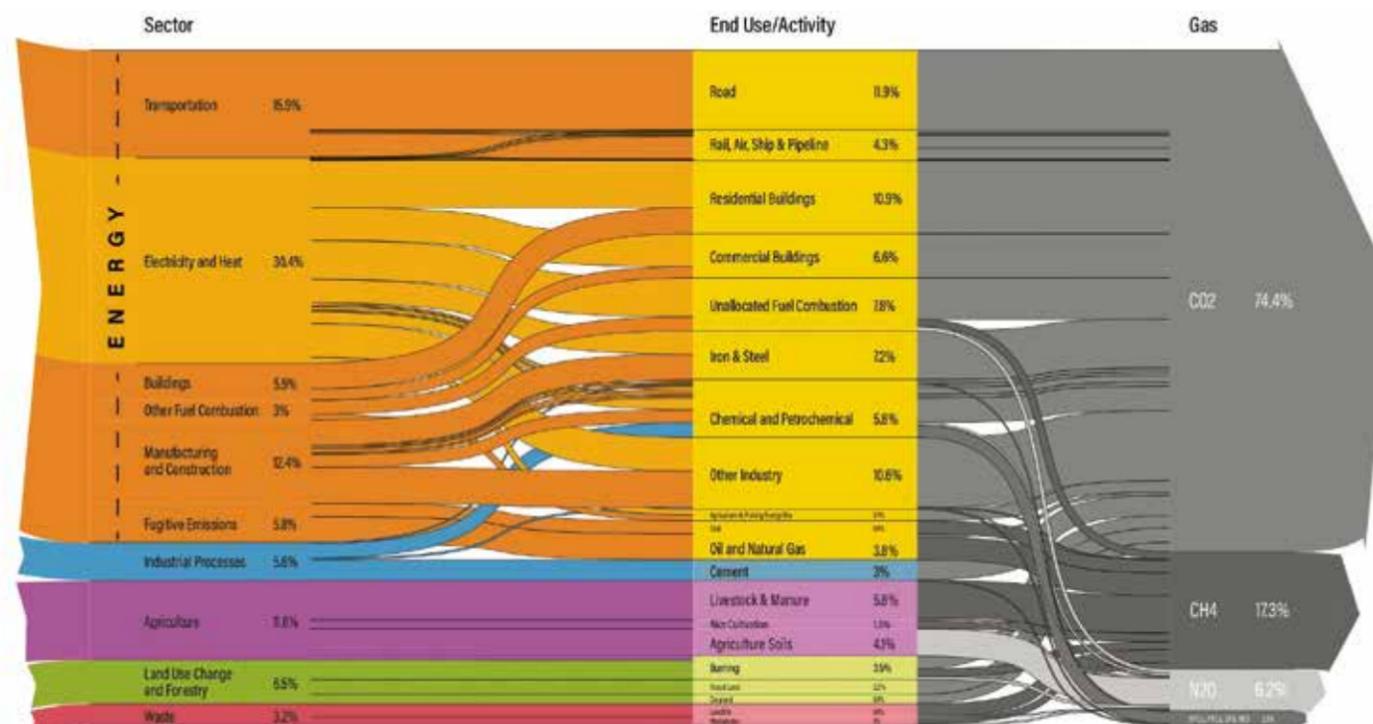
Ritengo che Cop26 abbia preso atto della sfida della transizione energetica: realizzarla entro il 2050 è decisamente impegnativo. Anche garantire la decarbonizzazione dell'economia europea entro il 2030 non è scontato. Circa i due terzi delle emissioni di gas a effetto serra a livello globale sono connessi all'uso di combustibili fossili a scopo energetico per elettricità, riscaldamento, trasporto e industria. In primo luogo, per decarbonizzare è necessario modificare il modo in cui si produce e si consuma l'energia. **Decarbonizzare il sistema energetico non è semplice.** Bisogna agire su materie prime, produzione, trasporto, distribuzione, sino agli usi finali, intervenendo in diversi settori: economico, fiscale, normativo, autorizzativo, regolatorio, tecnologico, sociale, ecc. Investire nella transizione energetica significa in primo luogo potenziare le fonti di energia rin-

novabile e aumentare l'efficienza energetica nell'edilizia residenziale e nei processi produttivi. La transizione alle fonti rinnovabili dovrà essere accompagnata da una profonda elettrificazione degli usi finali, in particolare nel settore civile e nei trasporti, e dalla produzione di idrogeno per la decarbonizzazione più complessa, come nelle industrie altamente energivore e i trasporti pesanti dove è difficile o non conveniente l'uso diretto dell'energia elettrica. Per il settore elettrico nazionale il Green Deal prevede 100 miliardi di euro di nuovi investimenti, che si ripagheranno in 5 anni considerando i benefici economici in termini di valore aggiunto: **50 megatonnellate di emissioni di CO₂ evitate e creazione di 90.000 nuovi posti di lavoro.** L'utilizzo massivo e capillare delle fonti di energia rinnovabile presenta, oltre a ricadute ambientali positive, anche vantaggi economici: la stima di Elettricità Futura prevede che, **grazie al maggiore apporto delle rinnovabili, il costo complessivo dell'energia elettrica si ridurrà, a parità di costo del gas, di circa 3,2 miliardi di euro al 2030 e di 8,6 miliardi di euro al 2032.**

ALCUNE CRITICITÀ

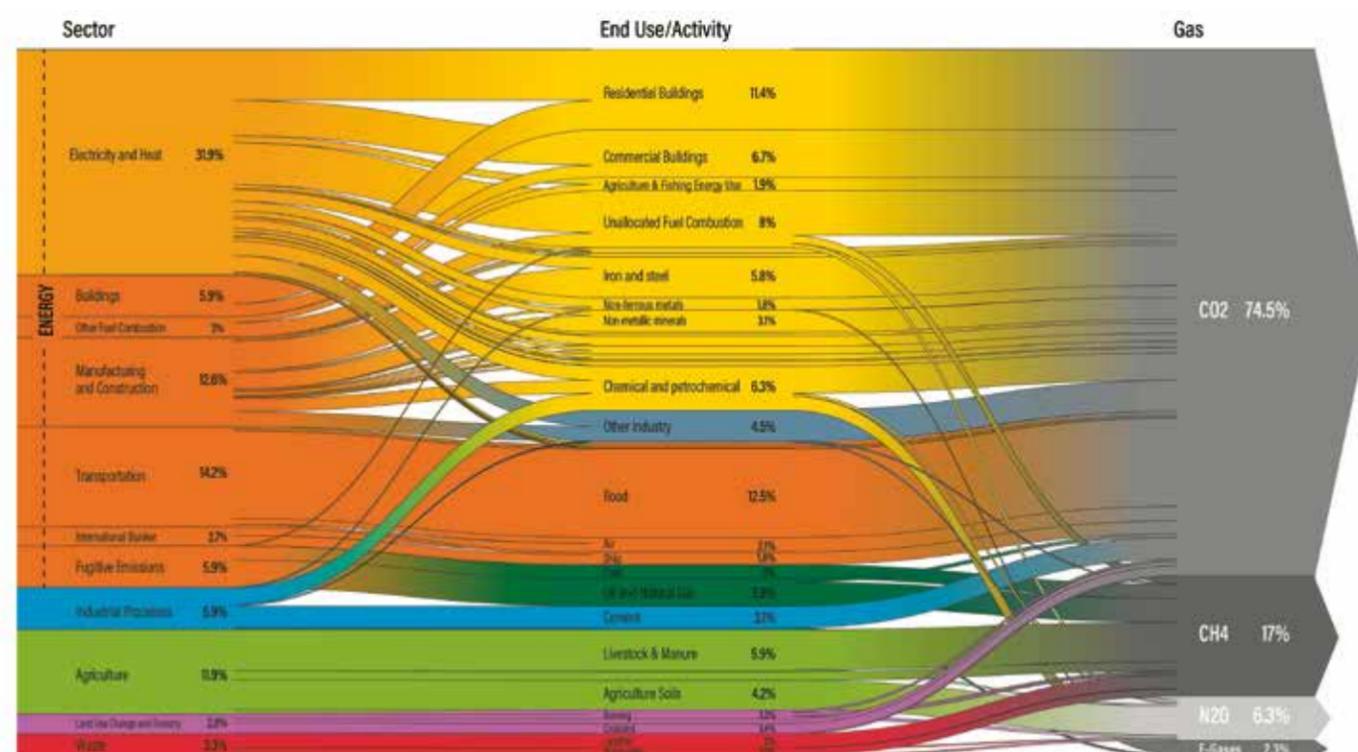
Secondo le strategie europee e nazionali, entro il 2030 l'Italia intende ridurre le emissioni di gas serra del 51% rispetto ai livelli del 1990, coprendo con fonti rinnovabili il 40% del consumo finale lordo di energia. Tale quota sarà pari a circa il 70% nel settore elettrico e si traduce in 60 GW di nuova poten-

Emissioni mondiali di gas serra nel 2016 per settore. Totale: 49,4 GtCO₂e



La "fame di energia" è la principale causa del riscaldamento climatico. L'organizzazione Climate Watch presenta un confronto tra i gas serra emessi a livello mondiale nel 2016 (sopra) e nel 2018 in relazione ai principali settori: produzione di energia, processi industriali, agricoltura e allevamento, interventi su suolo e foreste, rifiuti. A destra sono riportate le quantità di gas serra immesse nell'anno: CO₂, CH₄, NO₂

Emissioni mondiali di gas serra nel 2018 per settore. Totale: 48,9 GtCO₂e



za rinnovabile da installare entro il 2030, di cui 43 GW di fotovoltaico. Oltre al fotovoltaico ci saranno l'eolico, l'idroelettrico, il geotermoelettrico e le biomasse.

Tra le energie rinnovabili, quella solare e quella eolica sono disponibili pressoché ovunque, mentre le turbine idroelettriche e geotermiche sono condizionate dalla morfologia del territorio e le biomasse sono vincolate alla disponibilità di prodotti organici residui. Poiché la CO₂ emessa in atmosfera dal loro utilizzo verrebbe comunque generata dagli stessi processi biologici, le biomasse rappresentano un'energia rinnovabile a impatto nullo e, rispetto ad altre fonti rinnovabili intermittenti, sono anche più programmabili.

Installare pale eoliche e campi fotovoltaici richiede disponibilità di spazi e azioni finalizzate alla accettabilità sociale e alla semplificazione delle autorizzazioni.

PROSPETTIVE POSSIBILI

Finora, la media annua di nuova potenza generata da impianti eolici o fotovoltaici è stata intorno a 0,7 GW: pur considerando gli incentivi del Pnrr, riuscire a decuplicare ogni anno la potenza "verde" prodotta è decisamente ambizioso, per questo si considerano anche altre fonti sinora non sfruttate: l'eolico in mare (offshore), il solare termico a concentrazione e l'energia marina.

Per valorizzare ulteriormente gli impatti positivi derivanti dall'applicazione delle tecnologie fotovoltaiche in altri contesti, quali ad esempio le filiere agricole, si ricorre all'agrovoltaico: i pannelli solari sono posti ad altezza tale da proteggere le colture dalla grandine e dal vento senza ostacolare il passaggio di macchine agricole. L'energia sostenibile, accessibile e sicura costituisce il paradigma di sviluppo dei sistemi energetici fu-

Smart Grid

In accordo con la definizione dell'Agenzia internazionale dell'energia (Iea), la Smart Grid è un sistema di reti elettriche che utilizza la tecnologia digitale per monitorare e gestire il trasporto di elettricità da tutte le fonti di generazione per soddisfare le diverse richieste di energia elettrica degli utenti finali. Con il diffondersi di numerosi impianti di generazione a fonte rinnovabile non programmabile, di piccola taglia e dislocati lungo la rete di distribuzione (generazione distribuita), ai sistemi elettrici viene richiesto di funzionare in modo bidirezionale, raccogliendo l'energia elettrica proveniente da molteplici impianti, generalmente non programmabili a priori dal gestore della distribuzione. Diviene, pertanto, fondamentale intervenire sulle attuali reti con processi di ristrutturazione "intelligente", economicamente sostenibili e attuabili in tempi ragionevolmente brevi, per accogliere quote crescenti di energie rinnovabili a generazione distribuita. L'ammodernamento delle reti elettriche in ottica Smart Grid è essenziale per integrare le fonti rinnovabili non programmabili - elemento cardine della transizione energetica - in maniera sicura e affidabile. (G.M.)

turi. Elettrificazione dei consumi energetici con un utilizzo diffuso e distribuito delle fonti rinnovabili, sviluppo delle Smart Grid, ossia reti elettriche "intelligenti", e ricorso alla digitalizzazione sono fondamentali per favorire il processo di transizione energetica.

Elettrificazione dei consumi energetici con un utilizzo diffuso e distribuito delle fonti rinnovabili e meccanismi di integrazione "intelligente" nelle reti elettriche sono fondamentali per realizzarlo: un connubio tra fonti rinnovabili e Smart Grid è implicito negli obiettivi energetici nazionali ed europei. Comunque, il crescente fabbisogno di energia esige di esplorare

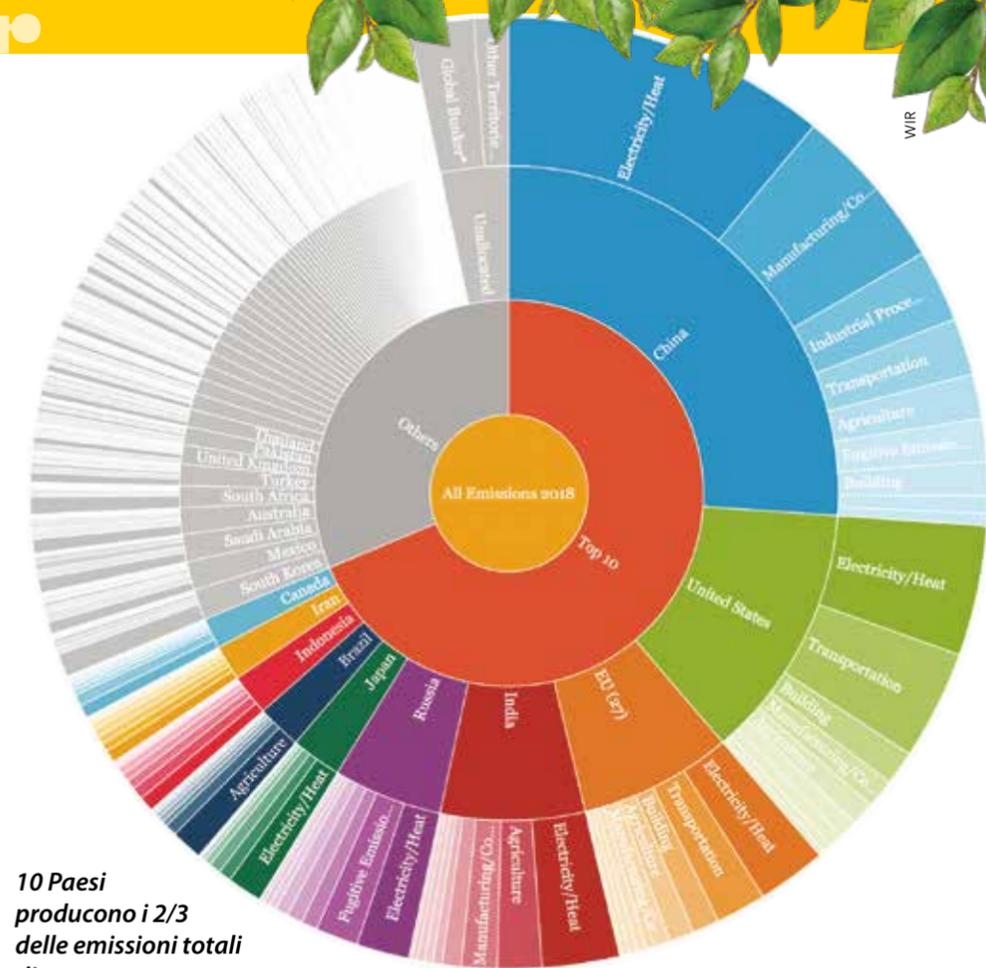
anche altre fonti rinnovabili e non climalteranti.

LA SCOMMESSA "IDROGENO"

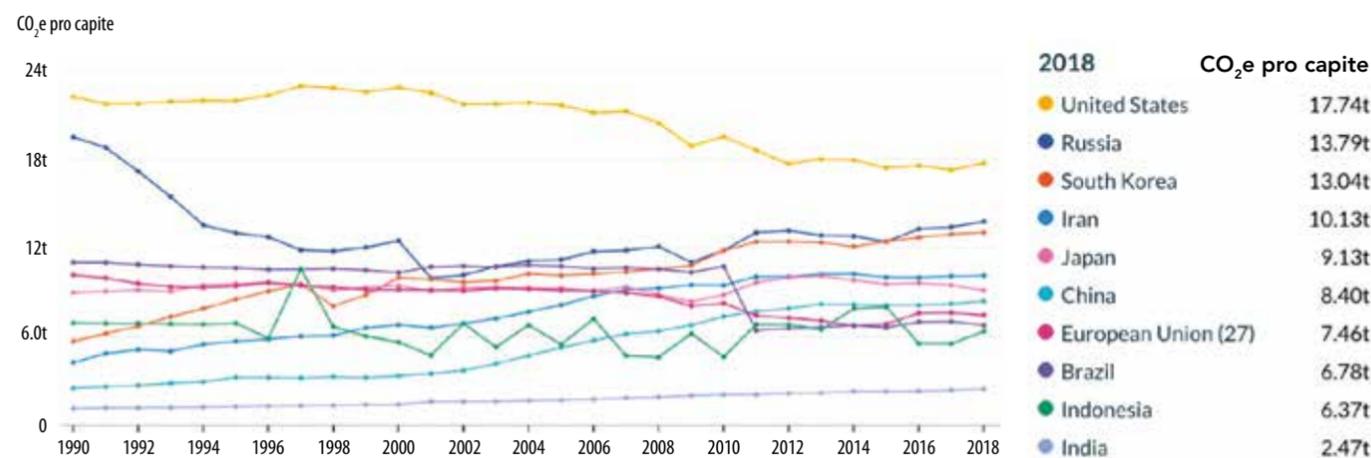
Pur rappresentando l'elemento più abbondante dell'universo sulla superficie terrestre, l'idrogeno non è disponibile nella sua forma molecolare (H₂): lo si trova combinato con altri atomi, per esempio con l'ossigeno nel formare l'acqua o insieme al carbonio in diversi idrocarburi (il più semplice è il metano, CH₄) nonché in piante e animali, essendo un costituente essenziale delle molecole organiche. Per poter essere utilizzato, l'idro-

geno deve allora essere "estratto" dalle molecole più complesse in cui si trova. A seconda del processo di produzione adottato, l'idrogeno si identifica con un diverso colore: l'idrogeno prodotto tramite il *reforming*** di un combustibile fossile è il cosiddetto "idrogeno grigio" perché associato a ingenti emissioni di anidride carbonica; l'idrogeno prodotto dalla scissione della molecola d'acqua (H₂O) tramite elettrolisi con energia elettrica rinnovabile è identificato come "idrogeno verde o rinnovabile"; in mezzo si colloca "l'idrogeno blu", ottenuto dal *reforming* di combustibile fossile, ma la CO₂ emessa durante il processo viene catturata e non immessa in atmosfera.

** Utilizzando calore e vapore ad alta temperatura, si scinde il metano (CH₄) in H₂ e carbonio (C); il carbonio si lega spontaneamente all'ossigeno (O₂) e genera CO₂.



10 Paesi producono i 2/3 delle emissioni totali di gas serra



Emissione di gas serra per persona nei 10 Paesi che inquinano di più

COMPROMESSO ACCETTABILE?

Per le sue caratteristiche, l'idrogeno verde potrebbe ricoprire un ruolo di primo piano per il raggiungimento della neutralità climatica europea entro il 2050, ma il processo elettrochimico che

scinde la molecola d'acqua (H₂O) in idrogeno (H₂) e ossigeno (O₂) necessita di energia elettrica pulita che è addizionale rispetto alla quota di 60 GW di rinnovabile da raggiungere entro il 2030 per centrare gli obiettivi europei di decarbonizzazione. Per questo, nel

breve-medio periodo si potrebbe considerare una fase intermedia di produzione di idrogeno blu integrando la tecnologia del *reformer* con la cattura e il sequestro della CO₂ (Ccs: Carbon Capture Sequestration). In alternativa, si dovrebbero adottare processi che



La valle dell'idrogeno

Per colmare il divario tra ricerca in laboratorio e scala industriale, in Enea è in fase di realizzazione la prima *Hydrogen demo Valley*. Il progetto, finanziato dal Ministero per la Transizione ecologica nell'ambito dell'iniziativa internazionale *Mission Innovation*, si identifica come un incubatore tecnologico per lo sviluppo di una filiera nazionale dell'idrogeno. Vi partecipano imprese, istituti di ricerca, università, associazioni di categoria e altri enti istituzionali. Presso il Centro Ricerche Enea della Casaccia, alle porte di Roma, si realizzeranno infrastrutture hi-tech per la ricerca, lo sviluppo, l'innovazione e

la sperimentazione lungo tutta la filiera dell'idrogeno, dalla produzione alla distribuzione, fino allo stoccaggio e al suo utilizzo, come materia prima per la produzione di combustibili puliti e come vettore energetico, per ridurre le emissioni di CO₂ nell'industria, nella mobilità, nella generazione di energia e nella climatizzazione residenziale. Per favorire l'innovazione e il trasferimento tecnologico dei risultati e dei prodotti della ricerca in risposta alle istanze ed esigenze dell'industria di settore e del relativo indotto, l'*Hydrogen demo Valley* si avvarrà anche di infrastrutture e laboratori già esistenti. (G.M.)

riducono a monte le emissioni di CO₂, pur utilizzando combustibile fossile come gas di processo, ovvero *reformer* integrato con fonte termica rinnovabile.

IDROGENO DA BIOMETANO

Attualmente un modo di produrre idrogeno a impatto nullo è usare biogas-biometano prodotto dalle biomasse. Tutti i processi biologici di decomposizione dei residui organici (biomasse) producono metano che, se non correttamente gestito, può dar vita ad immissioni in atmosfera. Il metano è più climalterante della CO₂. La digestione anaerobica è un processo che permette di controllare e gestire la produzione di biogas (50% CH₄; 50% CO₂) o biometano (solo CH₄) generato dai processi biologici impiegandolo come combustibile. A differenza del metano di origine fossile, il biometano utilizzato per generare H₂O e CO₂ dai processi di *reforming* è considerato a impatto ambientale nullo perché non aumenta la quota di carbonio che sarebbe immessa in atmosfera.

RINNOVABILI E IDROGENO VERDE

L'energia prodotta da fonti rinnovabili non sempre è utilizzabile

direttamente come energia elettrica, come per esempio in alcuni settori industriali identificati come *hard to abate*, che causano emissioni climalteranti difficili da ridurre, o in alcuni settori della mobilità pesante. In questi casi si può ricorrere all'uso dell'idrogeno ottenuto dall'energia elettrica rinnovabile (idrogeno verde) attraverso l'elettrolisi dell'acqua. L'idrogeno così prodotto può essere poi utilizzato come combustibile pulito, perché non produce anidride carbonica ed emissioni climalteranti dirette. Inoltre, in quanto vettore energetico, l'idrogeno può svolgere un ruolo chiave nel favorire l'integrazione nel sistema energetico delle fonti rinnovabili non programmabili, quali eolico e fotovoltaico. Ciò significa che l'eccesso di energia elettrica prodotta nei momenti di picco dalle fonti rinnovabili può essere utilizzato per produrre idrogeno verde e, quindi, essere "immagazzinato" sotto forma di idrogeno, costituendo una riserva di energia da utilizzarsi nei momenti di deficit produttivo o di crescita della domanda. L'idrogeno così prodotto essere accumulato e successivamente utilizzato come combustibile puro o in miscela con gas naturale per produrre calore nel settore terziario e residenziale.

APPLICAZIONI IN VISTA

La mobilità incide per circa il 30% delle emissioni di CO₂. Le auto elettriche alimentate da batterie possono essere utilizzate per percorsi brevi di mobilità leggera mentre l'idrogeno trova applicazione nel breve termine nel trasporto pesante (Tir, ferroviario, navale) e nel lungo termine nel settore aeronautico. I veicoli a idrogeno con celle a combustibile sono veicoli elettrici alimentati da una cella a combustibile (alimentata ad idrogeno) anziché da batterie. Nell'industria pesante l'idrogeno può essere prodotto e consumato *in loco* così che attività che necessitano di alte temperature (accierie, vetro, ceramica, alimentare, ecc.) potrebbero utilizzare idrogeno anziché combustibili fossili, e quelle che già utilizzano idrogeno grigio potrebbero passare all'idrogeno verde.

INFRASTRUTTURE DA RECUPERARE

Per l'utilizzo dell'idrogeno in campo residenziale manca una rete di distribuzione che raggiunga le abitazioni. L'utilizzo dell'infrastruttura esistente per il trasporto del gas naturale, capillare sul territorio nazionale, potrebbe consentire nel

breve termine di decarbonizzare parte degli utilizzi finali di energia, sia in ambito domestico che in particolari ambiti industriali *hard to abate*: quelle stesse tubature, infatti, potrebbero veicolare miscele idrogeno/gas naturale con tenore di idrogeno via via crescente. Tale approccio permetterebbe anche di contribuire ad accrescere la competitività sul mercato europeo e internazionale della filiera industriale nazionale relativa alla produzione di tecnologie, dispositivi, componenti e sistemi (caldaie residenziali e forni industriali) potenzialmente utilizzabili nel comparto idrogeno.

CELLE A COMBUSTIBILE

L'idrogeno, oltre ad essere "bruciato" come combustibile pulito in caldaie, forni industriali e mo-

tori termici, può essere utilizzato in dispositivi chiamati *fuel cell*, ossia celle a combustibile; si tratta di sistemi elettrochimici in cui l'energia chimica dell'idrogeno viene trasformata direttamente in energia elettrica senza ricorso alla combustione. Il processo di trasformazione elettrochimica non è associato all'emissione degli ossidi d'azoto (NO_x), che sono un prodotto tipico della reazione di combustione. In tal modo l'idrogeno (H₂) può generare energia elettrica in modo pulito ed efficiente.

PROSPETTIVE E SFIDE

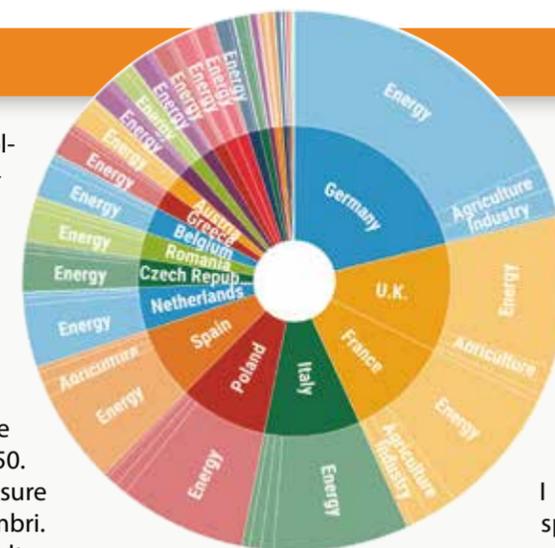
In Enea le prime attività di ricerca e sviluppo sull'idrogeno risalgono alla fine degli anni Novanta e mirano a supportare la crescita di una

filiera manifatturiera italiana per la realizzazione di un ecosistema basato sull'idrogeno. Le iniziative e i progetti afferiscono al Laboratorio Accumulo di energia, Batterie e tecnologie per la produzione e l'uso dell'Idrogeno, che opera nell'ambito del Dipartimento Tecnologie Energetiche e Fonti Rinnovabili. Le attività investono l'intera catena: dalla produzione (processi di elettrolisi, processi di *reforming* integrati con fonti di energia rinnovabile solare, fotovoltaica e biomasse, ecc.), allo stoccaggio (nuovi materiali, tecnologie e sistemi) sino agli usi finali nel settore industria, residenziale, trasporti. Enea partecipa inoltre allo sviluppo di iniziative e progetti nazionali, europei e internazionali indirizzati a favorire il processo di decarbonizzazione dell'industria *hard to abate* e dei trasporti pesanti. ■

Energia integrata

La transizione energetica volta a decarbonizzare il sistema produttivo ed economico è uno degli ambiti indicati come prioritari nella *Strategia europea per un sistema energetico integrato*, adottata insieme alla *Eu Hydrogen Strategy* varata dall'Unione Europea nel luglio 2020 per raggiungere la neutralità climatica nel 2050. Diverse sono le azioni e le misure messe in campo dagli Stati membri. La Francia prevede di investire oltre 7 miliardi di euro: il 54% per accelerare la produzione di idrogeno, il 27% per decarbonizzare il settore dei trasporti pesanti e il 19% per ricerca, innovazione e sviluppo.

La Germania ha lanciato la propria strategia nazionale nel luglio 2020 per rafforzare la cooperazione con gli altri Stati dell'Unione Europea: ha investito 9 miliardi di euro per riconvertire parte delle infrastrutture del gas e produrre entro il 2030 5 GW di idrogeno verde e 10 GW entro il 2040, diventando leader mondiale del settore. I Paesi del Mare del Nord (Olanda, Norvegia, Gran Bre-



Emissione di gas serra nei 27 Paesi dell'Unione Europea (2016) per settori

tagna, ecc.) possono produrre idrogeno verde sfruttando l'energia eolica, in gran parte prodotta da impianti offshore. L'Olanda, tra i primi nell'UE ad approvare una strategia per l'idrogeno, è oggi più che mai decisa a diventare l'*Hydrogen Valley d'Europa*, realizzando elettrolizzatori per 4 GW entro il 2030.

I Paesi dell'area mediterranea rispondono con proprie strategie volte a creare un "hub" Mediterraneo dell'idrogeno. La Spagna intende investire quasi 9 miliardi di euro nei prossimi 10 anni e diventare protagonista nella produzione e nell'esportazione dell'idrogeno verde. In Italia il Ministero dello Sviluppo Economico ha pubblicato e aperto alla consultazione la "Strategia nazionale idrogeno - Linee Guida Preliminari"; il Paese aderisce all'iniziativa internazionale sulla ricerca e sviluppo di tecnologie verdi e il Piano nazionale di ripresa e resilienza (Pnrr) prevede 3,6 miliardi di euro destinati alla "Transizione energetica e mobilità sostenibile". (G.M.)

Imparare dalle foglie

Un team franco-italo-tedesco sta sviluppando modalità di produrre idrogeno verde a basso costo attraverso l'energia solare. L'8 novembre scorso ha ricevuto il premio "Lombardia è ricerca": un milione di euro destinati a innovazione e sostenibilità ambientale. Il processo fotocatalitico per produrre idrogeno verde è una prospettiva interessante di "fotosintesi artificiale". Pierre Joliot, professore onorario al *Collège de France*, Markus Antonietti, docente di Chimica all'Università di Potsdam, e Marcella Bonchio, docente di Chimica organica all'Università di Padova, hanno studiato la fotosintesi delle piante per realizzare una "fotosintesi artificiale" che produca idrogeno e ossigeno dall'acqua. *Combonifem* ne parla con la professoressa Marcella Bonchio

di PAOLA MOGGI

Professoressa Bonchio, da dove viene la sua passione per la ricerca?

Sono nata a Milano. Alle elementari, i primi anni più che seguire le lezioni preferivo giocare e chiacchierare con le amiche, ma la mia maestra ha avuto pazienza: non mi ha lasciata indietro. E la mia mamma non ha mai abbassato la guardia e mi ha sempre stimolato con attenzione: i miei pomeriggi erano pieni di lezioni di inglese e di danza classica. Questo mi ha insegnato a **sopportare la fatica e anche gli insuccessi...** Anche se mi piaceva tantissimo, non ero certo nata per essere una prima ballerina!

Com'è maturato l'interesse per la fotosintesi artificiale?

Tutto è cominciato a Padova; frequentavo il liceo linguistico Sacro Cuore, dove ho avuto professori validissimi in tutte le materie. Il mio incontro con la chimica è avvenuto attraverso la professoressa Vernier: è stata subito una grande passione. Così non ho avuto dubbi sulla scelta del corso universitario e mi sono iscritta a Chimica nel 1983, quan-

do certamente non era ancora un classico indirizzo per "signorine". Tuttavia ho avuto bravissime compagne di corso e sono entrata in internato di tesi in un laboratorio a Chimica Organica, dove ho incontrato eccellenti "maestre" che poi sono diventate amiche di una vita. Nello stesso laboratorio di Padova ho svolto il dottorato di ricerca in Chimica - sono stati anni molto divertenti. Lì ho iniziato a lavorare con sistemi artificiali, ovvero realizzati in laboratorio, che imitavano i



Marcella Bonchio

processi vitali dei sistemi biologici, quali il ciclo acqua-ossigeno.

In che cosa consiste la fotosintesi artificiale?

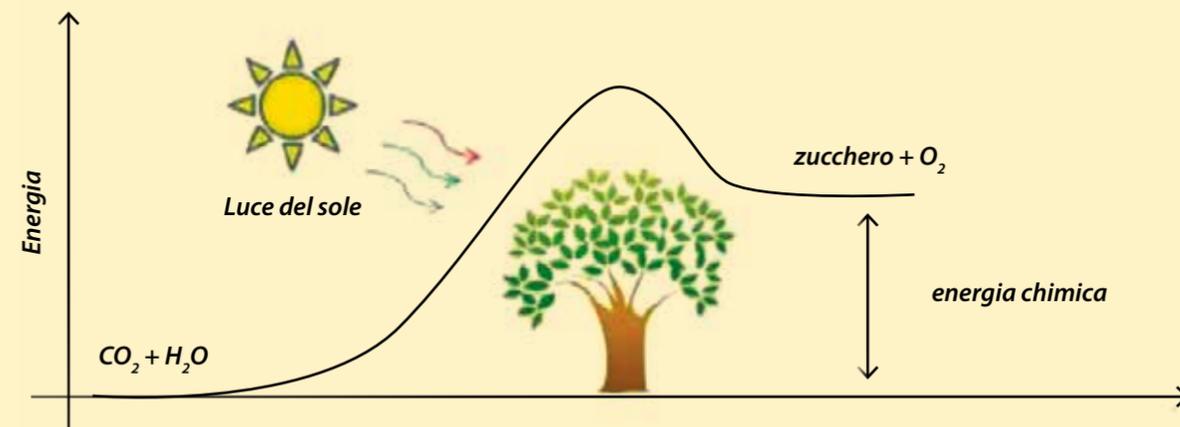
Partiamo dalla fotosintesi naturale. **La natura usa l'energia solare per rompere i legami chimici dell'acqua (H₂O):** in tal modo libera ossigeno e sostanze reattive che contengono H, gli idruri. Lo ione idruro (H) è il più semplice in natura e consiste di due elettroni e un protone. Gli idruri reagiscono con la CO₂ e la trasformano in molecole organiche accumulate nella pianta.

Pertanto, la fotosintesi naturale accoppia il fotosistema di ossidazione (PsII), che scinde la molecola di acqua liberando ossigeno, e il fotosistema di riduzione (PsI) che produce idruri. Il processo di ossidazione è il più difficile dal punto di vista chimico perché richiede tanta

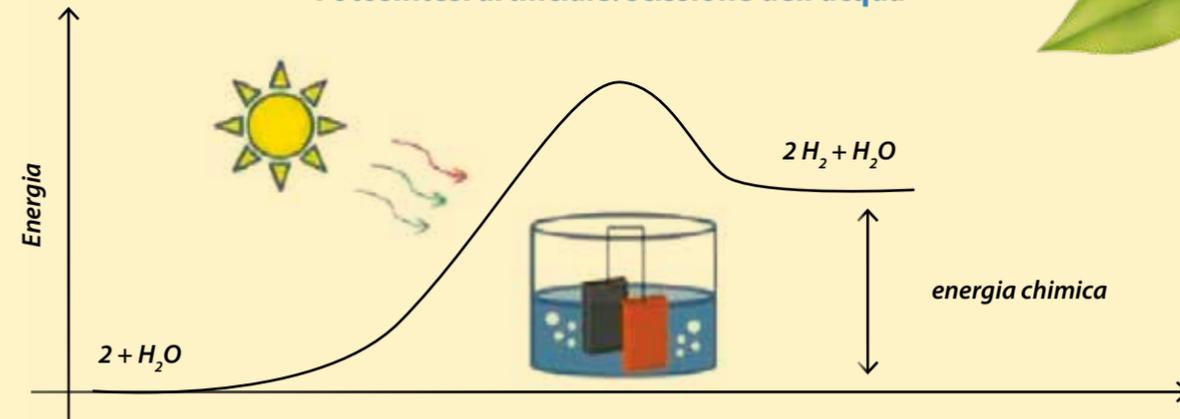
energia; la molecola di H₂O, infatti, è una delle più stabili sul nostro pianeta. Grazie al PsII la foglia riesce a ossidare la molecola di acqua utilizzando luce solare, ma il PsII è una "macchina" molto complessa e fragile, il cui "cuore" si autodemolisce nel giro di 30 minuti o qualche ora, e viene ricostruito completamente da un meccanismo di autoriparazione della foglia che assorbe moltissima energia. Questo è un "limite" della fotosintesi naturale.

L'acqua costituisce una risorsa rinnovabile e il nostro lavoro ha costruito un sistema totalmente artificia-

Fotosintesi naturale



Fotosintesi artificiale: scissione dell'acqua



le che replica il meccanismo del PsII naturale in laboratorio ma con una differenza: il materiale fotosintetico è utilizzato in dispositivi fotoelettrocatalitici che accoppiano un sistema di riduzione **per ottenere idrogeno verde**, ovvero proveniente da fonti rinnovabili come acqua e luce solare.

Come reperite l'energia necessaria a scindere l'acqua?

Ci siamo ispirati alla composizione del fotosistema naturale che si è evoluto costruendo **un sistema di antenne per raccogliere l'energia della radiazione solare e trasferirla al centro di reazione**, dove la luce viene convertita in energia chimica per produrre "combustibili solari". Il sistema di antenne è necessario per l'efficienza del sistema, ed

è importante sapere come organizzare la struttura di queste antenne perché ci sia una sinergia di azione nel raccogliere e convertire l'energia solare. Noi abbiamo trasferito questi concetti nel disegno di un sistema che si auto-assembla e porta alla co-localizzazione di "cromofori", ovvero **molecole che assorbono la luce** e si organizzano intorno a un centro che scinde la molecola d'acqua. Questo sistema ha le caratteristiche di **un quantosoma**, ovvero di un unico organismo integrato che **converte l'energia dei quanti di luce in combustibili solari derivati dall'acqua**.

Dal 2010 avete combinato scoperte delle scienze naturali e delle scienze artificiali...

Sì, abbiamo utilizzato un semicon-

duttore organico, il perilene, già noto per le sue proprietà di fotoconduzione, ovvero di trasporto di elettroni indotto dalla luce, e lo ab-





Quali sfide intravede?

Per applicazioni diffuse, la sfida che abbiamo davanti a noi è la quantità di idrogeno verde da produrre. La fotosintesi artificiale dovrà passare dal laboratorio alla produzione con dispositivi dimensionati all'utilizzo necessario.

Entro il 2030, la fotosintesi artificiale potrà contrastare l'emergenza climatica?

Se entro quella data il G20 di Roma ha deciso di piantare a livello mondiale 1.000 miliardi di alberi, penso che la fotosintesi artificiale possa agire nello stesso senso ed essere più veloce.

Il Pnrr è l'occasione dell'Italia per tornare a essere trainante nella ricerca universitaria su questo tema: un secolo fa Giacomo Ciamician aveva descritto questa vi-

sione nel suo lavoro pubblicato su *Science*, "The photochemistry of the Future". Lui ha aperto la strada a una vera rivoluzione mondiale.

Lei insiste molto sull'approccio interdisciplinare...

Il lavoro che ha ricevuto il premio non sarebbe stato possibile senza la collaborazione con i più bravi fotochimici che abbiamo in Italia e che tutto il mondo ci invidia! Il progetto ha avuto un forte impulso quando abbiamo creato un consorzio di chimici organici, inorganici, fotochimici, elettrochimici e scienziati dei materiali grazie al finanziamento Firb (Fondo per gli investimenti della ricerca di base) nazionale. Credo che il Pnrr potrà essere una splendida occasione per ritornare a fare squadra su questi temi urgenti. ■

biamo riorganizzato in una struttura diversa, creando una corolla di perileni attorno a un "centro catalitico" che opera la scissione dell'acqua. In questo modo il sistema riesce a somministrare al centro di reazione l'energia sufficiente per "rompere" i legami fortissimi della molecola di acqua e ricavarne elettroni e protoni che poi servono a generare idrogeno. Rispetto al sistema naturale, che usa clorofille, il sistema antenna costruito da perileni è molto più robusto e stabile.

L'8 novembre scorso è stata insignita del premio "Lombardia è ricerca". Tra le motivazioni c'è la sostenibilità ambientale e il miglioramento della qualità della vita attraverso nuovi modelli di sviluppo: in che modo la fotosintesi artificiale le promuove?

La fotosintesi artificiale è basata sull'uso di luce e acqua per produrre combustibili solari a impronta di carbonio zero, e metterne a punto la ricerca ci permette anche di indagare i meccanismi del sistema naturale per migliorarne l'efficienza. Stiamo sviluppando sistemi che, insieme al processo naturale, possono contribuire a una rapida sostituzione dei combustibili fossili per un futuro di energia sostenibile. Certo l'attenzione deve essere sempre alta nella ricerca di componenti e materiali che siano compatibili con il nostro ecosistema.



Cosa dice la bolletta?

	FONTI PRIMARIE UTILIZZATE					
	Fonti rinnovabili	Carbone	Gas naturale	Prodotti petroliferi	Nucleare	Altre fonti
Composizione del mix iniziale utilizzato per la produzione dell'energia elettrica venduta	4,81%	19,67%	63,78%	0,82%	6,05%	4,87%
Composizione del mix iniziale utilizzato per la produzione dell'energia elettrica venduta	10,93%	12,87%	65,49%	0,76%	5,15%	4,76%
Composizione del mix iniziale nazionale utilizzato per la produzione dell'energia elettrica immessa nel sistema elettrico italiano nel 2018	40,80%	12,34%	39,19%	0,53%	4,14%	3,00%
Composizione del mix iniziale nazionale utilizzato per la produzione dell'energia elettrica immessa nel sistema elettrico italiano nel 2019	41,51%	8,52%	42,86%	0,51%	3,50%	3,10%

Parents for Future Italia ha divulgato l'opuscolo *Passare all'energia verde* che invita anzitutto a verificare le fonti primarie utilizzate dal proprio fornitore di energia: la bolletta presenta una tabella che confronta il mix energetico del fornitore con il mix medio nazionale dell'energia immessa nel sistema elettrico. Se la voce "Fonti rinnovabili" corrisponde al 100%, il fornitore è davvero "virtuoso". Nel mercato tutelato il regime tariffario è stabilito dall'Autorità di Regolazione per Energia Reti e Ambiente (Arera), ente amministrativo che regola il mercato dell'energia, stabilisce le con-

dizioni tariffarie, gestisce l'accesso alle reti e tutela i diritti del consumatore.

Nel mercato tutelato solo il 4% dell'energia prodotta deriva da fonti rinnovabili; il prezzo è fissato da Arera sulla base del costo della materia prima e viene rivisto ogni tre mesi.

La differenza tra mercato libero e mercato tutelato dell'energia riguarda solo i costi per la fornitura e per la commercializzazione dell'energia elettrica, perché i costi per le reti, la gestione del contatore e le imposte sono uguali in entrambi i regimi.

In generale, è difficile oggi dire se la

fornitura sul mercato libero sia più conveniente rispetto al mercato tutelato, perché dipende da variabili non prevedibili *a priori*.

Mentre il costo delle energie rinnovabili continua a diminuire di anno in anno, quello di petrolio e gas dipende da imprevedibili congiunture internazionali e anche da manovre puramente speculative.

I prezzi delle fonti fossili schizzano quando aumenta la richiesta di energia o quando l'estrazione e il trasporto incontrano difficoltà. Abbandonare le fonti fossili è conveniente per il futuro del pianeta, ma può esserlo anche per il proprio portafoglio. ■

Genitori per il futuro

Siamo un movimento spontaneo di genitori in senso ampio, ovvero persone adulte che sostengono il movimento dei Fridays for Future, indipendentemente dal fatto di essere padri o madri.

Parents for Future Italia fa parte del movimento internazionale Parents for Future Global. Ci riconosciamo pienamente nella Dichiarazione di Losanna, documento redatto al primo summit internazionale del movimento Fridays for Future, che dal 5 al 9 agosto 2019 ha visto la partecipazione di 400 attivisti e attiviste, provenienti da 38 diverse nazioni. Facciamo nostre le richieste dei Fridays for Future per il **Fu.tu.ro**.

Fuori dal fossile: raggiungimento dello 0 netto di emis-



sioni a livello globale nel 2050 e in Italia nel 2030, per restare entro i +1.5 gradi di aumento medio globale della temperatura.

Tutti e tutte unite, senza esclusioni: la transizione energetica deve essere attuata su scala mondiale, utilizzando come faro il principio della giustizia climatica.

Rompiamo il silenzio, diamo voce alla scienza: valorizziamo la conoscenza scientifica, ascoltando e diffondendo i moniti degli studiosi più autorevoli di tutto il mondo. La scienza ci dice da anni qual è il problema e quali strumenti servono per risolverlo. Ora spetta alla politica il compito di agire.

www.parentsforfutureitalia.it

Accento sulla solidarietà

LA RETE DELLE
**COMUNITÀ ENERGETICHE
 RINNOVABILI
 E SOLIDALI**

Che differenza c'è tra Comunità energetiche rinnovabili (Cer) e Comunità energetiche rinnovabili e solidali (Cers)? L'accento sulla solidarietà!

di PAOLA MOGGI

A San Giovanni a Teduccio (Napoli), grazie anche a un bambino, è stata avviata una comunità energetica rinnovabile e solidale, la **Cers Napoli Est**. Il progetto è stato promosso da *Legambiente* insieme alla *Fondazione Famiglia di Maria*, istituzione educativa che opera oggi in una palazzina dell'Ottocento nata come orfanotrofio gestito da religiose.

LA SFIDA DI FIDARSI

Per installare 166 pannelli solari, la Fondazione ha messo a disposizione il tetto e anche la sua potenzialità educativa. **Motivare persone rese diffidenti dal degrado** per aggregare le 40 famiglie che costituiscono la comunità energetica non è stato facile, ma ci ha pensato anche un bambino di 11 anni, Gennaro Dragone. Chi poteva chiudergli la

porta in faccia? E così "Genny" per mesi ha spiegato i vantaggi dell'iniziativa e raccolto adesioni. Lo affiancava Assunta, una mamma "di casa" nella *Famiglia di Maria*. La Fondazione, del resto, non è nuova a coinvolgere bambini e bambine in iniziative di rigenerazione ambientale; da anni, con educatori ed esperti, realizza sul territorio laboratori rivolti anche a genitori, nonni e nonne. L'impianto fotovoltaico della Cers Napoli-Est, finanziato dalla *Fondazione Con il Sud*, produce energia elettrica per le 40 "famiglie-socie": per ciascuna il risparmio annuo in bolletta sarebbe di circa 300 euro, ma l'iniziativa genera già molto di più: alimenta fiducia e senso civico. E per questo lo scorso 14 dicembre il presidente Sergio Mattarella ha conferito a Gennaro l'onore di "alfiere" della Repubblica.

VERSO UNA "RETE DI COMUNITÀ"

Il 16 dicembre 2021 è nata la **Rete di Comunità energetiche rinnovabili e solidali**. Sebbene sia ancora informale, nel suo primo giorno di vita ha già raccolto una ventina di adesioni. Stefano Ciafani, pre-

sidente di *Legambiente*, nota che oggi, grazie al recepimento della Direttiva europea Red II, le Cer «sono qualcosa di più di un pezzo del futuro energetico di questo Paese: hanno un enorme potenziale per **attuare in modo concreto e dal basso la giusta transizione**, ovvero sono uno strumento in grado di mettere insieme tutti e tutte, comunità e territori, ma anche di **portare un grande valore sociale aggiunto**, contribuendo in modo importante alla lotta contro la povertà energetica e diventando occasione per valorizzare e rigenerare territori e tessuti sociali».

ADESIONI APERTE

Legambiente, Cers Napoli Est e il Comune di Ferla (Siracusa) sono i promotori della Rete, pensata come strumento collettivo in grado non solo di aiutare in modo concreto le nuove Cers ma anche e soprattutto per realizzare «questa **occasione di riscatto sociale** in tutti quei luoghi, territori e periferie dove le comunità energetiche rinnovabili e solidali possono portare un contributo alla rinascita, alla speranza e alla bellezza». Alla Rete possono aderire Cer già costituite e che hanno obiettivi solidali dichiarati nel proprio statuto, ma anche Cer che intendono inserirli. Possono aderire Cers in formazione e soggetti che le promuovono. Chiunque abbia interesse a perseguire obiettivi di solidarietà attraverso la Rete può prendere visione del "manifesto" e aderire* scrivendo a energia@legambiente.it. ■

* www.comunirinnovabili.it/la-rete-delle-comunita-energetiche-rinnovabili-e-sostenibili

