

Il Sole in una stanza

In costruzione nel Sud della Francia un reattore che si ispira al funzionamento delle stelle per ricavare energia.

E se bastassero pochi litri d'acqua e qualche frammento di roccia per produrre l'energia capace di tenere accesa una città per un anno? Se quest'energia fosse pulita, quasi senza scorie e sicura come quella del Sole? Il sogno di alcuni scienziati, in fondo, è tutto qui: mettere il Sole in scatola, per risolvere i problemi energetici del pianeta. Rubare il fuoco agli dèi per donarlo agli uomini, come fece Prometeo. È quello che promette Iter, un progetto internazionale che in termini economici vale più del triplo del Cern di Ginevra. E che, quando sarà completato nel 2025, userà il principio della fusione nucleare, lo stesso che tiene accese le stelle, per generare energia.

DAI TEMPI DI GORBACIOV. Quello di Iter è un sogno ambizioso, perché mantenere un plasma (gas caldissimo ed elettricamente conduttore) a una temperatura 10 volte quella del centro del Sole - quella necessaria al suo funzionamento - è un'impresa tutt'altro che semplice. L'uomo ci prova dagli Anni '60, quando ha cominciato a costruire i primi tokamak, grandi esperimenti a forma di ciambella (v. immagini in queste pagine). Sull'onda del disgelo fra le superpotenze, furono Mikhail Gorbaciov e Ronald Reagan a firmare a Ginevra, nel 1985, il primo accordo internazionale per la costruzione di un esperimento che dimostrasse la fattibilità della fusione. Ci sono voluti poi altri vent'anni perché quell'intuizione divenisse realtà, con l'accordo del 2006 siglato tra Unione Europea, Cina, ▶

150 MILIONI DI GRADI.

Nel montaggio, il Sole all'interno di un reattore per la fusione nucleare.

Qui si possono raggiungere temperature di 150 milioni di gradi.

Narquo Mula

Con il litio che c'è in un laptop e una vasca d'acqua si potrebbe produrre l'energia di 40 tonnellate di carbone

Corea, Giappone, India, Russia e Usa per la costruzione di Iter.

Adesso i lavori hanno preso il via a Cadarache, nel Sud della Francia, e per ora occorre fantasia per immaginare il colpo d'occhio che il reattore offrirà nel 2025, quando sarà alto come un palazzo di dieci piani e peserà come tre torri Eiffel. Alla fine sarà costato circa 20 miliardi di euro: il prezzo che i 7 partner, in cui vive l'80% della popolazione mondiale, sono disposti a pagare per trovare una soluzione sostenibile ai loro bisogni energetici. Un prezzo tutto sommato modesto, se si considera che corrisponde a mezza giornata di bolletta energetica mondiale e che l'Italia da sola investe circa 13 miliardi l'anno in sussidi alle rinnovabili.

DUE PRINCIPI DIVERSI. Senza contare che produrre energia elettrica dalla fusione nucleare non genera gas serra e non inquina, non origina scorie radioattive di lunga durata, è sicuro e si può

CIAMBELLA METALLICA. L'interno di Jet, in Gran Bretagna, un reattore di tipo tokamak, cioè a ciambella. Come quello, in costruzione, di Iter.

fare ovunque. Al contrario della fissione, che agisce su nuclei pesanti (di uranio) rompendoli e dando origine a scorie che rimangono radioattive per migliaia di anni, la fusione unisce i nuclei di due elementi leggeri - deuterio e trizio, due isotopi dell'idrogeno, cioè due atomi simili da un punto di vista chimico ma con una struttura interna leggermente diversa - originando un atomo di innocuo elio e un neutrone. Da risolvere rimangono però alcuni problemi scientifici e tecnologici estremamente complessi.

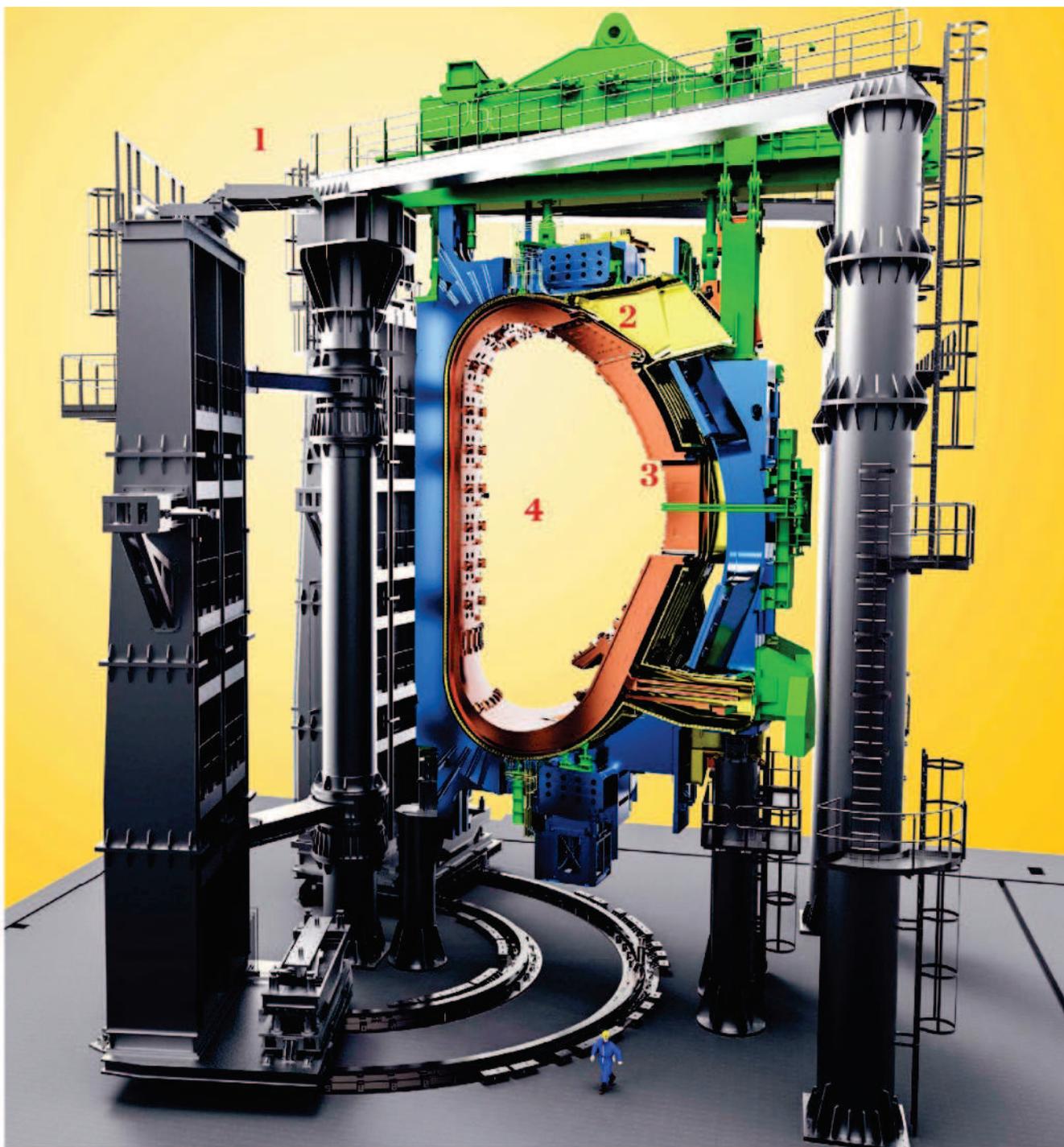
IL POTENZIALE DELL'ACQUA. Tanto per cominciare, occorre procurarsi deuterio e trizio, ma questa è la parte semplice: il primo si estrae facilmente dall'acqua (ogni litro ne contiene qualche decina di milligrammi), mentre il secondo si ottiene bombardando il litio, un elemento chimico contenuto tra l'altro nelle moderne batterie, con neutroni. Alla fine, il litio che c'è nella batteria di un laptop, insieme a una vasca da bagno d'acqua, potrebbe produrre in un reattore a fusione la stessa energia elettrica che si ottiene bruciando 40 tonnellate di carbone.

Più complicata è la fase successiva: riscaldare deuterio e trizio per portarli allo stato di plasma, a una temperatura di 150 milioni di gradi. Per misurare una temperatura del genere, un termometro a mercurio dovrebbe essere lungo 400 km!

SCATOLA IMPOSSIBILE. Il riscaldamento avviene con un mix di onde elettromagnetiche, la cui potenza equivale a quella di 24 mila forni a microonde, oppure tramite un'iniezione di energia effettuata grazie a potenti acceleratori, che sparano nel plasma particelle molto energetiche. L'Italia è all'avanguardia in questi studi: all'Enea di Frascati e al Cnr di Milano si studiano i sistemi di riscaldamento a onde, mentre a Padova, al Consorzio Rfx, è in costruzione il prototipo dell'acceleratore che riscalderà il plasma di Iter, la Neutral Beam Test Facility. Le sfide, però, non sono finite qui. Qualunque cosa, in un tokamak di queste dimensioni e composto da oltre un milione di parti fabbricate in quattro continenti, è com- ▶

1 GRAMMO
 Il deuterio necessario a produrre un'energia equivalente a 8 tonnellate di petrolio. Si ricava dall'acqua.





Anatomia di un gigante

PIÙ ALTO DEL COLOSSEO. Nell'illustrazione, una porzione della camera a vuoto di Iter (1) durante la costruzione. Si notano: lo spazio (2) per il passaggio dei cavi superconduttori che dovranno generare il campo magnetico necessario al controllo della fusione e (3) la cavità in cui avverrà l'iniezione del plasma. Una volta completato l'assemblaggio, la struttura avrà la forma di una ciambella metallica (come quella nella foto a sinistra), al cui interno (4) il plasma sarà imbrigliato da un campo magnetico oltre 200mila volte più intenso di quello terrestre. Alla fine, tutto sarà avvolto da un criostato (5): un guscio cilindrico necessario ad abbassare la temperatura dei cavi superconduttori. Il reattore sarà alto 60 metri (più 13 sotto terra), cioè più del Colosseo.





978
 milioni di euro, le
 commesse delle aziende
 italiane per la
 costruzione del reattore.

**SUPER BOBINE
 MADE IN ITALY.**
 Produzione delle
 bobine per Iter
 nello stabilimento
 di La Spezia
 dell'azienda Asg
 Superconductors.

Marco Malin

Per misurare la temperatura nel cuore del reattore ci vorrebbe un termometro a mercurio lungo 400 chilometri

plicata. Nessun materiale può contenere un gas che bruci a una temperatura pari a 10 volte quella del centro del Sole. Ma la "scatola" si può costruire con un campo magnetico, un contenitore immateriale prodotto da bobine che funzionano come gigantesche calamite.

COME UNA FERRARI. Per costruire le bobine, ci vorranno circa 100 km di cavi superconduttori (v. foto sopra). Il campo magnetico che genereranno per imbrigliare il plasma, poi, deve essere controllato con precisione. «Come in una Formula 1 o in un aeroplano, prestazioni elevate richiedono un sistema di controllo in grado di rilevare e correggere

minimi scostamenti dalle condizioni ottimali», dice Piero Martin, fisico dell'Università di Padova e responsabile di una task force sulla fusione del Consorzio Europeo Eurofusion, alla quale partecipano oltre 500 ricercatori. «In Italia siamo leader in questo settore, anche grazie ai risultati dell'esperimento Rfx di Padova, che dispone di uno dei sistemi di controllo più avanzati. Affinché Iter funzioni al meglio, bisogna che il suo campo magnetico rimanga il più vicino possibile alla forma che vogliamo dargli, senza imperfezioni o instabilità, che vanno eliminate in tempo reale. Significa intervenire in pochi millesimi di secondo su un plasma a decine di milioni di gradi».

Nell'insieme, la fusione è una sfida tecnologica che lascia senza fiato; tra l'altro con grandi vantaggi in termini di sicurezza e sostenibilità ambientale (v. anche riquadro sotto). A differenza della fissione, non può mai sfuggire di mano per una reazione a catena, perché la quantità di

combustibile presente in ogni momento nel reattore è minima, e qualsiasi piccola deviazione dalle condizioni ottimali porta allo spegnimento. Un po' come accade se un accendino acceso ci cade di mano: si spegne da solo prima di finire per terra.

NELLA RETE ELETTRICA. Iter, però, non sarà la soluzione ultima del problema. Il suo scopo è solo quello di aprire la strada, cioè di dimostrare con i fatti che è possibile moltiplicare per 10 l'energia necessaria al suo funzionamento, producendo una potenza di 500 megawatt per alcune decine di minuti. Se fosse energia elettrica, basterebbe ad alimentare una città di medie dimensioni. Ma Iter produrrà solo energia termica, cioè calore.

Una vera centrale dovrà funzionare in modo continuativo e dovrà essere collegata alla linea elettrica. Per questo sono allo studio nuovi progetti, come "Demo" e "Dtt", quest'ultimo di ideazione italiana. Un esempio delle nuove sfide che si dovranno affrontare? «Nella camera da vuoto di una futura centrale a fusione il plasma genererà una potenza pari a quella emessa quando uno shuttle decolla, per di più per un tempo indefinito», dice Aldo Pizzuto, direttore del Dipartimento fusione e tecnologie per la sicurezza nucleare dell'Enea. «Bisognerà quindi ideare sistemi che aiutino il reattore a resistere a questa potenza». Solo allora potremo dire di avere davvero imbrigliato il Sole in una stanza. **F**

Alessandra Viola

Radioattivo sì, ma non troppo

MEGLIO DELL'URANIO. Il processo di fusione nucleare, a differenza di quello di fissione, non dà luogo alla produzione di scorie radioattive di lunga durata: i prodotti delle sue reazioni sono infatti solo elio e neutroni, che non sono radioattivi. A esserlo è il trizio, che fa parte del "combustibile", ma la sua radioattività decade rapidamente (12,6 anni). Questo elemento, inoltre, viene prodotto e usato solo all'interno del reattore. Durante il funzionamento, infine, alcune parti (soggette a bombardamento di neutroni) diventeranno radioattive, ma lo resteranno per un tempo breve: un centinaio di anni, molto meno delle decine di migliaia delle scorie degli impianti tradizionali a fissione.