

DAI DISCENDENTI DI PROMETEO AI QUARKS

di ENRICO ARIMANNI

Il riferimento al mito di Prometeo è ormai un luogo comune quando si affronta, non in chiave tecnica, il tema della fusione nucleare.

Come il mitico eroe riuscì a strappare agli dei il segreto del fuoco, oggi la scienza tenta di riprodurre artificialmente l'energia così come essa viene prodotta dal sole.

Oltre a ciò, sempre parlando in termini "profani", la fusione è considerata il nucleare "buono", contrapposto a quello "cattivo" rappresentato dai reattori a fissione legati ormai indissolubilmente, nell'immaginario collettivo, all'esplosione atomica ed al dramma di Chernobyl.

Da decenni, in tutto il mondo industrializzato, si compiono enormi sforzi per riuscire a costruire un reattore a fusione in grado di produrre energia economicamente sfruttabile. In questa corsa l'Europa è certamente all'avanguardia. La Cee infatti, tramite la Direzione Generale XII della Commissione, ha avviato ormai da anni il programma fusione, per coordinare le ricerche degli enti dei paesi membri, più quelli di Svizzera e Svezia. Questo sforzo fino ad oggi ha prodotto il primo reattore chiamato JET (Joint European Torus), che ha sede in Inghilterra ed è operativo dall'83. È ormai già cro-

naca del passato. Siamo infatti prossimi al passo successivo del progetto, quello denominato NET (Next European Torus). Il cervello del Net ha sede presso il Max Plank Institut, nelle vicinanze di Monaco di Baviera. Qui circa un centinaio di ricercatori provenienti da tutta Europa è impegnato nella corsa per raggiungere l'obiettivo della costruzione di un prototipo di reattore per la fusione utilizzando magneti superconduttori per il confinamento del plasma (miscela di gas).

È uno di questi ricercatori, Ettore Salpietro, che ci accoglie al nostro arrivo e ci dà le prime informazioni nel suo studio nel quale campeggia una enorme lavagna fitta di formule. Il Net è ancora tutto nelle formule scritte, nei computers, se non addirittura nelle menti dei ricercatori.

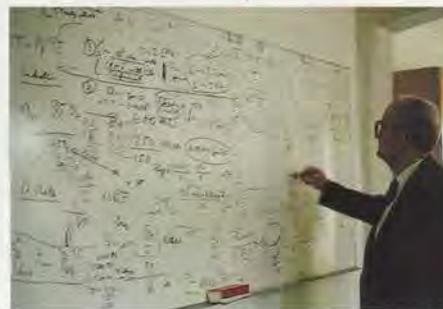
Dal punto di vista teorico la fusione nucleare non ha più segreti. Il problema è ora nella tecnologia per realizzarla, tecnologia che richiede enormi sforzi, anche economici, per i quali è indispensabile l'apporto del maggior numero di paesi possibile. Un'altra caratteristica del progetto per la fusione è infatti quella di aver messo insieme ricercatori di diverse nazionalità. Nello stesso luogo dove ha sede il Net c'è anche un altro nucleo di ricerca per un progetto complementare,



Foto in alto: l'ingresso della sede del progetto NET, nelle vicinanze di Monaco di Baviera.

Foto al centro: il Prof. Romano Toschi, direttore nel NET.

Foto in basso: uno degli edifici del Max Plank Institute che ospita il progetto NET.



DAI DISCENDENTI DI PROMETEO AI QUARKS

denominato ITER, che accoglie, oltre agli europei, anche studiosi americani, giapponesi e sovietici e questo già da prima del crollo della cortina di ferro.

Salpietro ci fa un po' la storia del cammino del progetto. Il Jet in funzione in Inghilterra è un reattore di tipo Tokamak a confinamento magnetico del plasma. Non utilizza superconduttori, al contrario di quanto previsto per il Net; il suo obiettivo è quello di riuscire a produrre, per un periodo di tempo molto breve, tanta energia quanto quella che viene immessa per farlo funzionare.

Il Net si pone, invece, traguardi più ambiziosi. Sono stati anche dati i tempi indicativi: entro il 1995 deve entrare in funzione il prototipo del reattore in grado, grazie ai magneti superconduttori che permettono il raggiungimento di elevatissimi campi magnetici, di confinare il plasma, ottenendo energia pari a circa 1000 Megawatt per alcuni minuti.

A questo punto dovrebbe partire un programma di ricerca, della durata di 10-15 anni, per la raccolta di dati, in modo da giungere, intorno al 2020, ad un reattore di dimostrazione, in grado di produrre energia elettrica, anche se non ancora economicamente sfruttabile. Per avere quest'ultimo risultato, un reattore "commerciale", bisognerà attendere, secondo le stime dei ricercatori del Net, l'anno 2030. Solo allora la fusione sarà economicamente competitiva con la fissione, tenendo anche conto degli altissimi costi che questa deve sostenere sul piano della sicurezza.

Quanto costa però il progetto Net? Intorno ai 5.000 miliardi. "Quanti ne sono stati spesi per la mai terminata centrale di Montalto di Castro". È il direttore del progetto, Romano Toschi, a fare questa affermazione. Un personaggio che emana una grande determinazione, mitigata da un pizzico di ironia. Non è contento dell'impegno che l'Europa dedica al progetto. "La Cee dovrebbe inserirci fra le sue priorità, darci scadenze precise per presentare nuovi risultati, invece ci scontriamo con una sostanziale freddezza".

È questo atteggiamento a costringere degli scienziati, quali sono i responsabili del Net, a trasformarsi in negoziatori impe-

gnati in estenuanti trattative per strappare un po' di considerazione e di finanziamenti da parte delle burocrazie comunitarie. Non deve essere un mestiere facile se si tiene conto degli atteggiamenti dei principali paesi europei. La Gran Bretagna crede poco alla fusione, la Francia ha dato la priorità allo sviluppo di reattori a fissione più avanzati, restano l'Italia e la Germania a sostenere con maggior convinzione il programma.

Eppure dal punto di vista anche tecnologico sono stati fatti passi da gigante. Il Jet in Inghilterra ha già raggiunto risultati 300 volte superiori a quelli della sua entrata in funzione nel 1983, anche se corrispondono ancora ad un quinto della potenza necessaria all'autosostentamento della combustione. Sono questi risultati a spingere il team del Net a continuare, visto che, nel frattempo, sono venute alla ribalta nuove tecnologie che permettono lo sviluppo di potenze maggiori. Fra queste, fondamentale è la superconduttività. Il reattore del Net funzionerà infatti con dei magneti superconduttori che permettono prestazioni superiori a quelli tradizionali, con un maggior risparmio energetico e la possibilità di agire con macchine di dimensioni più limitate.

A questo stadio del programma il Net è nella fase di test dei superconduttori ed ha commissionato la realizzazione delle bobine di prova alle industrie europee all'avanguardia in questo settore: l'Abb e l'Europa Metalli-Lmi che, presso il proprio Centro Ricerche, ha approntato e già consegnato le bobine sperimentali. Romano Toschi mette un accento particolare sulla cooperazione con le industrie per le grandi opportunità di ricadute tecnologiche che il progetto può dare in vari settori produttivi.

Mentre osserviamo il modello in scala del Net, Toschi e Salpietro ci illustrano in termini semplici cos'è la fusione. È una combustione che si innesca in una miscela (plasma) di gas molto leggeri (deuterio e trizio) riscaldata a cento milioni di gradi. Ogni grammo di tale miscela può liberare una energia equivalente a quella prodotta da 10 tonnellate di carbone. Il combustibile per la fusione è composto da 16 litri di acqua e 10 grammi di litio per ogni grammo di miscela. Questi dati,



Foto in alto: il Prof. Ettore Salpietro, ricercatore del progetto NET.

Foto in basso: schemi del reattore prototipo.

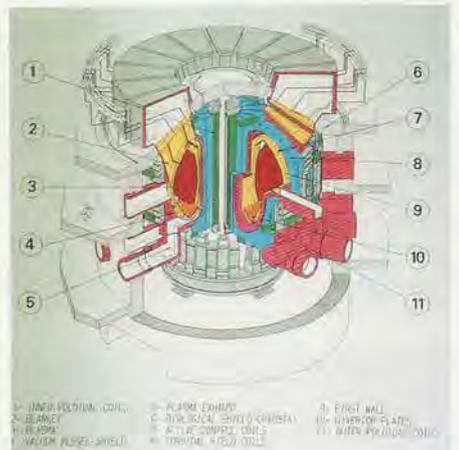
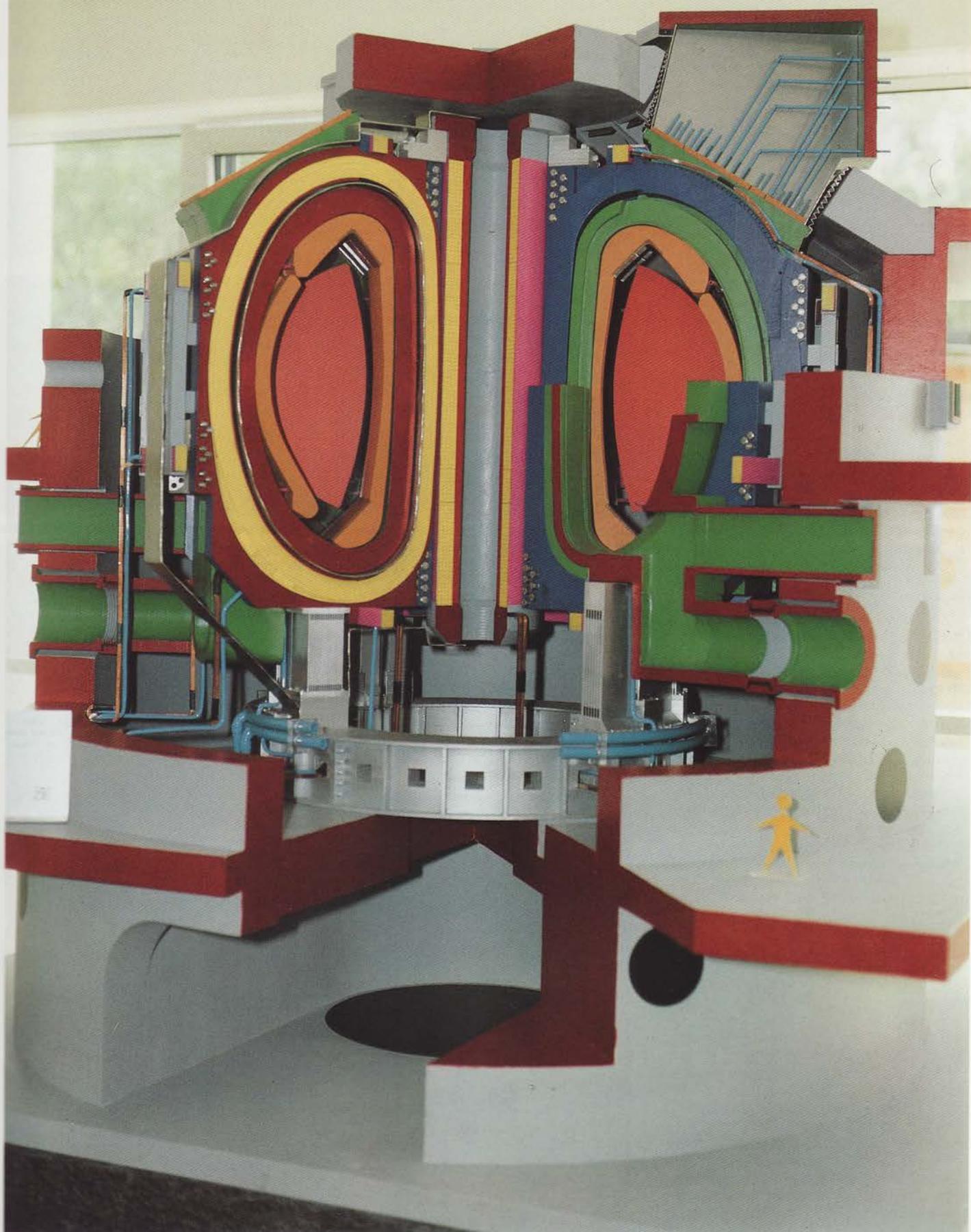


Foto pag. 21: modello in scala del reattore prototipo.

DAI DISCENDENTI
DI PROMETEO
AI QUARKS



DAI DISCENDENTI DI PROMETEO AI QUARKS

a prima vista poco significativi per i profani, danno in realtà la misura di quanto "fantastiche" siano le potenzialità di questa nuova fonte di energia: materie prime praticamente inesauribili, processo produttivo non inquinante, standards di sicurezza vicini al 100%.

È ovvio che la fase di sperimentazione richiede un impiego di grandi capitali, impensabili per un singolo paese. Lo sforzo va perseguito dunque da una collaborazione su scala internazionale, nemmeno limitato all'Europa ma, come è nelle intenzioni del programma Iter, coinvolgendo tutti i paesi tecnologicamente più sviluppati.

È con un certo orgoglio che noi di SMI REVIEW ci congediamo da Romano Toschi e Ettore Salpietro, consapevoli di essere, come gruppo, una componente importante per il successo di questa sfida. Come ci è stato detto, infatti, i superconduttori sono essenziali allo sviluppo del reattore a fusione. È un'ulteriore conferma del ruolo centrale che il metallo più antico del mondo, il rame, continua a svolgere nel cammino tecnologico dell'umanità. Lungi dall'essere relegato nelle tradizionali applicazioni, da solo, tramite le sue leghe o insieme ad altri metalli, riesce sempre a stupirci per la sua versatilità.

Usiamo dunque i superconduttori come nostra guida per continuare questo viaggio ai limiti della scienza e della tecnologia e ci trasferiamo dalla Baviera ad Amburgo, percorrendo da Sud a Nord tutta la Germania.

È qui, nell'antica terra dei Frisoni, che visitiamo il laboratorio DESY (Deutsches Elektronen Synchrotron) presso cui è stato costruito HERA (Hadron Electron Ring Anlage), un anello di accelerazione di particelle per lo studio delle più piccole componenti del microcosmo.

Il dott. Wolff, uno dei massimi dirigenti del progetto, ci fa da guida con cortesia e pazienza in questa visita.

Cerchiamo di capire cos'è Hera: è un anello sotterraneo di 6 chilometri di circonferenza, per l'accelerazione di protoni ed elettroni e che ha come finalità lo studio delle più elementari particelle che compongono la materia per poter giungere alla costruzione di una teoria unita-

ria sulle leggi della natura e sulle forze che la regolano. Ci viene immediato il confronto con la precedente visita al Net. Là c'è un progetto ancora in nuce dal punto di vista tecnologico, ma con un obiettivo ben concreto per quanto ambizioso: l'ottenimento di energia pulita, a basso costo, da fonti praticamente inesauribili. Con Hera, invece, vediamo tecnologie avveniristiche e costosissime al servizio di un obiettivo che ha quasi del trascendente: scoprire e capire le più intime leggi della natura, dalla formazione dell'universo al suo destino finale. È un campo dove i confini della ricerca scientifica si confondono con la filosofia.

Wolff sorride mentre facciamo queste considerazioni un po' troppo idealistiche e ci riporta subito con i piedi per terra, facendoci osservare che esiste anche un aspetto collaterale di questi studi. Essi infatti comportano una ricaduta di know-how tecnologico e scientifico che è fondamentale per il futuro dell'Europa, in quanto sarà proprio questo tipo di know-how una delle voci principali dell'export europeo del domani.

Fra le ricadute tecnologiche che il progetto potrà avere in moltissimi settori di



Foto in alto e al centro: il Dott. Siegfried Wolff dirigente del progetto HERA.

Foto in basso: Amburgo, l'ingresso della sede del progetto HERA.

Foto a pag. 23: i dipoli superconduttori in fase di verifica.



applicazione, primo fra tutti è quello della superconduttività. Hera è infatti il primo anello di accelerazione di particelle che utilizza magneti superconduttori prodotti dall'industria manifatturiera e non da laboratori di ricerca sperimentale. Nel caso in questione la metà dei dipoli che formano l'anello sono stati costruiti dalla società Abb, l'altra metà dalla cooperazione di tre aziende italiane: Europa Metalli-Lmi (che ha fornito 500 Km. di cavo superconduttore in Niobio/Titanio), Ansaldo (che ha costruito i magneti) e Zanon (che ha costruito i contenitori criostatici).



DAI DISCENDENTI DI PROMETEO AI QUARKS



Foto a sinistra: particolare del collegamento tra due dipoli.

Foto sopra: parte dell'anello di HERA in allestimento.

Foto in basso: parte dell'anello di HERA già completo e sala di controllo.

Cerchiamo di comprendere come funziona Hera. Gli elettroni ed i protoni circolano in opposte direzioni ad una velocità prossima a quella della luce, guidati sotto vuoto da un campo magnetico (che per i protoni, è creato dai dipoli superconduttori che agiscono alla temperatura dell'elio liquido, -269°C) in due "anelli di accumulazione" costruiti uno sull'altro in un tunnel posto a circa 20 metri sotto terra. I due anelli si incrociano in corrispondenza dei quattro punti cardinali, dove i protoni e gli elettroni vengono a collisione, permettendo di realizzare gli esperimenti. Lo studio di quanto avviene in queste collisioni darà modo di ottenere informazioni sui più piccoli componenti della materia, fino a dimensioni infinitesimali. In pratica si può paragonare ad un super microscopio elettronico in grado di mostrare strutture pari ad un milionesimo della circonferenza di un atomo di idrogeno.

In particolare Hera studierà i Quarks, particelle elementari che compongono il protone. Sono questi dunque gli ultimi, indivisibili, elementari costituenti della materia? È una delle domande alle quali il progetto cercherà di dare una risposta. Mentre percorriamo a piedi un quarto della circonferenza del tunnel e sopra le nostre teste galoppo i cavalli in un ippodromo, ci scopriamo a pensare con timore all'eventualità che la risposta di Hera sia: sì i quarks sono le particelle "ultime" della materia.

La fiducia che la natura avrà sempre nuove sfide e nuovi misteri da proporci ci conforta nel prosieguo della visita.

Risaliti alla luce, torniamo nell'ufficio di Wolff che ci illustra altri aspetti sia del laboratorio Desy che dello stesso progetto Hera.

Al Desy lavorano circa 1.200 persone alle quali bisogna aggiungere 500 ricercatori provenienti da tutto il mondo. Per Hera in particolare operano in 200, senza contare coloro che intervengono su esperimenti specifici, il cui numero è indefinito. L'impegno italiano è notevole, attraverso l'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare che è uno dei promotori del progetto Hera e che vanta una grande tradizione nel campo della fisica delle particelle.

Anche in questo progetto, come per il

Net, la cooperazione internazionale è fondamentale; per le stanze ed i corridoi del laboratorio si respira un'affascinante aria cosmopolita, favorita dal fatto che le domande alle quali si cerca di dare una risposta con queste ricerche sono le stesse che da sempre gli uomini si pongono, a qualunque latitudine essi si trovano.

Europei, americani, giapponesi, al Desy concorrono tutti, con le rispettive esperienze, a compiere per l'ennesima volta il peccato originale, a staccare nuovi frutti dall'albero della conoscenza.

Ci siamo di nuovo lasciati un po' prendere da reminiscenze letterarie, ma crediamo sia una reazione naturale di fronte a concetti e macchinari che poco o nulla

hanno a che fare con le nostre esperienze quotidiane.

Durante il viaggio di ritorno scorriamo gli appunti di queste due visite e ci meravigliamo ancora una volta delle capacità e delle intelligenze messe in campo per i progetti che abbiamo cercato di raccontare.

Anche Europa Metall-Lmi è una protagonista di queste sfide, come d'altronde è giusto e naturale per il gruppo ormai leader mondiale nel proprio settore e che ha da sempre posto l'innovazione tecnologica e la ricerca alla testa delle proprie strategie di sviluppo.

Enrico Arimanni

