

# Cern

## La città sotterranea delle meraviglie

di **LUCA SCIORTINO**

foto di **STEFANO DAL POZZOLO**

**S**egnatevi questo indirizzo: European organization for nuclear research, Cern Ch-1211 Genève 23. Potrebbe servirvi qualora un giorno, insoddisfatti della vostra routine sempre uguale, decideste di vivere una giornata di quelle che non si dimenticano. Cosa c'è lì di così sorprendente? La possibilità di svolgere una serie di attività fuori dal comune: innanzitutto vedere un'immensa concentrazione della più avanzata tecnologia del mondo, ma anche intravederne le ricadute future nella vita quotidiana e perfino scorgere le tracce dei costituenti della materia nei monitor di qualche computer. Di affascinante c'è poi il fatto che a fare da sfondo sono le antiche domande sull'universo: di cosa è fatto? Come mai è divenuto quello che è?

In questo periodo il Cern è ancora più eccitante: sta per iniziare l'esperimento del secolo, quello che i fisici preparano da più di 15 anni e che aprirà territori inesplorati di materia, spazio e tempo, mettendo alla prova le teorie della fisica moderna.

Se volete saperne di più ma non avete il tempo di andare, leggete quanto sotto, ovvero il racconto di una giornata tipo al Cern. Che comincia quando, attraversato in auto il traforo del Monte Bianco e percorso un centinaio di chilometri, ci si ritrova tra le montagne del Giura francese e

il lago di Ginevra, su una strada fiancheggiata da prati e mucche al pascolo. La bellezza della natura è già un buon motivo per incantare il visitatore, ma c'è qualcosa in più che aggiunge un alone di magia: un centinaio di metri sottoterra passa l'Lhc (Large hadronic collider), l'acceleratore più potente del mondo, un tunnel di 27 km di circonferenza in cui a partire dai prossimi mesi avverranno collisioni tra due fasci di protoni o ioni di piombo alle energie più alte mai raggiunte.

Le particelle prodotte verranno analizzate da quattro rivelatori: Alice, Atlas, Csm e Lhcb, ognuno con compiti e caratteristiche specifici.

Al Cern si entra sapendo già, più o meno, tutto questo. Solo che non si ha la minima idea di cosa ci sia davvero dentro. L'incredibile non sta in superficie. Appena entrati, ci si deve accontentare di piccole differenze tra i due mondi: le vie delle strade hanno nomi di fisici, via Einstein, via Pauli, via Weiskopf; le auto parcheggiate hanno targhe di colore verde; qua e là, in un singolare museo all'aperto, giacciono residui di vecchi apparati sperimentali, prova di una storia breve ma intensa.

Il momento di scendere nel tunnel >

L'imponente mole del rivelatore Cms, diviso in sezioni pesanti da 200 a 2 mila tonnellate.

**FUTURO**

A 100 m di profondità, nel più grande laboratorio al mondo di fisica, sta per partire l'esperimento del secolo: far scontrare fasci di particelle a un'energia mai finora raggiunta. Obiettivi? Cercare la «particella di Dio», e ricreare i primi istanti dell'universo. Panorama è entrato in questo mondo, dove tutto è possibile.

### LE CIFRE

Il Cern ([www.cern.ch](http://www.cern.ch)) è un enorme tunnel, 100 metri sottoterra, lungo 27 km.

### CHE COSA SUCCEDERÀ

Nei quattro enormi rivelatori di particelle gli scienziati faranno scontrare fasci di protoni, contenenti 3 mila pacchetti di particelle accelerati a un'energia di 7 TeV: quella di un treno che viaggia a 150 km orari.

### I PROTAGONISTI

L'esperimento principale inizierà quest'estate nei rivelatori Atlas e Cms.



> non arriva subito. Ci si siede in un'aula e i fisici Ettore Focardi e Guido Tonelli, rispettivamente dell'Università di Firenze e dell'Infn di Pisa, riassumono i problemi ancora aperti della fisica moderna per spiegare come mai gli scienziati facciano scontrare protoni a queste energie.

Le ragioni sono tante. La prima è che possediamo una teoria (Modello standard) delle particelle elementari e di tre delle forze fondamentali note (interazioni forti, deboli ed elettromagnetiche) che, sebbene abbia avuto successo, non è completa. Manca la prova che il meccanismo con cui la massa presente nell'universo viene generata è proprio quello previsto dalla teoria. Prova che equivale all'esistenza della cosiddetta particella di Dio, il quanto del campo di Higgs che permea l'universo e fornisce la massa a tutte le particelle. Il valore previsto per la sua massa è tale da richiedere energie finora mai raggiunte, ma alla portata dell'anello Lhc. Chissà che non sia la volta buona per rivelarla.

La seconda sfida è andare oltre il Modello standard e cercare tracce di una forma di materia, detta supersimmetrica, in cui le particelle hanno stessa carica di quelle note ma «spin» (rotazione) diverso e masse enormi. L'Lhc potrebbe produrre la particella supersimmetrica neutra più leggera, sorgente della materia oscura che tiene uniti gli ammassi di galassie.

I ricercatori del Cern hanno un ulteriore obiettivo: indagare sull'esistenza di altre dimensioni in aggiunta a quelle che noi percepiamo e che sono previste dalla teoria delle stringhe. In particolare, l'Lhc potrebbe mettere alla prova l'intuizione che la gravità è così debole rispetto alle altre forze perché ne percepiamo solo una proiezione in 4 dimensioni; in realtà l'universo e le sue forze esisterebbero in 10 o 12 dimensioni.

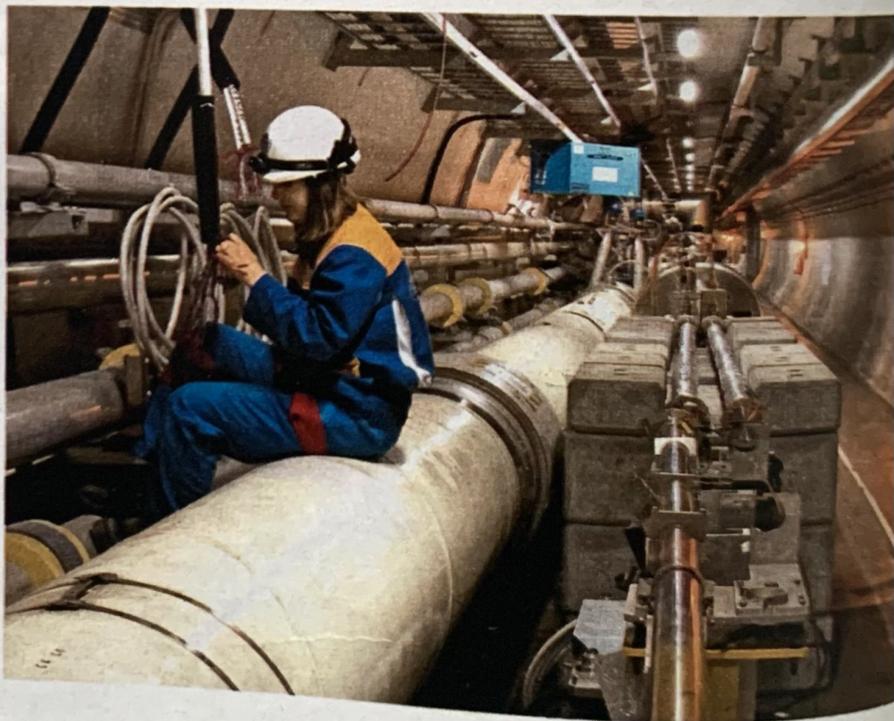
Anche se questi obiettivi non verranno raggiunti, si otterranno molti vantaggi pratici. Alcune delle idee usate per costruire l'Lhc sono già state applicate nelle cure mediche. Non solo, così come il Web è stato inventato al Cern e si è poi diffuso nel mondo, lo stesso accadrà per la nuova tecnologia di reti ideata nel centro di Ginevra, la griglia di calcolo (Grid) che collega migliaia di computer della Terra per aumentare la potenza di analisi negli esperimenti.

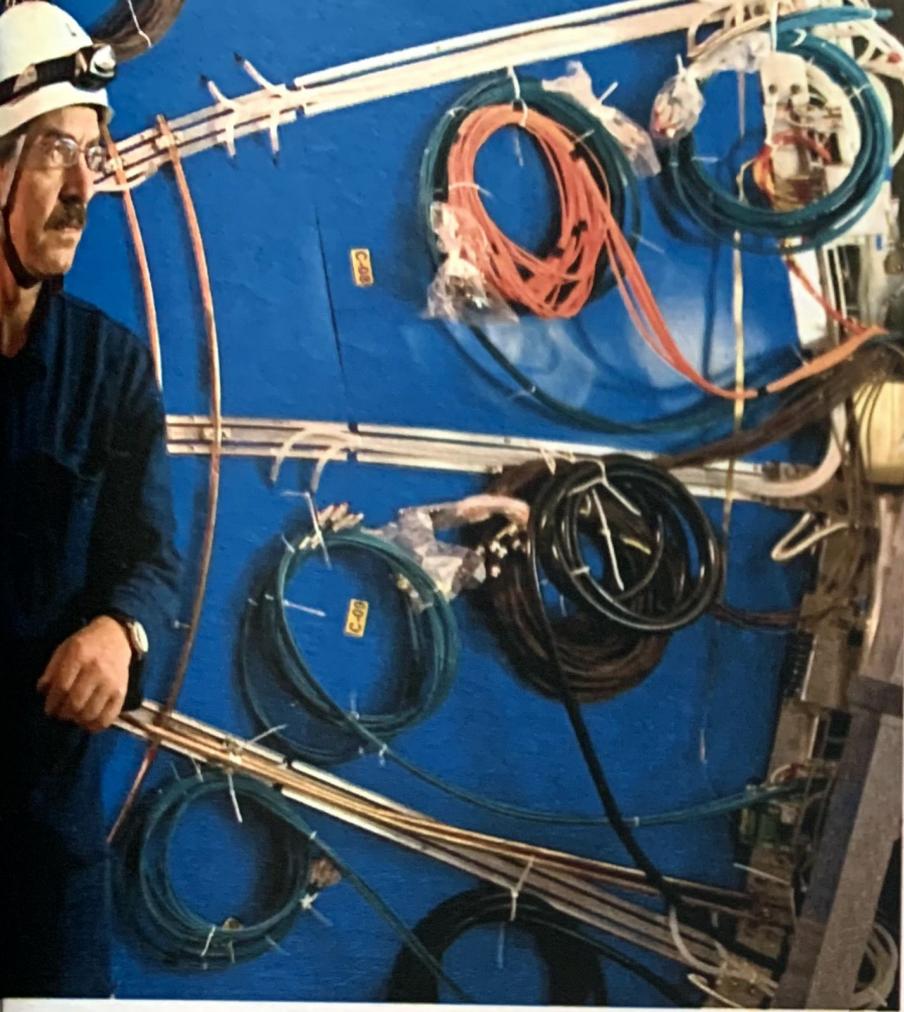
Con queste nozioni in mente il visitatore è pronto per vedere il primo rivelatore, il Cms. Date le dimensioni, ci si deve spo-

stare di qualche chilometro fino a raggiungere il paese di Cessy, in Francia, arrivare al capannone principale del complesso, indossare un casco e poi entrare nell'ascensore. Non è proprio come in quelli che si prendono in città: gli scambi di battute sono in quattro o cinque lingue diverse e si aspetta un tempo decisamente lungo per arrivare a oltre 100 metri di profondità.

Bisogna poi attraversare alcuni corridoi

per vedere l'imponente mole del rivelatore, uno degli strumenti più complessi mai costruiti: 12 mila 500 tonnellate di peso, 21 metri di lunghezza, 15 di diametro e 100 milioni di elementi attivi, ognuno dei quali ricerca segnali di nuove particelle al ritmo di 40 milioni di volte al secondo. Nonostante questa complessità, i principi base che permettono di scoprire nuove particelle sono abbastanza semplici:





Il cuore del rivelatore Alice. In basso, il tunnel dove circola il fascio.

lo standard, inclusa la scoperta del tassello mancante, la particella di Higgs, ma anche per rispondere a domande generate dalla teoria delle stringhe. In particolare, se è vero che l'universo contiene altre dimensioni, l'Lhc potrebbe produrre microscopici buchi neri che decadrebbero immediatamente, emettendo particelle rivelabili dall'Atlas.

Guardandolo di fronte, questo enorme rivelatore appare costituito da una serie di cilindri concentrici attorno al tubo dove circolano e si scontrano i fasci di protoni dell'Lhc. Leonardo Rossi, fisico genovese dell'Infn, spiega che è formato da quattro parti: il rivelatore interno, i calorimetri, gli spettrometri muonici e il sistema di magneti. Il rivelatore interno misura le tracce delle particelle cariche appena emergono dalle collisioni, i calorimetri quantificano l'energia di quelle meno penetranti e lo spettrometro muonico identifica l'energia dei muoni.

Quando ci si sposta dall'Atlas per andare a visitare il rivelatore Alice e si ascolta il fisico Vito Manzari, dell'Infn di Bari, è come se si facesse un viaggio a ritroso nel tempo. Lo scopo di questo esperimento infatti è ricreare lo stato della materia come era 10 alla meno 23 secondi dopo il Big bang, quando il cosmo era una sorta di zuppa di quark e gluoni «Per raggiungere l'obiettivo non bastano semplici urti di protoni, abbiamo bisogno di una maggiore quantità di energia concentrata in ciascuna collisione» dice Manzari. «Facendo scontrare nuclei di piombo che contengono 208 nucleoni, l'energia totale sarà pari a circa 10 mila TeV e in queste condizioni la temperatura della sfera di fuoco che si forma è così elevata da permettere la transizione di fase al plasma di quark e gluoni dei primi istanti di vita del cosmo».

Il plasma dura solo un istante infinitesimale, poi comincia a raffreddarsi e a espandersi, come avviene per le stelle e le galassie, dando luogo alla transizione inversa da cui si originano protoni, neutroni e altre particelle. Questo è quanto ci si aspetta, ma non è detto che non ci siano sorprese. Sicuramente nuove domande e nuovi problemi sorgeranno. Il viaggio al Cern è anche questo: capire che tutti gli sforzi non sono mai abbastanza. ●

<http://blog.panorama.it/hitechscienza>

l'energia e la quantità di moto totali delle particelle dopo l'urto devono essere uguali ai rispettivi valori prima dell'urto. Quindi, misurate energia e quantità di moto delle particelle note, quelle di una eventuale particella sconosciuta si ricavano per differenza, risalendo poi alla sua massa.

Alcuni fra gli oggetti più complessi del Cms sono stati costruiti dagli italiani coordinati dall'Istituto nazionale di fisica nucleare: i rivelatori per muoni, il magnete superconduttore, il calorimetro elettromagnetico e il tracciante al silicio. Quest'ultimo ricostruirà con altissima precisione le centinaia di tracce prodotte nelle collisioni e misurerà l'impulso delle particelle cariche, individuando anche l'esatta posizione in cui quelle instabili si disintegrano.

L'investimento necessario per l'infrastruttura e la sua strumentazione ha pure contribuito alla formazione di personale in attività ad alto contenuto tecnologico e ha intensificato l'interazione con piccole imprese locali italiane.

Nulla al Cern è semplice. Fare in modo che i due fasci collidano è un'impresa non da poco. Francesco Bertinelli, un ingegnere meccanico dell'Lhc, spiega che i fasci vengono guidati da 1.800 magneti superconduttori. Il loro cuore è costituito da bobine in niobio-titanio, ma-

teriale che per diventare superconduttore ha bisogno di una temperatura di meno 271 gradi Celsius. Per raggiungerla sono necessarie in tutta la lunghezza del tunnel 120 tonnellate di elio liquido che circola intorno alle bobine.

Si resta ancora più impressionati dall'Atlas: 46 metri di lunghezza, 25 metri di diametro e circa 7 mila tonnellate di peso.

L'intero progetto vede 2 mila scienziati lavorare per ottenere conferme del Model-

#### FORZA LAVORO

Al Cern lavorano 7 mila ricercatori di 80 nazioni.

#### STRUTTURE

Parte delle tecnologie del rivelatore Cms (profili di alluminio di supporto) è della Bosch Rexroth.

#### L'ITALIA

Le imprese italiane che hanno contribuito sono tante: i 100 km di cavo speciale sono di Novacavi ed Elettronica conduttori, le camere per muoni della Lhcb di Artel e le strutture di supporto della Elettrobaldi.