

Come saranno fatti i nuovi magneti che trasformeranno la ricerca sulle particelle al Cern di Ginevra

In niobio e stagno, prodotti in Liguria, i magneti contribuiranno a far evolvere l'Lhc nell'High Luminosity Large Hadron Collider, che sarà operativo entro gli anni Venti e permetterà di conoscere meglio il bosone di Higgs



Ginevra - Mentre in queste settimane al **Cern** sta progressivamente avvenendo la riaccensione dell'acceleratore **Large Hadron Collider** (Lhc) per il terzo round di esperimenti della sua storia (il cosiddetto **Lhc Run 3**), in molti degli edifici che compongono il centro di ricerca si sta già guardando oltre. **Nel 2026 ci sarà infatti un nuovo spegnimento generale**, lungo due anni e mezzo o forse tre, al termine del quale Lhc avrà una capacità ancora migliore di indagare nell'infinitamente piccolo e di osservare l'affascinante "zoo" di particelle elementari.

Questa volta non si tratterà di un potenziamento in termini di energia negli scontri tra protoni - pure a quello si lavora già, più a lungo termine - ma di **un miglioramento della luminosità dell'esperimento**. In sostanza una volta concluso questo upgrade, nella parte finale degli anni Venti, si potranno avere **scontri tra particelle più frequenti**, quindi un numero maggiore di eventi interessanti da studiare e una statistica più solida su cui basarsi. Una miglioria che porterà anche il nome stesso Lhc a cambiare, facendolo diventare l'**High Luminosity Lhc**, o Hllhc in un acronimo unico.

Per *Wired* siamo entrati nel sito di ricerca svizzero del Cern, e all'interno di uno dei giganteschi edifici che sorgono proprio sulla linea di confine tra Svizzera e Francia abbiamo dato un'occhiata al cuore della tecnologia che permetterà di migliorare le performance dell'acceleratore: i **magneti**. Oggi a fare da collo di bottiglia in termini di luminosità degli esperimenti - ha raccontato **Amalia Ballarino**, che è a capo del gruppo di magneti, superconduttori e criostati del Cern - è la larghezza dei **fasci di protoni** che a velocità prossime a quella della luce percorrono più e più volte i 27 chilometri dell'anello sotterraneo dell'acceleratore, e che scontrandosi danno origine a quelle **particelle elementari** di cui si vogliono scoprire sempre più proprietà e dettagli.



Dalla natura del bosone di Higgs alla materia oscura: al Cern di Ginevra, Lhc è pronto a ripartire

Dopo 4 anni il più grande acceleratore di particelle al mondo sta per tornare in azione in versione aggiornata, migliorata e corretta. Ecco cosa speriamo di scoprire

A cavallo di un fascio di protoni

Conviene forse fare un piccolo passo indietro. Immaginiamo di essere a bordo di uno dei 10mila miliardi di protoni che formano uno dei *grappoli* (*bunch*, all'inglese) di **particelle che viaggiano all'interno dell'anello**. Dopo essere stati sospinti a una già folle velocità lungo una sorta di corsia di accelerazione rettilinea, inizieremmo a muoverci nel percorso anulare, in un ambiente mantenuto a una temperatura appena un paio di gradi sopra lo zero assoluto

(-271°C), curvati di continuo da **oltre 1.200 potentissimi magneti**, alternati a una serie di **cavità a radiofrequenza** che ritmicamente danno delle *spintarelle* utili a mantenere una velocità costante.

Idealmente, tutto il *grappolo* di protoni dovrebbe mantenersi **largo appena un nanometro** (un milionesimo di millimetro): una sfida resa complessa dalle grandi distanze percorse, dall'elevatissima velocità e dal fatto che - tra loro - i protoni tendono a respingersi. Per questo motivo lungo l'anello sono posizionati **64 magneti speciali** (tecnicamente, dei quadrupoli magnetici) che non sono deputati a fare curvare i protoni lungo la traiettoria circolare ma a **focalizzare il fascio**, attraverso una sorta di effetto-lente. Più il fascio è compresso e più collisioni avremo quando li mandiamo uno contro l'altro, un po' come se due stormi di uccelli stessero viaggiando in rotta di collisione: se gli uccelli sono ravvicinati tra loro si generano più scontri. Insomma, tornando ai protoni, più il fascio è stretto e più il risultato ottenuto è interessante da studiare.

Banale a dirsi, molto complesso da realizzare: l'efficacia nella focalizzazione del fascio di protoni dipende da quanto è forte il **campo magnetico** che possiamo generare, il quale a sua volta dipende dall'**intensità della corrente elettrica** che può essere fatta fluire nei magneti, e su questo aspetto il limite è rappresentato dalla conducibilità dei materiali attraverso cui la corrente fluisce. Per questo è indispensabile lavorare in **condizioni di superconduttività**, utilizzando leghe opportune e mantenendo la temperatura abbastanza bassa perché questa proprietà possa manifestarsi. I superconduttori a temperatura ambiente, alla frontiera della ricerca scientifica, non sono infatti ancora economicamente sostenibili.



La misura più precisa mai ottenuta della massa del neutrino

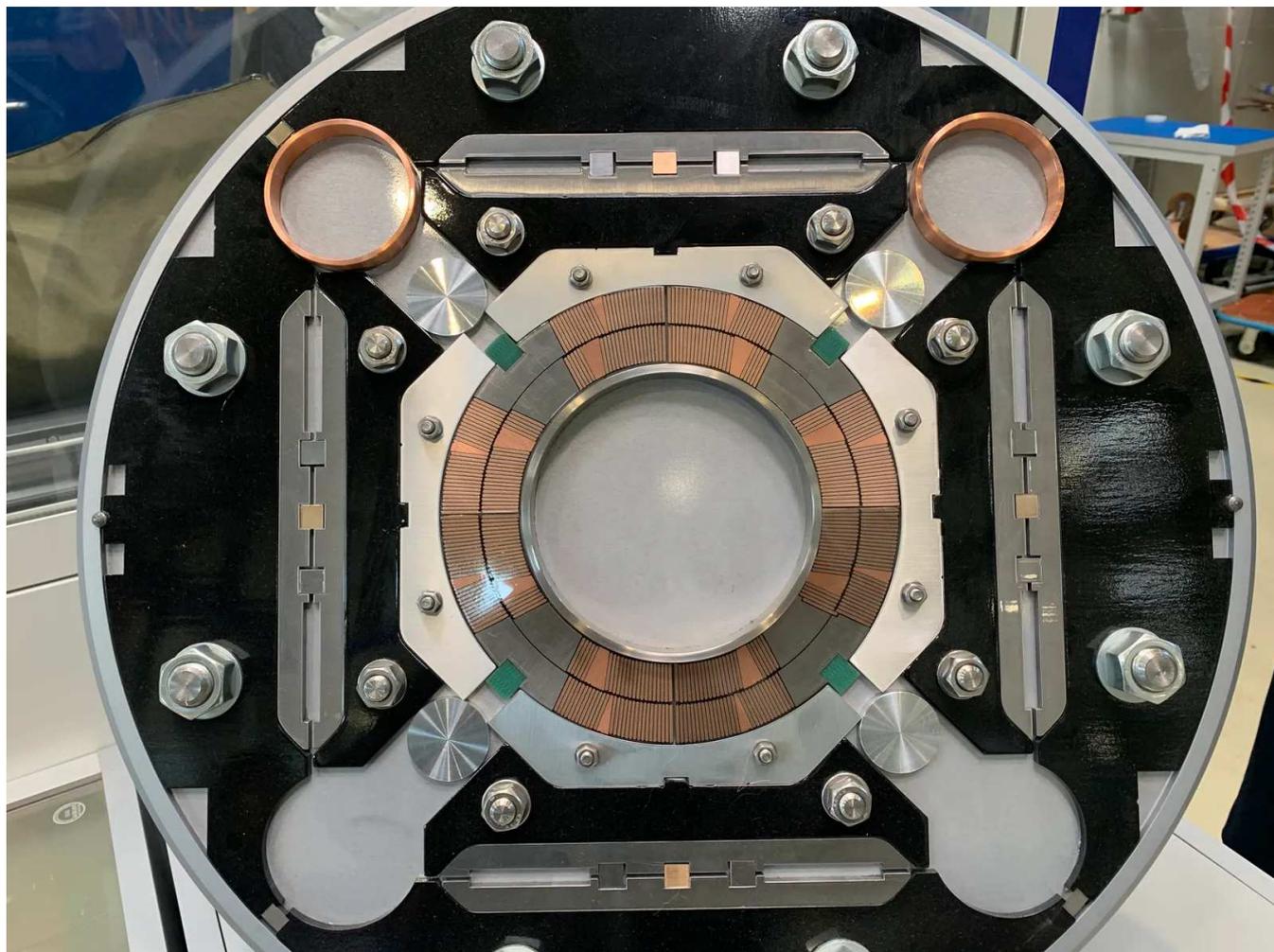
Il team dell'esperimento Katrin fornisce una nuova stima ancora più circoscritta: la massa del neutrino non può superare 0,8 elettronVolt (eV)

I nuovi magneti in niobio e stagno

I magneti attualmente in uso in Lhc sono costituiti da fili di 2 micron di diametro costituiti da una **lega di niobio e titanio**, e richiedono una temperatura di operatività di circa -271°C , ottenuta grazie a **criostati che generano elio superfluido con cui si impregnano tutti gli interstizi dell'acceleratore**. Con niobio e titanio, per dare un numero, il campo magnetico che si riesce a ottenere è di circa 8 tesla: *“Potremmo arrivare fino a 10 tesla spingendo al massimo le performance”*, spiegano i tecnici al lavoro al Cern, che lavorano con correnti dell'ordine dei 13mila ampere, *“ma dato che abbiamo **oltre mille magneti** che devono funzionare contemporaneamente e in condizioni di ottima affidabilità ci tariaamo su un valore operativo meno ambizioso, di 8.36 tesla”*.

Il balzo in avanti tecnologico, su cui si sta lavorando ora con risultati già consolidati, è la **sostituzione della lega in niobio e titanio con una lega differente, in niobio e stagno (Nb_3Sn)**, grazie alla quale si possono ottenere campi magnetici intensi quasi il doppio, dell'ordine dei **16 tesla**. *“Un'ulteriore caratteristica di questo superconduttore è che può funzionare anche a*

temperature più alte, fino a 9 kelvin (-264°C, ndr) - ha raccontato a *Wired* Ballarino -. Per questo **non c'è bisogno di potenziare l'attuale sistema di criogenia**, anche se continueremo a mantenere le temperature come ora perché, in ogni caso, più fa freddo e più la superconduttività è ottimale”.



Un prototipo dimostrativo dei nuovi magneti in niobio e stagno GIANLUCA DOTTI/WIRED

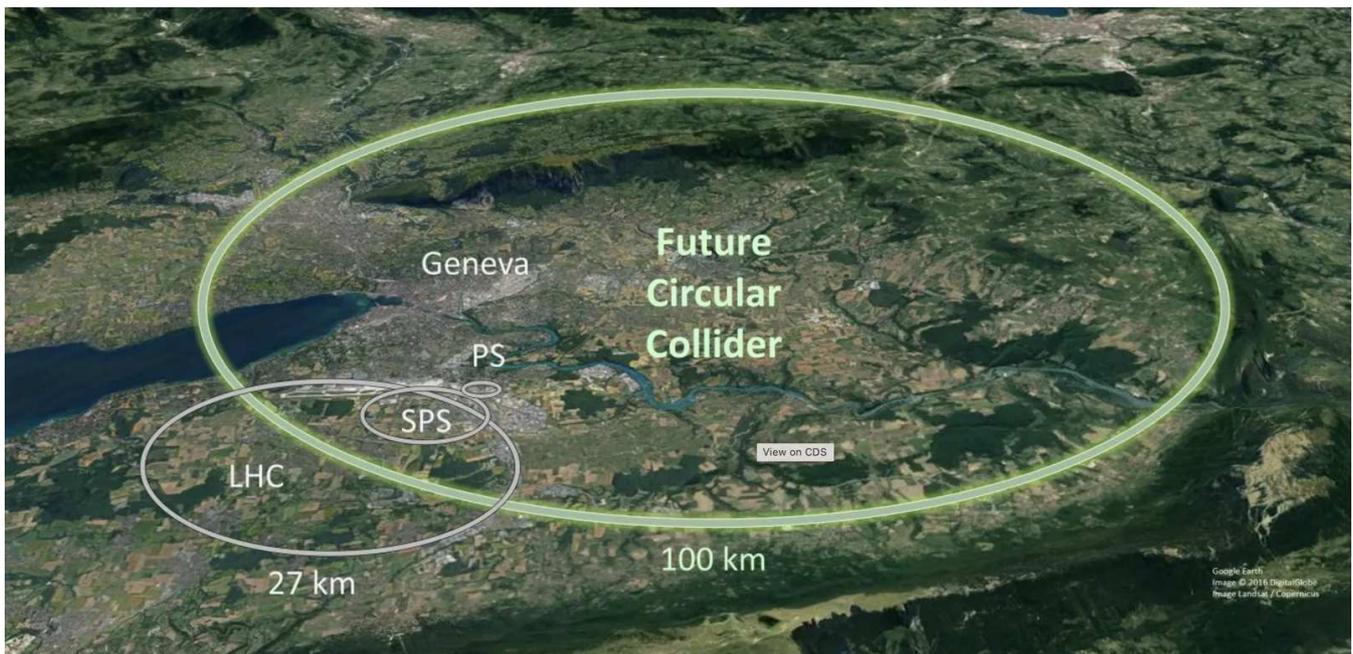
Al momento al Cern è in corso il **perfezionamento della fase di ingegnerizzazione** di questi magneti, che come sempre è svolta interamente *in house* a livello di **ricerca e sviluppo** e che si sta concentrando sulla compressione meccanica delle bobine utile a mantenere tutti i componenti in posizione anche a seguito della forte **contrazione termica** a cui saranno sottoposti al momento dell'attivazione criogenica. Terminata la fase di prototipazione, però, la **produzione** delle decine (prima) e centinaia (poi) di magneti necessari avverrà al di fuori.

Come una larga parte dei ricercatori impegnati al Cern, anche la produzione parla italiano: sarà la ligure **Asg Superconductors** (l'azienda nata dall'unità magneti di Ansaldo, sempre parte del Gruppo Malacalza e che lavora anche sul

progetto Iter per la fusione nucleare) a occuparsi della realizzazione in serie **su larga scala**.

Da Hllch al Future Circular Collider

L'**High Luminosity Lhc** dovrebbe diventare operativo entro la fine di questo decennio, grazie all'uso dei nuovi magneti che saranno installati **a partire dal 2027** secondo l'attuale tabella di marcia, ma non sarà ovviamente il traguardo finale. Su una prospettiva temporale di più ampio respiro al Cern si sta già lavorando al cosiddetto **Future Circular Collider** (Fcc), un apparato che sfruttando i nuovi magneti potrà aumentare l'energia dei protoni in collisione dagli attuali 7 TeV (teraelettronvolt) a 50 TeV, permettendo di raggiungere territori inesplorati del mondo delle **particelle elementari**, anche nel tentativo di rispondere a quesiti epocali come l'**asimmetria tra la presenza di materia e antimateria** nell'universo, le proprietà anomale dell'interazione gravitazionale, l'esistenza della materia oscura e così via.



Il Future Circular Collider CERN

Ma prima ancora di arrivare a Fcc, che al momento resta ancora molto lontano nel tempo (si parla del 2035), sarà già l'Hllhc ad aprire nuove prospettive per la ricerca in fisica fondamentale. *“Grazie al maggior numero di collisioni potremo testare le proprietà dei **bosoni di Higgs** e le loro interazioni con altre particelle, incluse quelle più leggere come i **tauoni** o quark pesanti come quelli di tipo **top**”*, ha spiegato Clara Nellist, al lavoro sull'esperimento Atlas del Cern. *“Qualunque*

*ulteriore deviazione rispetto a quanto atteso secondo i modelli - ha aggiunto Luca Bottura, a capo della ricerca e sviluppo dei magneti al Cern - può darci informazioni a fare chiarezza sulle **grandi domande sull'universo** a cui cerchiamo di dare risposta. Grazie a una quantità più ampia di dati a disposizione potremmo fare emergere qualche **nuova particella** o qualche **nuova proprietà** che finora potrebbe essere rimasta nascosta nel rumore di fondo”.*

TOPICS FISICA LAB

LEGGI ANCHE



Fabiola Gianotti è diventata direttrice del Cern di Ginevra

La celebre scienziata, che aveva dimostrato l'esistenza del bosone di Higgs, dirigerà il centro di ricerca internazionale

DI REDAZIONE



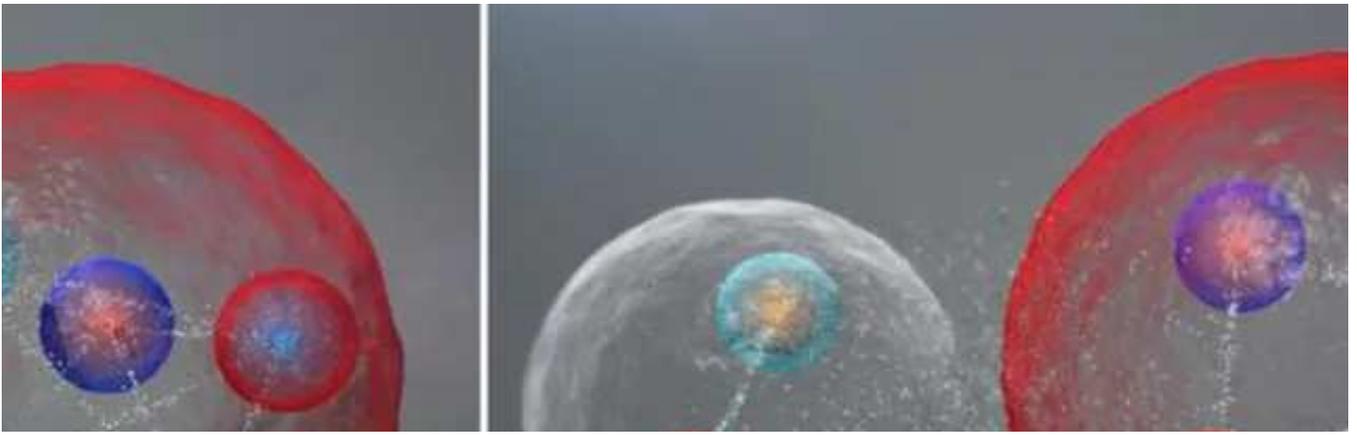
Il Cern di Ginevra userà i computer quantistici di Ibm per la ricerca

Il centro avrà accesso a una rete di 20 computer quantistici per analizzare le collisioni fra particelle subatomiche e far avanzare la conoscenza su temi come l'energia oscura

DI DANIELE MONACO

SPONSORED

L'alta formazione della Cyber & S Academy contro gli attacchi info



Cern, scoperto il pentaquark

L'acceleratore di particelle di Ginevra, risvegliatosi da poco dopo uno stop di due anni, ha appena individuato una particella "esotica", composta di cinque quark

DI SANDRO IANNACONE