

» FOCUS



**DALLA SINERGIA TRA RICERCA
E INDUSTRIA I NUOVI DIPOLI
SUPERCONDUTTORI PER HL-LHC**

Il progetto *High Luminosity LHC* (HL-LHC) è finalizzato all'*upgrade* dell'acceleratore LHC, il più potente acceleratore di particelle esistente, per un ulteriore miglioramento delle sue prestazioni a partire dal 2026. A questo scopo, HL-LHC sta esplorando nuove configurazioni e tecnologie avanzate nei campi della superconduttività, della criogenia, dei materiali di schermatura dalle radiazioni, dell'elettronica e della gestione remoto. Lanciato nel 2011 come studio di progettazione nell'ambito del Settimo Programma Quadro (FP7) da Commissione Europea, HL-LHC sarà installato nel tunnel di LHC durante il *Long Shutdown 3* (LS3) nel 2025-2027, sebbene l'installazione di alcuni componenti sia stata anticipata durante il *Long Shutdown 2* (LS2) tra il 2019 e il 2021.

Attualmente, il CERN e l'INFN stanno sviluppando un'attività di collaborazione per l'approvvigionamento di modelli, prototipi e magneti, intensificando i rapporti con le aziende che hanno realizzato parti fondamentali dei rivelatori e dello stesso acceleratore. Tra queste, gran parte delle bobine superconduttrici dei due magneti che costituiscono il cuore dei due rivelatori ATLAS e CMS, sono state realizzate dall'azienda ASG Superconductors di Genova, così come un terzo circa (450) dei principali dipoli superconduttori di LHC. Attualmente installato in un tunnel di 27 km di circonferenza, a circa 100 m di profondità, LHC accelera e fa scontrare fasci di protoni ma anche ioni più pesanti fino al piombo, grazie a un design basato su magneti superconduttivi raffreddati con elio superfluido a una temperatura di -271 °C, di soli due gradi superiore allo zero assoluto.

Oltre all'*upgrade* tecnologico, HL-LHC richiederà una nuova struttura tecnica con la realizzazione di una caverna e di una galleria aggiuntiva di 300 m, lungo la regione di inserzione dei punti di collisione 1 (in corrispondenza dell'esperimento ATLAS) e 5 (in corrispondenza dell'esperimento CMS). Nella sua configurazione finale, HL-LHC comporterà un aumento della luminosità di picco di un fattore cinque rispetto al valore nominale di LHC e sarà quindi in grado di raggiungere un livello di luminosità integrata di quasi dieci volte superiore rispetto a quello di LHC. Per far fronte alle emittanze dei fasci ad alta intensità in queste condizioni estreme, diversi magneti attualmente in uso dovranno essere sostituiti. Tra questi, i dipoli superconduttori che ricombinano le particelle

» FOCUS

dei due fasci di protoni attorno alle regioni di interazione (magneti D2), una tipologia di magneti il cui ruolo è fondamentale per il raggiungimento delle prestazioni attese da HL-LHC.

La progettazione dei magneti è stata sviluppata dalla sezione INFN Genova, in collaborazione con il CERN.

Nel 2019 è stata affidata ad ASG la realizzazione del modello corto del dipolo D2 (*MBRDS1 - Main Bending Recombination Dipole Short Model 1*) che è stato testato con successo al CERN nel 2020, confermando le prestazioni richieste a una temperatura di -271 °C. Più recentemente, nell'ottobre scorso, il magnete prototipo a scala intera (*MBRDP1 - Main Bending Recombination Dipole Prototype 1*) è stato completato e consegnato al CERN ed è stata avviata la fase di costruzione di sei serie di magneti, la cui realizzazione era stata assegnata ad ASG nel 2020.

Il magnete MBRDP1 realizzato da ASG è un magnete a doppia apertura (ciascuna di diametro 105 mm), lungo 8 metri, che genera in entrambe le aperture un campo magnetico dipolare integrato di 35 Tm (Tesla x metro) con la stessa polarità. Il magnete contiene tutti i componenti raffreddati da elio superfluido. Ciascun dipolo è costituito dalla cosiddetta parte attiva, costituita da due bobine con aperture di diametro 105 mm, contenute in una struttura meccanica di collari in acciaio inossidabile, e un manicotto in alluminio e una struttura esterna in acciaio magnetico (il giogo di ferro). La massa del dipolo ha una sezione trasversale quasi ellittica con una lunghezza complessiva di 8.010 mm, un diametro massimo di 614 mm e un peso complessivo di 14,2 tonnellate.

Questa pietra miliare è un ulteriore passo avanti verso la realizzazione del progetto Hi-Lumi LHC del CERN, mentre i nuovi magneti sono una testimonianza del fruttuoso rapporto tra mondo della ricerca e realtà industriale altamente specializzata, una collaborazione che ha già contribuito al raggiungimento, nel 2012, di un traguardo epocale come la scoperta del bosone di Higgs. ■