

» INTERVISTA**ESS: IL NUOVO ACCELERATORE EUROPEO PER LA RICERCA DI BASE E APPLICATA**

Intervista a Santo Gammino, coordinatore per l'Italia del progetto European Spallation Source (ESS), e ricercatore ai Laboratori Nazionali del Sud dell'INFN

Sono stati inaugurati lo scorso 15 novembre, durante la visita di Stato italiana in Svezia, alla presenza del Presidente della Repubblica Sergio Mattarella, e dei sovrani di Svezia, il re Carlo XVI Gustavo e la regina Silvia, i primi componenti di alta tecnologia del progetto ESS (European Spallation Source), in fase di realizzazione nel sito di Lund. Si tratta della sorgente di ioni del futuro acceleratore e della Low-Energy Beam Transport line (LEBT), la sezione lunga circa due metri e mezzo che accoppia la sorgente di ioni alle successive sezioni dell'acceleratore in costruzione. La sorgente e la LEBT sono state realizzate ai Laboratori Nazionali del Sud (LNS) dell'INFN. Alla cerimonia di inaugurazione hanno partecipato delegazioni di entrambi i Paesi. Tra i presenti, il ministro svedese dell'Istruzione superiore e della ricerca Helene Hellmark Knutsson, Ricardo Antonio Merlo, segretario di Stato del Ministero italiano degli affari esteri e della cooperazione internazionale, esponenti della comunità scientifica, tra cui il direttore generale di ESS John Womersley e il vicepresidente dell'INFN Speranza Falciano, in rappresentanza delle due Istituzioni protagoniste dell'evento, che hanno tenuto assieme una presentazione sull'impatto di ESS per la scienza europea. Abbiamo parlato del risultato raggiunto e, in generale, del progetto ESS con Santo Gammino, coordinatore di ESS per l'Italia e ricercatore ai Laboratori Nazionali del Sud dell'INFN.

Che cosa sarà la European Spallation Source?

ESS sarà un centro di ricerca multidisciplinare basato sul più potente acceleratore lineare di protoni di alta intensità mai realizzato, grazie al quale si potranno produrre i neutroni da impiegare per ricerche scientifiche d'avanguardia in diversi campi, dai nuovi materiali all'energia, dalla salute all'ambiente, dalle scienze della vita ai beni culturali. ESS sarà dunque un'infrastruttura per la ricerca di base e applicata, dalla quale potranno trarre vantaggio aziende che operano in svariati settori, dalla meccanica, all'elettronica, dalla biomedicina alla chimica: osservare la materia con un dettaglio

» INTERVISTA

davvero straordinario, come consentirà di fare ESS, avrà, per esempio, un enorme impatto in materia di sicurezza e di ottimizzazione, a beneficio sia delle aziende sia dei consumatori, permettendo di massimizzare gli interessi di tutti. ESS, che ambisce a realizzare la più potente sorgente di neutroni al mondo entro il 2023, dal 1° ottobre 2015 è un'infrastruttura ERIC (*European Research Infrastructure Consortium*). ESS è anche un progetto "landmark" di ESFRI, lo *European Strategy Forum on Research Infrastructure*, impegnato a fronteggiare dal lato europeo le sfide tecnologiche lanciate soprattutto da Giappone, Cina e Stati Uniti. Per un'economia di trasformazione, come quella europea, è possibile affrontare queste sfide solo mantenendo alto il livello di innovazione. Le infrastrutture di ricerca che rispondono alle esigenze dell'industria rappresentano uno dei pilastri su cui si fonda ESFRI, ed ESS si inquadra perfettamente in questo contesto.

Qual è il suo funzionamento?

ESS sarà come un potentissimo microscopio, grazie al quale saremo in grado di studiare il comportamento della materia in tempo reale dal livello microscopico fino alle dimensioni del nucleo atomico. I neutroni, infatti, funzioneranno come una sonda per rivelare la struttura e i processi della materia. L'acceleratore lineare di ESS fornirà un fascio di protoni ad alta intensità che andrà a colpire un bersaglio, producendo così i neutroni che verranno impiegati per la ricerca scientifica. Il processo inizia nella sorgente di ioni, all'estremità dell'acceleratore più lontana dal bersaglio, dove, riscaldando gli elettroni con campi elettromagnetici, si produce il plasma (materia altamente ionizzata, in cui una grande percentuale dei nuclei - protoni nel caso dell'idrogeno - è slegata dagli elettroni che componevano gli atomi di idrogeno). Da questo plasma i protoni sono estratti grazie a un forte campo elettrico e portati nella prima parte dell'acceleratore, la LEBT, dove il fascio di particelle viene analizzato, ottimizzato e focalizzato prima che inizi l'accelerazione nella parte successiva della macchina, il quadrupolo a radiofrequenza (RFQ), che verrà consegnato dal partner francese CEA nel 2019. Quindi, il fascio di protoni accelerato fino quasi alla velocità della luce si scontra col bersaglio producendo i neutroni, attraverso un processo chiamato 'spallazione', da cui il nome *European Spallation Source*.

A che cosa servono i neutroni così prodotti?

L'uso dei neutroni per la ricerca ci consente di investigare il mondo che ci circonda e di sviluppare nuovi materiali e processi con ricadute interessanti per la società. I neutroni trovano applicazione, per esempio, nello sviluppo di nuove soluzioni per la salute, l'ambiente, l'energia pulita, l'IT e altro ancora. Possono essere utilizzati, infatti, per studiare materiali e componenti ingegneristici, strutture geologiche con le loro dinamiche, reperti storici il cui studio dettagliato ci rivela informazioni importanti

» INTERVISTA

per comprendere e preservare il nostro patrimonio culturale. Inoltre, trovano impiego nella ricerca sulle scienze della vita, per lo studio dei processi biologici che avvengono dalla scala cellulare a quella atomica, dai grandi complessi macromolecolari alla funzione dell'acqua nei processi enzimatici, dai meccanismi di azione dei farmaci al ruolo delle macromolecole biologiche. E si rivelano utili anche per la scienza dei materiali, dai semiconduttori ai laser, dalle batterie ai materiali magnetici di memorizzazione. Lo spettro di impiego è quindi davvero ampio.

Che cosa è stato inaugurato a Lund?

Abbiamo inaugurato la sorgente di ioni e la LEBT dell'acceleratore lineare, ossia la linea di fascio. Possiamo dire che ciò costituisce il coronamento di circa 30 anni di investimenti in ricerca e sviluppo su sorgenti di ioni e di plasma ai Laboratori Nazionali del Sud dell'INFN, che hanno consentito al nostro gruppo di raggiungere oggi un ruolo preminente a livello mondiale in questo campo. La sfida principale nella realizzazione della sorgente ha riguardato l'ottimizzazione delle caratteristiche del fascio che determinano l'affidabilità e i costi dell'intero acceleratore: in particolare il "ripple" e l'emittanza del fascio di protoni (il ripple è la variazione del valore di corrente e va reso più basso possibile, così come l'emittanza, che è una misura della tendenza del fascio ad allargarsi nel percorso lungo l'acceleratore). Per questi due parametri non esistevano esperienze precedenti se non con fasci continui nel tempo. Qui, invece, era richiesta una variazione del fascio sul brevissimo periodo, perché più brevi sono gli intervalli, maggiore è l'accuratezza della misura dell'energia del singolo neutrone impiegato come sonda per le ricerche. Noi eravamo fiduciosi che le caratteristiche di fascio richieste dal progetto potessero essere raggiunte, ma sapevamo anche che la sfida sarebbe stata impegnativa: siamo riusciti a vincerla grazie alla competenza e all'esperienza che abbiamo iniziato ad acquisire a partire dalla fine anni '90 con il progetto TRASCO (TRASmutazione SCORie), proposto dal premio Nobel Carlo Rubbia, insieme ai colleghi dei Laboratori Nazionali del Sud, in particolare Giovanni Ciavola e Luigi Celona. L'altra grande sfida tecnologica consisteva nella neutralizzazione della carica spaziale: i protoni di alta intensità hanno tutti carica positiva, quindi manifestano una forte repulsione coulombiana: il "trucco" per ovviare a questo problema consiste nel far uscire i protoni in camera da vuoto a pressione più alta, in modo che interagendo con il gas residuo (idrogeno non ionizzato) lo ionizzino, contrastando la repulsione coulombiana: possiamo dire con una semplificazione artistica che è come se ci fosse una guaina di elettroni attorno al cilindro del fascio in uscita. Inoltre, voglio sottolineare un'altra innovazione significativa rispetto a sorgenti simili costruite in passato: sin dall'inizio la progettazione di questa sorgente è stata improntata alla facilità di montaggio e di operazione. La sorgente è stata assemblata a Lund da sei colleghi dei LNS (un fisico, due ingegneri e tre tecnici) in soli 13 giorni lavorativi, seguendo

» INTERVISTA

uno schema operativo non dissimile da quello di un pit stop in Formula 1. La preparazione è stata così attenta ai dettagli che dopo pochi giorni i tecnici di Lund sono stati in grado di gestire ogni aspetto, con un efficiente trasferimento delle informazioni necessarie.

Qual è il contributo italiano a ESS?

ESS è un progetto pan-europeo, del valore complessivo di 1.843 milioni di euro, che sarà realizzato grazie ai contributi, sia *in-kind* sia finanziari, di 20 Istituti di 8 Paesi: Repubblica Ceca, Danimarca, Estonia, Francia, Germania, Italia, Norvegia, Polonia, Spagna, Svezia, Svizzera, Regno Unito e Ungheria. L'Italia, che è uno dei Paesi fondatori, è nel progetto con l'INFN, che coordina la partecipazione nazionale ed è l'entità rappresentante del MIUR Ministero dell'Istruzione dell'Università e della Ricerca, e con Elettra Sincrotrone Trieste e il CNR Consiglio Nazionale delle Ricerche. Il nostro contributo complessivo è di 110 milioni di euro (pari a circa al 6% del budget complessivo), di cui 83 milioni *in-kind*. In particolare il valore dell'*in-kind* fornito dall'INFN sarà di oltre 33 milioni di euro. Una condizione vantaggiosa per l'Italia: infatti, mentre altri Paesi hanno fatto accordi per una fornitura *in-kind* per il 70% ed economica per il 30%, l'Italia, con la Francia, ha avuto condizioni migliori con oltre l'80% di contributo *in-kind*. Questo è stato possibile perché noi possediamo il *know-how* essenziale per costruire macchine basate su acceleratori di protoni di alta potenza.

Nel dettaglio, oltre alla sorgente di protoni, la cui progettazione è iniziata ai LNS nel 2012, e alla LEBT già consegnate e appena inaugurate, l'INFN fornirà una sorgente di scorta, che sarà impiegata anche per test dell'acceleratore e per la formazione del personale che dovrà operare la macchina, un Drift Tube Linac, che accelererà il fascio da 3,6 a 90 MeV, e le cavità superconduttive della sezione medio-beta che lo accelereranno da 200 a 571 MeV. Tutte queste componenti saranno costruite nei Laboratori INFN del Sud, di Legnaro e del LASA della sezione di Milano (Laboratorio di Acceleratori e Superconduttività Applicata) e dalle Sezioni INFN di Torino e Bologna.

Elettra Sincrotrone Trieste contribuisce con diverse parti dell'acceleratore lineare. Uno dei più rilevanti contributi riguarda la fornitura delle 26 stazioni di potenza che alimentano le cavità di 'tipo spoke'. Inoltre ha progettato e sta sovrintendendo alla costruzione dei magneti, più di 200 di diversa tipologia, per guidare e confinare i protoni lungo la traiettoria desiderata nel linac superconduttivo e nella linea di trasporto del fascio ad alta energia. Alla realizzazione dei magneti si affiancherà la fornitura dei relativi convertitori di potenza. Il contributo di Elettra si completa con la progettazione e costruzione dei sistemi di acquisizione, incluso lo sviluppo di *firmware* e *software* dedicati per il 'wire scanner', elemento di diagnostica per la misura delle caratteristiche del fascio di protoni. Il CNR ha avviato la propria attività

» INTERVISTA

di ricerca e sviluppo finalizzata alla realizzazione di strumenti per tecniche spettroscopiche basate sull'interazione neutroni-materia: VESPA, T-REX e LOKI. Si tratta di tecniche di analisi che aprono nuovi orizzonti nell'esplorazione di materiali e processi tecnologici avanzati in un campo molto vasto di applicazioni.

Che cosa significa contribuire in-kind a una grande infrastruttura di ricerca?

La collaborazione con i partner coinvolti è stata eccellente, in particolare con Elettra, che ha un modo di lavorare simile al nostro. È stato chiaramente necessario un grande coordinamento, soprattutto per la gestione delle gare di appalto: non è semplice coordinare due macchine burocratiche, ma ci siamo riusciti e questo ha consentito di rispettare i tempi di progetto. Ed è stata efficace anche la collaborazione con le industrie: trattandosi di commesse molto specialistiche, il fatto che spesso più aziende si siano coalizzate per soddisfare le nostre richieste è stato determinante. Un'iniziativa che si è rivelata molto utile per incentivare la partecipazione delle aziende nazionali è stato l'*Industry Day*, promosso dall'ILO (*International Liaison Office*) dell'INFN a Bologna e seguito da un *workshop* specifico sulle commesse ESS, svolto ai LNS di Catania un mese dopo, nel luglio 2015. È infatti strategico fare massa critica su progetti che richiedono investimenti importanti su brevi periodi, in modo da creare alleanze che potenzino la capacità produttiva e diminuiscano il margine di rischio, a vantaggio sia delle aziende sia dell'Ente Pubblico di Ricerca. Questi raggruppamenti temporanei di impresa sono, infatti, efficaci sia ai fini della fornitura dei prodotti sia per la gestione del lavoro. Per esempio, rappresentano una maggiore garanzia per il rispetto dei tempi di esecuzione: se un partner industriale dovesse difettare di personale tecnico, c'è un'altra azienda che può prontamente supplire. È quindi un efficace metodo di mitigazione del rischio.

Un altro aspetto rilevante è il modello di partenariato con le industrie: abbiamo lavorato con le industrie, non abbiamo solo assegnato loro dei compiti. I nostri ingegneri partecipavano e seguivano i singoli aspetti della produzione. Abbiamo lavorato in modo, potremmo dire, simil-industriale: le produzioni non sono chiaramente produzioni di serie, ma abbiamo cercato di adattare al nostro caso le buone pratiche industriali.

Che cosa significa lavorare nella filiera della fornitura di componenti di alta tecnologia per i grandi progetti della ricerca di base?

Anche questo è un aspetto che riguarda entrambi: Ente Pubblico di Ricerca e partner industriale. Lavorare all'estremo della tecnologia ti obbliga a fare tutto al meglio. Abbiamo dovuto adattare il nostro

» INTERVISTA

know-how agli obiettivi specifici di ESS. Quando abbiamo iniziato il progetto, nel 2011, non eravamo in grado di costruire una sorgente come quella che ora è installata nel sito di Lund. E la sua realizzazione non sarebbe stata possibile senza aziende molto flessibili che ci hanno seguito passo passo nello sviluppo del progetto, rinunciando talvolta anche a margini negli utili, perché avevano capito che guadagnare qualcosa in meno oggi, imparando a realizzare qualcosa di completamente nuovo, avrebbe potuto aprire loro importanti opportunità di ritorno future. È un investimento a lungo termine: un fatto intrinseco per noi che siamo impegnati nella ricerca fondamentale di frontiera, ma un'azienda che deve fare profitto potrebbe non avere o non potersi permettere questa lungimiranza. Noi sappiamo che la filiera della fornitura di tecnologie d'avanguardia è un'opportunità per il mondo industriale, abbiamo visto già in molti casi aziende, che hanno investito nella lavorazione di prototipi, ottenere poi altre importanti commesse. La costruzione di LHC e dei suoi esperimenti al CERN insegna, ed ESS è il secondo maggiore progetto europeo nell'ambito degli acceleratori dopo LHC. Ci aspettiamo perciò un impatto altrettanto importante in termini di generazione di valore per il nostro ecosistema industriale. ■