



Società Italiana di Spettroscopia Neutronica

STATO E PROSPETTIVE DELLA NEUTRONICA IN ITALIA

**A cura della Giunta Esecutiva della
Società Italiana di Spettroscopia Neutronica**

Ottobre 2013

Introduzione

Nel corso del XXIII Congresso Annuale SISN (21-22 giugno 2012 presso il CNR a Sesto Fiorentino – Firenze) si è convenuto sull'utilità di definire la posizione della SISN su vari argomenti chiave di politica neutronica nazionale ed internazionale. A tale scopo l'Assemblea ha approvato il progetto presentato dalla Giunta per la stesura di un documento sintetico che affronti gli aspetti più significativi.

Per dar seguito a tale progetto, la Giunta si è avvalsa dei contributi di una Commissione di Esperti formata da D. Berti, D. Colognesi, G. Fragneto, Y. Gerelli, M. A. Ricci, F. Sacchetti e F. Spinozzi, ed ha redatto i documenti seguenti su cinque argomenti (*Schede*) così delineati:

- 1) Accesso alle *facilities* internazionali: situazione attuale e futura in una prospettiva di 10-15 anni.
- 2) Le linee sperimentali italiane o a partecipazione italiana.
- 3) Sostegno all'attività dei gruppi di ricerca.
- 4) Attività di formazione dei giovani ricercatori.
- 5) Risorse per la neutronica.

La Giunta ha quindi proposto ai Soci i contenuti delle cinque schede, chiedendo di contribuire alla loro stesura definitiva con commenti, aggiunte, correzioni.

Il risultato di questo lavoro è stato presentato il 12 settembre 2013, durante l'Assemblea dei Soci nel corso del XXIV Congresso Annuale SISN (11-12 settembre 2013 presso il Politecnico di Milano, Milano). Successivamente, le schede sono state rese disponibili sul sito della Società, a disposizione dei Soci per le successive quattro settimane.

Il presente documento, è stato quindi stilato dalla Giunta a conclusione della consultazione.

1. Accesso alle *facilities* internazionali: situazione attuale e prospettive future

Introduzione

Il Report dell' *Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD) Megascience Forum* del 1996 delineava il quadro mondiale delle sorgenti di neutroni e le necessità che sarebbero emerse in una prospettiva temporale di medio termine. Le raccomandazioni del Report OECD furono di costruire tre sorgenti di neutroni di classe avanzata in ognuna delle tre regioni, Asia-Pacifico, Europa e Nord America, e di ammodernare e migliorare le migliori sorgenti esistenti tra cui il reattore ad alto flusso dell'Institut Laue-Langevin (ILL, Francia) e la sorgente a spallazione ISIS (UK).

A distanza di quasi vent'anni, gran parte di queste raccomandazioni sono state realizzate, con la costruzione delle nuove sorgenti a spallazione SNS in USA e J-Park in Giappone, e l'avvio in Europa di programmi di miglioramento della strumentazione e dell'infrastruttura di ILL (*Ill modernisation program*) ed ISIS (*costruzione della seconda targhetta con relativi strumenti*). Non va dimenticato l'avvio del reattore FRM-II di Monaco che sarà una delle installazioni di punta dei prossimi decenni.

Per quanto riguarda l'Europa, una sorgente di nuova generazione, l'European Spallation Source ESS, il cui sito è a Lund (Svezia), è oggi in fase di pre-costruzione con un accordo firmato da 17 paesi europei. ESS, a differenza delle sorgenti SNS, J-Park ed ISIS, produrrà impulsi lunghi di neutroni, in modo da essere complementare alle altre sorgenti impulsive (ad impulsi brevi). La costruzione di ESS è stata inserita nella *roadmap 2008* dell' *European Strategy Forum on Research Infrastructures (ESFRI)*.

L'Europa ha oggi il più alto numero di utenti al mondo (vedi oltre per qualche dettaglio), vanta un primato tecnologico su USA e Giappone in questo settore e produce ricerca di ottima qualità. Questa situazione di indiscussa supremazia dell'Europa è largamente dovuta agli investimenti fatti tra gli anni '60 e '80 dai governi nazionali per la costituzione di una rete di piccole e medie sorgenti nazionali ed al simultaneo investimento dei maggiori paesi Europei nella sorgente internazionale di ILL, operativa nel 1972, nonché alla politica di accordi internazionali realizzata dalla Gran Bretagna, per sostenere le spese di gestione e ammodernamento della sorgente ISIS, operativa dal 1985. In entrambi i casi per le spese di realizzazione e gestione l'impegno di un solo paese non sarebbe bastato.

Il futuro europeo

In una prospettiva di venti anni da oggi, si assisterà in Europa allo spegnimento di varie sorgenti nazionali, rimanendo probabilmente in funzione solo LLB (F), FRM-II (D), PSI (CH) ed ISIS (UK), mentre non è chiara quale sarà la durata operativa di ILL. Inoltre, dall'ultima *survey* dell' *European Neutron Scattering Association (ENSA)*, si evince che il tempo macchina attualmente disponibile in Europa è già largamente insufficiente, viste le dimensioni della comunità.

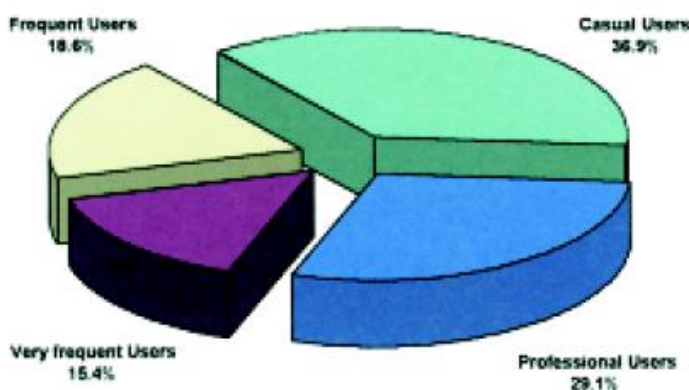
Riassumendo, lo scenario che si presenta oggi, a livello europeo, è quindi quello di sostegno agli investimenti per il miglioramento di ILL attraverso il completamento del *Millennium Programme* lanciato già circa dieci anni fa, di sostegno al miglioramento di ISIS attraverso il completamento di una nuova *suite*

strumentale, previsto per il 2016, di potenziamento con una nuova *experimental hall* del reattore FRM-II, di mantenimento ed *upgrading* della rete dei reattori nazionali di medio flusso inseriti nel programma sostenuto dalla Commissione Europea per l'accesso alle infrastrutture eccellenti. Questo quadro accompagnatorio dovrebbe consentire la transizione del progetto ESS dalla fase di pre-costruzione a quella di costruzione con successivo passaggio ad un programma completamente operativo per l'accesso degli utenti a partire dal 2025, mantenendo comunque la *suite* delle altre sorgenti che hanno costituito il valore aggiunto per la comunità scientifica europea e la sua evidente *leadership* mondiale.

Gli utenti in Europa

La comunità europea consta di circa 5000 utilizzatori/anno di fasci di neutroni in crescita costante, a fronte di 2000-2500/anno sommati tra USA e Giappone. L'ENSA ha recentemente studiato la percentuale di ricerca effettuata da tali utenti utilizzando neutroni e l'ha rappresentata secondo la figura 1. La formazione culturale di tali utilizzatori è inoltre molto varia.

2.2 European neutron scattering community by usage



- **Professional user:** Neutron scattering constitutes between 75% and 100% of research programme.
- **Frequent user:** Neutron scattering constitutes between 25% and 50% of research programme.
- **Very frequent user:** Neutron scattering constitutes between 50% and 75% of research programme.
- **Casual user:** Neutron scattering constitutes less than 25% of research programme.

Figura 1. Dati ENSA, in “Neutron Community in Europe”, 2009

L'Italia

Le sorgenti (non) presenti

In Italia non è più presente da tempo una sorgente di neutroni dedicata alla ricerca nei settori della scienza della materia e della vita, né con accesso aperto all'utenza internazionale né per uso limitato ai soli ricercatori italiani. Il quadro italiano attuale discende dalle scelte di strategia politico-economica operate negli anni '70 e '80 in materia di energia nucleare per uso civile con un conseguente impatto sulla ricerca nel settore. Tra gli anni '60 e '70 erano operativi e dedicati alla ricerca alcuni reattori con flusso limitato quali: il reattore Triga dell'ENEA-Casaccia, ancora operativo ma non più impiegato per lo *scattering* dei neutroni, il reattore Triga dell'Università di Pavia, ancora operativo ma mai impiegato nel settore, il reattore Ispra1 del centro Euratom di Ispra – Varese, non più operativo, del tipo CP-5, un reattore che ha avuto un notevole ruolo nello sviluppo dello *scattering* di neutroni nel mondo, il reattore del Camen di Pisa, non più operativo.

Va precisato che le scelte tecniche attuali per la produzione di neutroni di bassa energia per ricerca non si basano più sull'uso di reattori nucleari ma su acceleratori che non rientrano, dal punto di vista della legislazione in materia di sicurezza, nella categoria delle installazioni di tipo nucleare.

Caratteristiche della comunità scientifica

a) Aree scientifiche

La tradizione italiana in questo settore della ricerca nasce con la scuola di Enrico Fermi e grazie a questo forte *imprinting* ed all'operatività dei reattori nazionali negli anni '60-'70, riesce a mantenersi nel tempo. Negli anni '60 infatti la comunità italiana poteva vantare di essere una delle prime in Europa.

Attualmente, la comunità scientifica italiana che richiede l'accesso alle grandi Infrastrutture per la neutronica proviene da diversi settori della ricerca: Scienze della Materia, Scienze della Vita, Scienze della Terra, Ingegneria, Archeometria, Fisica Nucleare (Figure 2 e 3). Si tratta di utenza geograficamente distribuita in tutto il paese e proveniente da circa una cinquantina di diversi laboratori di Enti di Ricerca, Università e, in piccola percentuale, anche Industrie.

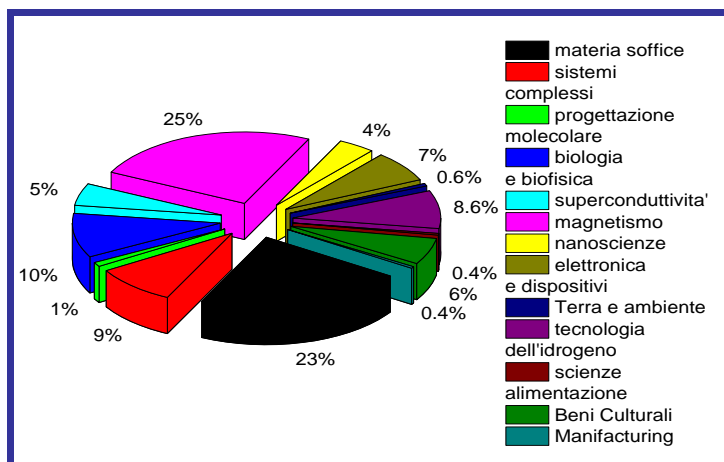


Figura 2.

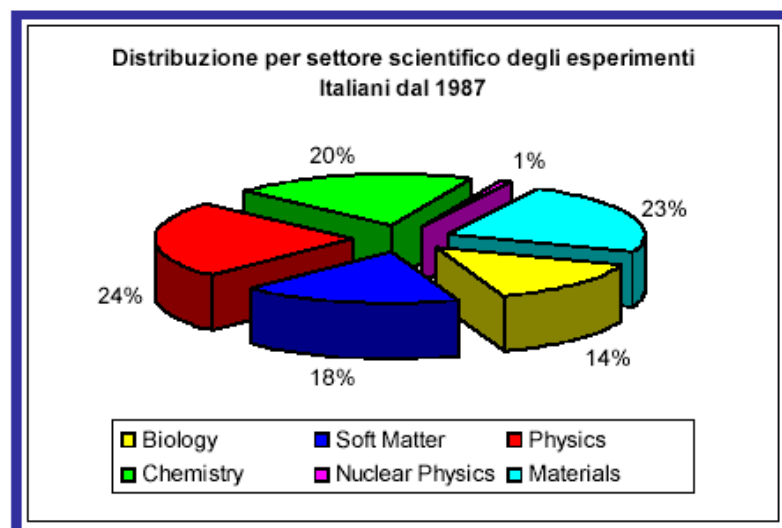


Figura 3.

b) Il confronto con le altre comunità scientifiche

La comunità italiana mostra notevoli capacità progettuali e ottime percentuali di successo nell'acquisizione di tempo macchina presso le *facilities* internazionali. Ad esempio, per quanto riguarda la sorgente ISIS, l'Italia è il terzo utilizzatore, dopo UK (Paese proprietario) e USA, sia come percentuale di tempo che come numero di utenti. Per quanto riguarda ILL, l'Italia è il quarto utilizzatore della sorgente (a pari merito con Svizzera e USA) sia come percentuale di tempo che come numero di utenti, dopo Francia, UK, Germania (ovvero i tre Paesi proprietari della *facility*).

La qualità della ricerca prodotta dalla comunità italiana si allinea agli standard europei con specifiche punte di eccellenza in alcuni settori. In particolare, in base all'ultima *survey* dell'ENSA ("*Neutron Community in Europe*", 2009), l'Italia è la quarta nazione Europea sia per numero di pubblicazioni che per numero di citazioni di articoli che riportano ricerche effettuate con l'uso di tecniche neutroniche. L'Italia si posiziona subito dopo Francia, Germania e UK che, avendo sorgenti sia nazionali che internazionali, annoverano tra le loro pubblicazioni non solo quelle proprietarie dei loro ricercatori, ma in quota parte anche le ricerche effettuate da ricercatori di altri paesi, quali appunto l'Italia.

Inoltre, secondo una recente indagine dell'*American Chemical Society*, la comunità italiana che impiega neutroni in vari settori di ricerca si colloca al settimo posto assoluto in termini di pubblicazioni sulle maggiori riviste internazionali e questo successo è strettamente legato alla possibilità che essa ha di accedere ad installazioni che garantiscono di poter effettuare esperimenti complessi grazie a tecnologie di punta.

c) Accordi per la partecipazione alle grandi infrastrutture di ricerca

- **ISIS**

È del 1985 il primo accordo siglato dal CNR per la partecipazione alle attività della sorgente inglese ISIS, rinnovato l'ultima volta nel 2007 con validità di sei anni a partire dal marzo 2008. L'accordo,

che prevede una partecipazione per le proposte italiane pari ad una quota del 5% del totale del tempo macchina disponibile su base annua, comprende:

- l'accesso a tutte le stazioni sperimentali per le proposte italiane selezionate su base di merito (*peer review*);
- la partecipazione di ricercatori italiani ai *Panels* costituiti da esperti internazionali che selezionano gli esperimenti;
- un contributo italiano pari a 1.7 M€/anno (pari a circa il 3% del costo di funzionamento della sorgente);
- un ulteriore contributo di 0.8 M€/anno per la costruzione ed il funzionamento di uno strumento *multi-purpose* (stazione sperimentale INES) da installare presso la sorgente per soddisfare i programmi di ricerca di interesse della *facility* e della comunità italiana.

La gestione della stazione sperimentale italiana INES, attualmente operativa, è affidata a personale ricercatore inquadrato nel CNR che opera stabilmente presso ISIS.

Complessivamente si tratta di un investimento pari a 2.5 M€/anno.

- **ILL**

INFM siglò nel 1997 un accordo per la partecipazione scientifica dell'Italia alla sorgente internazionale ILL sita a Grenoble. L'accordo è stato rinnovato dal CNR nel 2008 per cinque anni e prevede una percentuale di utilizzo pari al 3.5% del tempo macchina totale, valutata inizialmente in circa 3.5 M€/anno (costo indicizzato sulla base dell'inflazione ufficiale in Francia). L'accordo inoltre prevede:

- l'accesso a tutte le stazioni sperimentali per le proposte italiane selezionate su base di merito (*peer review*);
- la partecipazione come osservatore agli organi di governo dell'Istituto (di proprietà effettiva dei soli tre paesi Francia, Germania e Gran Bretagna);
- la partecipazione alla vita scientifica dell'Istituto attraverso la rappresentanza nei competenti organi e il sostegno a programmi di dottorato congiunti.

Grazie all'esistenza dell'accordo quadro con ILL, è stato possibile avviare un progetto di costruzione di 2 stazioni sperimentali, da realizzare (in parte) in Italia e installare presso ILL, nell'ambito di accordi di collaborazione internazionale separati (CRG). I costi per la quota di partecipazione italiana ad ILL, per la costruzione delle stazioni sperimentali e per la gestione attraverso gli accordi CRG, sono stati sostenuti dall'INFM fino al 2003 ed assorbiti successivamente dal CNR.

La gestione delle due stazioni sperimentali italiane, denominate IN13 e BRISP ed attualmente operative, è affidata a personale ricercatore, assunto INFM e successivamente inquadrato nel CNR, che opera stabilmente presso ILL.

I costi delle due stazioni sperimentali IN13 e BRISP, rispettivamente dell'ordine di 60 e 90 k€/anno, gravavano fino al 2010 su una Commessa CNR.

L'investimento complessivo è attualmente pari a circa 3.65 M€/anno.

d) Capacità di progettare e realizzare strumenti scientifici

La comunità italiana attiva nella neutronica gode di un'ottima reputazione internazionale. Questo risultato, conseguito anche nell'assenza di sorgenti nazionali, è dovuto sostanzialmente a due fattori: da una parte la vivacità scientifica della comunità dei ricercatori italiani che per accedere alle infrastrutture internazionali ha acquisito l'abitudine a competere sul piano dell'eccellenza delle proposte scientifiche in un contesto europeo di alta qualità e competitività (meccanismi di *peer-review* e verifiche di produttività); e dall'altra il mantenimento delle competenze nella progettazione e costruzione delle stazioni sperimentali grazie al già citato sostegno costantemente offerto da enti di ricerca quali il CNR, e per un periodo limitato l'INFN, che hanno consentito le attività sperimentali e l'accesso della comunità italiana alle sorgenti europee attraverso accordi specifici.

Oltre alle stazioni sperimentali già menzionate (INES ad ISIS, BRISP e IN13 ad ILL) è opportuno ricordare che nel corso degli anni la comunità italiana ha partecipato a progettare, realizzare e gestire altre stazioni sperimentali quali:

- PRISMA, TOSCA, VESUVIO, NIMROD ad ISIS;
- DIANE a LLB (laboratorio di ricerca francese con il quale INFN ha attivato, per alcuni anni, una convenzione specifica);

e a progettare, costruire e collaudare differenti *core elements* in vari strumenti ad ISIS, ad esempio nell'ambito del progetto PANAREA.

L'attività di sviluppo di strumentazione, garantita dalla struttura degli accordi con le *facilities* menzionate, ha finora permesso alla nostra comunità di fare il salto di qualità da semplice utente a *instrument scientist*, pur non disponendo di sorgenti in Italia.

Un ulteriore aspetto da segnalare è la capacità di attrarre finanziamenti dalla Comunità Europea per R&D nell'ambito delle *Large Scale Facilities* e per *Joint Research Activities* nell'ambito delle *Integrated Infrastructures Initiatives*. A tale proposito si ricorda che l'ultimo progetto europeo per R&D in FP6, denominato ISIS-TS2, è stato coordinato dall'Italia, ed il CNR ha partecipato e partecipa ai progetti di *Preparatory Phase* (ESS-Spallation Source) e *Neutron and Muon Integrated Infrastructure Initiatives* (NMI3) finanziati dalla Commissione Europea in FP7.

Infine, nel 2011 la Sincrotrone Trieste, d'intesa con CNISM, INSTM, SILS e SISN, ha aperto un bando per proposte di progetti di contributo *in-kind* (PIK) alle infrastrutture di ricerca analitiche europee, tra cui l'European Spallation Source ESS, con lo scopo di coinvolgere ulteriormente la comunità italiana fin dalla fase di costruzione di tali infrastrutture.

2. Le linee sperimentali italiane o a partecipazione italiana

Introduzione

Come già detto, nel contesto degli accordi tra alcuni Enti di Ricerca (attualmente attraverso il CNR) e le sorgenti neutroniche ISIS e ILL, a fianco dei costi di partecipazione, si è sempre proceduto con contributi basati sulla fornitura di strumentazione neutronica. Questa scelta ha avuto un ruolo fondamentale nello sviluppo di una comunità scientifica competente.

Limitandosi a discutere le linee italiane attualmente funzionanti, vale a dire BRISP e IN13 presso ILL e INES presso ISIS, è opportuno distinguere i cosiddetti *Collaborative Research Group* (CRG) IN13 e BRISP, formalizzati da accordi specifici che sottostanno ad un regolamento deciso da ILL, da INES, gestito all'interno dell'accordo di partecipazione e quindi in genere con modalità più flessibili, essendo ISIS una sorgente nazionale che non prevede strumenti CRG.

Lo sviluppo e il mantenimento delle linee italiane è in generale stato utile e produttivo?

Sia l'esperienza di ILL che quella di ISIS portano a rispondere in modo positivo a questa domanda; tale valutazione positiva riguarda anche gli altri tipi di esperienza strumentale che si sono dati negli anni (per es.: partecipazione alla costruzione di una parte di una linea, di un rivelatore, ecc.). Questa valutazione nasce da un giudizio complessivo che tiene conto di tutti gli elementi esposti in dettaglio nel punto successivo. Le stazioni sperimentali italiane hanno svolto un ruolo efficace e corroborante per la comunità italiana di utilizzatori dei neutroni termici tale da costituire, spesso, un elemento catalizzatore intorno al quale organizzare discussioni e simposi. Sono in tale contesto significativi gli spazi di discussione aperti da alcuni anni durante i congressi annuali della SISN e le varie iniziative formative indirizzate in ambito nazionale ai giovani ricercatori e facenti esplicito riferimento alle linee sperimentali italiane (ossia le Giornate Didattiche e la Scuola Estiva SISN e la Scuola "F.P. Ricci").

Quali sono i criteri e le modalità con i quali devono essere valutate le linee sperimentali?

La valutazione delle linee sperimentali (che siano di tipo CRG o no) è un passo essenziale attraverso il quale la comunità scientifica può esprimere un giudizio su alcune delle proprie attività tecnico-scientifiche. E' tuttavia evidente che la valutazione delle linee sperimentali italiane, date la loro specificità nella comunità neutronica, rappresenta un momento piuttosto complesso che non può esaurirsi nel considerare la sola somma algebrica delle pubblicazioni scientifiche prodotte dagli strumenti in questione, magari pesate per il numero di citazioni o i parametri d'impatto delle riviste utilizzate. I criteri da seguire devono prevedere la presenza di molte voci, tra le quali – e senza pretesa di completezza – si possono citare:

1) attività scientifica promossa e realizzata attraverso la linea, con le connesse pubblicazioni scientifiche, comunicazioni a congressi/conferenze ecc.

- 2) Formazione di (giovani) ricercatori capaci non solo di utilizzare le tecniche di *neutron scattering*, ma anche di progettare e ottimizzare strumenti neutronici nel loro ambiente naturale, dove sono cioè presenti le sorgenti.
- 3) Sviluppo di competenze e tecnologie nell'ambiente delle piccole e medie imprese italiane che sono coinvolte nello studio e nella realizzazione di strumentazione neutronica avanzata.
- 4) Creazione di legami personali e scientifici stabili con i ricercatori attivi nel mondo delle sorgenti neutroniche.
- 5) Supplenza – per quanto possibile - alla mancanza assoluta di sorgenti nazionali per l'impiego in attività di *scattering* di neutroni.

Ci possono essere forme di sviluppo strumentale più vantaggiose?

Alla luce delle pur fruttuose partecipazioni italiane alla costruzione di strumenti non-CRG, si può dire che, salvo il caso di strumenti multi-funzione, l'esistenza di uno o più ricercatori distaccati da un ente italiano e dedicato alla gestione dello strumento sia indispensabile affinché la comunità nazionale continui nel tempo a trarne giovamento dal punto di vista scientifico. L'esempio di TOSCA ad ISIS è illuminante e paradigmatico: lo spettrometro fu progettato per la maggior parte in Italia nel periodo 1996-2000, e anche la sua costruzione si svolse largamente nel nostro paese. Per un breve periodo (1997-2001) il CNR finanziò la permanenza di un *post-doc* italiano ad ISIS con funzioni di aiuto nella calibrazione e nella gestione dello strumento. In questo periodo la platea degli utilizzatori si ampliò in modo considerevole, con la presenza di vari gruppi nazionali interessati alle applicazioni principalmente chimico-fisiche di TOSCA. Tuttavia, già pochi anni dopo il 2001, mentre lo spettrometro si affermava migliorando le sue prestazioni e incrementando sempre più il numero di richieste sperimentali, i gruppi italiani attivi su TOSCA diventavano sempre più rari, riducendosi notevolmente. Situazioni analoghe si sono verificate, sempre ad ISIS, con PRISMA e μ SR.

È opportuno individuare nuove stazioni sperimentali?

La questione coinvolge anche problemi non prettamente scientifici, legati al reperimento di adeguati finanziamenti. Se non sono disponibili nuove risorse idonee non è possibile prevedere anche la sola sostituzione di una o più delle tre stazioni italiani attualmente in funzione: la costruzione di un nuovo strumento o il suo aggiornamento sostanziale richiedono infatti un notevole investimento. Si ritiene in ogni caso opportuno stimolare la comunità scientifica perché si attivi sia nel formulare nuovi progetti scientifici per la realizzazione di nuove linee e/o l'*upgrading* di linee già esistenti, sia nel reperire nuove risorse

necessarie per la realizzazione di tali progetti. E' necessario valutare l'eventuale interferenza con il progetto ESS in quanto la capacità progettuale e di costruzione della comunità è limitata.

Come si “difendono” nella competizione con i progetti per ESS (in breve, i PIK)?

Il quadro delineato al punto E) deve essere completato considerando l'auspicabile partecipazione italiana a ESS. Da un punto di vista scientifico è ragionevole prevedere che ESS non renderà assolutamente obsolete le attuali sorgenti ILL ed ISIS. Tuttavia il progetto ESS diventerà realmente operativo in tempi lunghi rispetto alla vita degli attuali CRG di ILL.

Attualmente ESS è un capitolo di spesa esplicitamente presente al MIUR e, sebbene non ci sia un accordo intergovernativo formale, contributi formalizzati esistono nel caso dell'acceleratore (si basano sui finanziamenti già disponibili per ESS) per un totale di oltre 10 M€, in parte presso il CNR ed in parte presso la *Sincrotrone Trieste* (ST). La procedura, denominata *Projects-in-Kind* (PIK) ed inizialmente impiegata dalla ST per lanciare dei progetti per ESS, dovrà essere modificata per arrivare a qualche contributo realmente *in kind* con un riconoscimento formale di ESS. Questo aspetto sarà discusso nella scheda n. 5 relativa alle risorse necessaria alla comunità italiana.

In considerazione di questa situazione è difficile ipotizzare un'interazione fra linee attuali e PIK nel breve periodo. Si può ipotizzare un'interazione nel momento in cui si potrà avere la costruzione di uno strumento per ESS. Non sono previsti CRG a ESS nella fase iniziale (22 strumenti pubblici nel 2025), quindi la strumentazione per ESS va considerata in un contesto differente.

Che interazioni/conessioni si possono individuare con i PIK?

Sembra ragionevole individuare un rapporto non esclusivamente concorrenziale tra le linee (CRG o non) attualmente esistenti e i PIK: i secondi si situano, in un certo senso, nella scia dei primi, costituendone un ideale sviluppo. In questo modo le molteplici conoscenze, sia teoriche che pratiche, sviluppate da un gruppo di lavoro durante i vari anni di attività della linea non sarebbero perdute, ma potrebbero servire come base per una partenza per i PIK o per i progetti che seguiranno.

3. Sostegno all'attività dei gruppi di ricerca

L'accesso a ILL ed ISIS è sostenuto anche economicamente dagli accordi di collaborazione. L'accesso ai maggiori laboratori europei trova supporto nella specifica *Integrated Infrastructure Initiatives* finanziata dalla UE (NMI3). Non è scontato che nell'ambito di *HORIZON2020* siano presenti iniziative dello stesso tipo.

In questo quadro la SISN potrebbe svolgere un ruolo in ambito ENSA al fine di sollecitare la Commissione Europea a tenere in conto l'importante ruolo di integrazione che ha avuto e che hanno queste iniziative atte a favorire l'accesso alle grandi infrastrutture di ricerca. Potrebbe essere importante anche sostenere il ruolo di ESFRI tramite i rappresentanti nazionali.

L'altro ambito in cui SISN può operare è a livello italiano, sensibilizzando gli enti di ricerca nazionali al sostegno delle ricerche con neutroni. L'ente principale è il CNR, verso il quale la SISN deve mantenere un legame preferenziale. Anche con INFN deve essere mantenuto un contatto, tenendo conto delle competenze presenti in tale ente: INFN è coinvolto nella fase di sviluppo dell'acceleratore di ESS avendo ricevuto anche un considerevole finanziamento dalla ST ed è presente nei finanziamenti MIUR per le infrastrutture ESFRI. INFN potrebbe inoltre avere un ruolo nel supporto delle attività strumentali (in collaborazione con ST) con particolare riguardo allo studio di nuovi rivelatori.

4. Attività di formazione dei giovani ricercatori

La SISN organizza da tempo attività di formazione a vari livelli.

- a) Dal 2004 si svolgono annualmente le Giornate Didattiche (GD): sono indirizzate primariamente a studenti delle lauree triennali e magistrali dei Corsi di laurea in Fisica, Chimica, Biologia, Geologia, Scienze per la Conservazione dei Beni Culturali, e affini.

Dal 2004 al 2008 le GD sono state a tema: ogni anno la Scuola sceglieva l'argomento da trattare.

Dal 2009 sono diventate generaliste, nel senso che in ogni edizione vengono affrontati i filoni principali del *neutron scattering* e si è cercato di allargare il più possibile la platea delle discipline interessate.

L'obiettivo delle GD è far conoscere le basi delle tecniche sperimentali che usano la diffusione di neutroni, illustrandone le caratteristiche e le potenzialità nei vari ambiti disciplinari in cui trovano applicazione.

Una delle caratteristiche fondamentali è l'articolazione delle GD in due sessioni: nella prima i fondamenti del *neutron scattering* sono presentati attraverso lezioni frontali, esercitazioni e seminari, mentre nella seconda gli studenti trascorrono alcuni giorni sperimentando in prima persona con gli strumenti messi a disposizione da una delle *facilities* europee (finora l'ILL).

- b) Dal 2012 è organizzata una Scuola Estiva di Approfondimento rivolta a studenti di dottorato e post-doc la cui attività si svolge nell'ambito di discipline scientifiche quali Biologia, Chimica, Fisica, Scienze della Terra, Scienze per la Conservazione dei Beni Culturali, e affini. L'obiettivo formativo della Scuola è fornire un'adeguata preparazione specialistica sulle tecniche del *neutron scattering*, con riferimenti ed applicazioni alle varie discipline in cui tali tecniche trovano possibilità di impiego. La Scuola è organizzata annualmente e la scelta delle tematiche da affrontare è fatta in modo da coprire in un triennio la gran parte degli argomenti del *neutron scattering* che un giovane ricercatore deve conoscere.

Queste iniziative formative riscuotono un successo crescente: dal 2004 ad oggi circa 300 studenti sono stati introdotti nel mondo del *neutron scattering*, spesso con grande soddisfazione sia degli studenti sia dei gruppi di ricerca in cui sono inseriti. Ad ulteriore testimonianza di ciò si possono ricordare sia gli esiti nettamente positivi dei questionari di valutazione che gli studenti sono tenuti a compilare, sia l'alta percentuale – attorno al 40% – di studenti e ricercatori che, una volta conosciuti ed approfonditi con le GD e la Scuola Estiva i campi di ricerca della diffusione neutronica, hanno deciso di affrontare un PhD in tale ambito oppure hanno incluso le tecniche del *neutron scattering* nel loro campo di lavoro.

Ricordiamo inoltre che esiste un'iniziativa dell'Associazione Francesco Paolo Ricci che propone con cadenza biennale una scuola tematica.

5. Risorse per la neutronica

Ruolo della SISN

Il ruolo della SISN nel proporre iniziative utili allo sviluppo della ricerca con neutroni appare di grande importanza nella situazione attuale in quanto non esiste un'istituzione formalmente preposta allo scopo di sostenere queste ricerche. In effetti, nel caso delle ricerche di fisica sulle interazioni fondamentali esiste l'INFN il cui statuto prevede di garantire ai ricercatori italiani l'accesso alle infrastrutture appropriate a condurre le ricerche al massimo livello nel settore. Per quanto riguarda la neutronica il CNR non può facilmente svolgere un ruolo simile in quanto l'ente è troppo multidisciplinare.

La SISN per sua natura è invece in grado di qualificarsi come interlocutore degli enti ed, eventualmente, della politica, per proporre un quadro coerente di iniziative finalizzate a mantenere la comunità italiana ad un livello adeguato. In questo contesto è essenziale che la SISN diventi un interlocutore riconosciuto in campo nazionale. Un primo passo in questa direzione è stato fatto nell'ambito dei progetti PIK in quanto la SISN è stata chiamata a fare da interlocutore nel processo di selezione delle proposte. La SISN può e deve potenziare tale posizione presentando ai vertici degli enti che possono essere rilevanti (CNR, INFN, ST) delle proposte concrete e condivise dalla comunità scientifica di riferimento per quanto riguarda il futuro.

Un quadro delle iniziative in corso è riportato nella tabella che segue.

Attività	Stato di avanzamento	Costo annuo (k€)	Ente	Note aggiuntive e proposte per il futuro
ILL	In corso, scade a fine 2013	4000	CNR	Le relative convenzioni devono continuare almeno fino all'avvio definitivo di ESS.
ISIS (comprensivo di INES)	In corso, scade a fine 2013	2500	CNR	
CRG-BRISP (presso ILL)	In corso, scade nel 2016 (il contratto è valido solo in presenza dell'accordo generale)	90	CNR	BRISP è di proprietà del CNR e necessita di sviluppi ulteriori per mantenere l'attuale livello di prestazioni in confronto con altri strumenti. Le prestazioni dello strumento – come di tutte le linee italiane - devono essere valutate autonomamente dalla SISN.
CRG-IN13 (presso ILL)	In corso, scade nel 2016 (il contratto è valido solo in presenza dell'accordo generale)	60	CNR	IN13 è di proprietà di ILL. Le prestazioni dello strumento devono essere valutate autonomamente dalla SISN.

Confronto col contesto europeo.

Per avere un ruolo in ambito europeo è importante partecipare ad un livello adeguato e formalmente riconosciuto alle iniziative continentali. L'insieme delle attività descritte qui sopra deve pertanto essere

confrontato con quanto avviene in altri paesi europei, valutando se abbiano dimensioni congrue alle dimensioni del paese e della comunità scientifica di riferimento.

Il ruolo della SISN può arricchirsi attraverso la capacità di valutare se e come le risorse impiegate hanno dato risultati positivi in termini assoluti o in confronto con altri paesi. La Società deve verificare periodicamente lo stato generale della comunità da essa rappresentata e delle sue attività; in tal modo può individuare dei nuovi progetti scientifici ed identificare le iniziative eventualmente non più rispondenti alle necessità generali. Un'attività di tal genere, svolta con efficacia, rigore e trasparenza, contribuisce certamente alla buona credibilità generale della Società.

Per inquadrare correttamente il confronto tra le attività della comunità nazionale e le altre comunità europee è opportuno ricordare che i tre maggiori paesi, cioè Francia, Germania e Regno Unito, investono rispettivamente circa 50 M€, 100 M€ e 70 M€ per anno nel settore. La Spagna, che ha una comunità di dimensioni simili a quella italiana, investe 8 M€ per anno. Anche la Svizzera, con una comunità ben più piccola di quella italiana, investe circa 15 M€ per anno. Tutti questi paesi investono cifre superiori a quelle italiane con risultati scientifici di alto livello ma sicuramente confrontabili con quelli italiani. Viste le dimensioni del paese, un investimento superiore sarebbe senz'altro auspicabile.

Il futuro.

La partecipazione a ESS fin dalla fase iniziale è una condizione senza la quale la comunità è probabilmente destinata ad un nuovo declino come quello che si è avuto negli anni '70 con il progressivo disimpegno delle sorgenti italiane e la mancata partecipazione a ILL.

ESS, come accadde a metà degli anni '60 con la costruzione dei reattori ad alto flusso negli USA e negli anni '70 con l'introduzione di uno *user programme* a ILL, potrà rappresentare un reale passo in avanti delle tecniche neutroniche. ESS diventerà sicuramente un nuovo paradigma in vari settori di applicazione dei neutroni termici e freddi. Difficilmente troverà applicazione per neutroni epitermici in quanto il suo spettro sarà simile a quello di un reattore (completamente moderato) e non avrà moderatori caldi; le applicazioni a basse energie potranno essere particolarmente efficaci in specifici settori come lo *scattering* a basso angolo e la diffrazione, ed anche per lo *scattering* anelastico con l'impiego di nuovi spettrometri.

La partecipazione a ESS è politicamente possibile visto il considerevole coinvolgimento del MIUR e le risorse già destinate al progetto.

Il MIUR ha destinato negli anni 2010-2012 un contributo totale di circa 8 M€ a tale progetto ed altre risorse sono state destinate a ESS anche nel 2013. Queste risorse sono state in parte destinate allo sviluppo dell'acceleratore, che rappresenta un contributo *in-kind* già riconosciuto da ESS; in parte sono state destinate ai PIK, un contributo che difficilmente può essere riconosciuto come *in-kind* da ESS; un'ulteriore parte è stata destinata ad alcuni progetti CNR, anche questa difficilmente riconoscibile come *in-kind* da parte di ESS; infine, una parte più consistente dovrebbe essere destinata alla costruzione di uno o più strumenti (o di parti di essi) che siano di interesse di ESS.

Per quanto riguarda la partecipazione formale italiana ad ESS, si ritiene essenziale promuovere una tale partecipazione ad un livello congruo, dell'ordine del 5%, che corrisponde ad un impegno di circa 70-90 M€ nella fase di costruzione e circa 7-9 M€ per anno nella fase di gestione. Notare che il costo di ESS sembra attualmente salito a 1800 M€.

La tabella seguente riassume quanto descritto.

Attività	Stato di avanzamento	Costo annuo (M€)	Fondi	Nota
Costruzione di ESS	Fase pre-progettuale termina nel 2013, progetto e realizzazione nel 2019?	70-90	MIUR-FOE	Impegno medio su 10 anni
Contributo <i>in-kind</i>	Acceleratore e uno strumento	20	MIUR-FOE	Già disponibili 10 M€, possono essere valutati per molto di più via <i>man-power</i>
Gestione di ESS	Inizio del 2020	7-9/anno	MIUR-FOE	