

ESISTONO ANCORA IN ITALIA LE COMPETENZE NUCLEARI DI BASE?

C. Fossati –già Responsabile della Sezione Meccanica e Microstruttura del CISE
già Responsabile dell'Unità di Meccanica di ENEL Ricerche

1. PREMESSA

Quando mi è stato chiesto se potevo sviluppare, in apertura di questo convegno, un tema difficile ed impegnativo quale “Esistono ancora in Italia le competenze nucleari di base”, sono stato preso da un certo smarrimento: da un lato sicuramente onorato dalla richiesta, intimorito dall'importanza del quesito dall'altro.

Poi ho ripensato all'origine ed alla storia dell'IGF e mi sono convinto che parte della risposta può venire proprio dall'esame di questa storia: e quindi, forse con un po' di presunzione, ho accettato.

Non sarà quindi una lezione formale con tesi, ipotesi e dimostrazioni, ma, molto più umilmente, una serie di ricordi ed esperienze personali di noi “IGFfini” e quindi, in definitiva dell'IGF. Da parte mia, alla fine di queste meditazioni, la risposta al quesito è emersa abbastanza chiara: spero risulti altrettanto chiara a tutti voi.

Il prossimo anno festeggeremo i 25 anni della nostra associazione, ma ricorrono quest'anno, il 4 novembre, i 25 anni dal primo di una serie di incontri che avrebbero portato, il 4 marzo 1982, un gruppo di ricercatori provenienti dal mondo industriale e dal mondo accademico, a costituire a Milano, il Gruppo Italiano Frattura. Troppo giovane (professionalmente) per sedere accanto ai soci fondatori “ufficiali”, partecipai comunque sia ai preparativi che precedettero l'atto formale, sia successivamente alla vita del Gruppo e posso quindi a buon diritto affermare di averlo visto nascere, crescere e raggiungere la maturità in piena salute.

Ed è strano come a volte l'evolvere degli eventi, o la storia se vogliamo usare termini più impegnativi, creino curiose coincidenze o concomitanze: la piena maturità del IGF (25 anni sono veramente tanti per un'associazione culturale come questa) coincide con il riaprirsi in ambito nazionale del dibattito sull'uso del nucleare per la produzione di energia: per l'IGF, un ritorno alla giovinezza.

Per comprendere appieno le ragioni e l'origine dell'IGF occorre infatti riferirsi alla situazione della società occidentale, ed Italiana in particolare, alla fine degli anni 70'. L'occidente era da poco uscito da una crisi petrolifera (1974) che aveva definitivamente messo in crisi il mito di una disponibilità infinita delle risorse energetiche tradizionali ed aveva innescato un processo di analisi critica dei modelli di sviluppo industriale che avrebbe poi portato a quei principi di “sviluppo sostenibile” oggi ormai largamente accettati.

2. PERCHÉ UN GRUPPO ITALIANO FRATTURA

Sulla base delle forti emozioni originate dal razionamento del petrolio, in quegli anni si consolidava anche in Italia un programma di sviluppo di impianti nucleari per la produzione di energia. E ciò, sia a livello prettamente industriale con un impegnativo piano di realizzazione di centrali per la produzione di energia elettrica (di cui Montalto di Castro era solo la prima), sia, a livello di ricerca nazionale ed europea, nel campo dei nuovi modelli di reattori per l'uso pacifico dell'energia nucleare (Superphenix, PEC, ecc.)

L'esigenza di elevati standard di sicurezza che questi impianti richiedono in tutte le fasi della loro vita dalla progettazione, alla realizzazione, all'esercizio, sino allo smantellamento stimolò fortemente un diverso modo di intendere e praticare la sicurezza degli impianti grazie anche al sensibile livello di sviluppo e maturazione che la scienza dei materiali aveva raggiunto o stava raggiungendo in quegli anni. Anni in cui, non dimentichiamolo, nasce e si sviluppa anche quella tecnologia di vita residua finalizzata alla verifica del grado di affidabilità e sicurezza degli impianti in esercizio che si è oggi definitivamente consolidata in veri e propri standard che, con un inglesismo tecnico, definiamo di "fitness for service" (API 579, BS 7939, ecc).

Dopo tutto anche un impianto nucleare non si discosta molto dagli altri impianti di processo tradizionali sicuramente più noti e più diffusi e, sotto certi aspetti, è anche più "semplice":

- ❑ un circuito in pressione contenente acqua che bolle da una parte (*vessel*), raggiunge, attraverso tubazioni, degli scambiatori di calore e, dopo il trasferimento di sua energia al secondario, rientra nel *vessel*;
- ❑ temperature decisamente inferiori (250-300 °C) rispetto a quelle di un impianto petrolchimico o termoelettrico convenzionale (500 – 550 °C);
- ❑ pressioni dell'ordine dei 70 bar (almeno per i reattori di tipo bollente);

Impianto tranquillo dunque dal punto di vista meccanico, ma solo in apparenza in quanto alcuni aspetti quali:

- l'impossibilità pressoché totale di accesso all'interno del circuito in pressione dopo il primo avvio dell'impianto;
- le dimensioni del *vessel* e delle tubazioni decisamente "anomale" con conseguenti spessori che, nel *vessel* raggiungono e superano i 200 mm di spessore;
- i problemi di progressivo infragilimento del materiale del *vessel* a causa del flusso neutronico incidente,

possono creare notevoli inconvenienti, soprattutto nell'arco della vita dell'impianto, se le i problemi legati alla stabilità dei componenti in presenza di eventuali difetti non sono correttamente affrontati e risolti e non sono disponibili procedure di intervento adeguate, affidabili e condivise tra tutti i soggetti coinvolti (gestori dell'impianto e organismi di controllo).

È questo un problema tipico della Meccanica della Frattura e questa disciplina, almeno in campo lineare elastico, aveva raggiunto proprio a fine anni 70 un buon livello di sviluppo, tale da consentirne l'applicazione a casi concreti.

Negli Stati Uniti studi ed applicazioni di questa nuova disciplina erano in pieno sviluppo proprio per le prospettive che la Meccanica della Frattura dava ai fini di una gestione sicura del problema della stabilità di strutture contenenti difetti; in Italia, con le nuove esigenze di sicurezza degli impianti nucleari, diventava urgentemente necessario assimilare e diffondere in ambito industriale questi nuovi concetti.

E su questo campo, molte delle maggiori aziende o istituzioni Italiane si applicarono a partire dagli anni '76 - '78: con la certezza di dimenticarne qualcuna, del che chiedo anticipatamente scusa, posso ricordare l'Ansaldo, la Belleli, la Nira, l'AGIP Nucleare, il Centro Ricerche Fiat, il CISE

unitamente alla sua controllante ENEL, il CNEN (oggi ENEA), l'ENI, alcuni esponenti del mondo accademico. Per alcuni si trattava di affrontare gli aspetti teorici della nuova disciplina, per altri quelli applicativi, per altri ancora (quali ad es. il CISE) di mettere a punto i metodi di prova più idonei a misurare la tenacità dei materiali ed ad ottenere dati significativi da poter poi utilizzare nelle applicazioni pratiche. Anche se appartenenti ad aziende rinomate ed importanti, si trattava sempre di pochissime persone rispetto al mondo accademico e tecnico/industriale Italiano ed in più erano persone che operavano singolarmente e con pochissimi mutui contatti.

Come spesso accade, l'iniziativa di creare un punto di raccolta di coloro che si occupavano di meccanica della frattura venne dal mondo accademico ed in particolare dal Prof. G.Caglioti del Centro Studi Nucleari Enrico Fermi del Politecnico di Milano.

Così il 4 novembre 1981 iniziava un processo "costituente" di che si sarebbe concluso il 4 marzo 1982 con la nascita dell'IGF Associazione Culturale con lo scopo di approfondire le tematiche legate alla Meccanica della Frattura ed alla stabilità di strutture e componenti, e con la missione di diffonderne i principi e favorirne l'applicazione in ambito industriale.

3. L'IGF SINO AL REFERENDUM SUL NUCLEARE

Con l'avvio del programma nucleare Italiano, una parte delle risorse economiche messe a disposizione dalla nazione era stata finalizzata a studi e ricerche in tutte quelle discipline collegate ad una corretta progettazione, realizzazione e conduzione di questo tipo di impianti e, in quest'ambito, erano sorti o stavano sorgendo laboratori finalizzati a programmi sperimentali di applicabilità dei principi di meccanica della frattura sia in campo elastico che elastoplastico.

In questo panorama favorevole per quanto riguardava le ricerche nel campo della scienza dei materiali, i primi anni di vita dell'IGF furono caratterizzati da una grande attività di approfondimento e sviluppo dei temi tipici della meccanica della frattura classica quale oggi noi la conosciamo e, contestualmente, da una sensibile diffusione in ambito industriale dei suoi principi applicativi e delle implicazioni tecniche ad essi conseguenti.

Gli studi di base condotti in ambito universitario, venivano integrati dall'attività sperimentale dei laboratori del CISE, del CSM o del CRF a sua volta inserita in un ambito di collaborazioni più ampio con centri di ricerca Europei (Battelle, Fraunhofer, GKSS, ecc.) o Americani (G.E., Westinghouse, ecc.), o all'interno dei Task Group normativi dell'ASTM.

Entrarono così a far parte dell'IGF le più svariate figure professionali e culturali: dai metallurgisti agli esperti di controlli non distruttivi, ai progettisti, agli esperti di prove materiali, ai corrosionisti, agli esperti di fatica, agli esperti di saldatura.

Nei primi convegni nazionali, il numero di rappresentanti dell'industria era per lo meno comparabile con coloro che provenivano dal mondo universitario o dal mondo della ricerca industriale a conferma della validità dell'intuizione dei padri fondatori e della grande attrazione che in quegli anni esercitavano due concetti

- il poter affrontare in modo nuovo il problema della stabilità e sicurezza di una struttura,
- il fascino di poter "gestire" un componente contenente un difetto.

Infatti non era solo il mondo legato al nucleare ad interessarsi della Meccanica della Frattura ma molte altre realtà quali quella ferroviaria, automobilistica ed impiantistica in generale.

4. L'IGF DOPO IL REFERENDUM SUL NUCLEARE

L'incidente di Chernobyl con il suo traumatico impatto sull'opinione pubblica e, consentitemelo, la sua strumentalizzazione da parte di alcuni, portarono nel 1987 al referendum ed alla conseguente

chiusura del programma nucleare italiano. Tutte le risorse umane che su questo campo erano impegnate dovettero rivolgere ad altri obiettivi la propria attività, in alcuni casi con notevoli problemi e non pochi traumi.

Ma, come spesso accade per le competenze tecnico/scientifiche, i campi di applicazione delle conoscenze sono in genere molto ampi; e così per l'IGF la scomparsa di quella che ne era stata la "propria causa generante" fu sentita soltanto come l'affievolirsi, in termini di immediata applicazione, di uno dei vari ambiti in cui il proprio ruolo andava affermandosi.

Il mondo accademico, non strettamente legato a logiche industriali e che per altro già in precedenza stava ampliando i campi d'applicazione della Meccanica della frattura (dai metalli in genere ai materiali polimerici, ceramici, legno, calcestruzzi) fu quello che sicuramente meno avvertì il cambiamento, sia per la varietà di applicazioni possibili, sia per il fatto che lo stop post-referendum solo in minima parte toccò, per fortuna, le strutture universitarie.

Ma anche quella parte di Italia meno legata alla costruzione diretta di componenti nucleari, cui associa anche centri di ricerca industriale quali il CISE in cui operavo ed ho operato sino al 1998 anno in cui venne chiuso, non per le ricadute del nucleare, ma per altre scelte che esulano dalla chiacchierata odierna, poterono con ragionevole facilità reindirizzare competenze e conoscenze su altri ambiti più o meno strettamente omogenei al passato.

La cultura della sicurezza fu uno dei temi che più facilmente e spontaneamente poté essere trasportata ed applicata ad altri ambiti ed in particolari a tutti gli impianti industriali ove la non presenza di radionuclidi non costituisce di per sé una garanzia di impianto sicuro, se non altro per le persone che vi lavorano. E moltissime delle conoscenze e competenze proprie dell'IGF vennero travasate in quella tecnologia di vita residua o "life extension" o "fitness for service" di cui si parlava in precedenza e che hanno consentito, oggettivamente, di rendere potenzialmente molto più sicuri gli impianti industriali Italiani.

Si può sostenere che l'allargamento dell'orizzonte alle problematiche di sicurezza di tutti gli impianti industriali conseguente alla "conversione professionale" di parte dei propri soci ha naturalmente portato l'IGF ad estendere la propria arena dalla Meccanica della Frattura classica (K_{IC} o J_{IC}) ai processi di frattura più in generale.

E tutto ciò, mi sia consentito il dire, con un notevole vantaggio anche a livello nazionale se tre illustri soci IGF, per altro due già "past president" ed un membro di presidenza IGF, sono stati chiamati dai magistrati come periti in quanto esperti di frattura: i proff. Firrao, Reale, Roberti per il caso Ustica e, molto più recentemente, il prof. Firrao per l'inchiesta sul caso Mattei.

5. LE NUOVE PROSPETTIVE IN AMBITO NUCLEARE E LA DOMANDA INIZIALE

Oggi il problema dell'energia si sta riproponendo in tutta la sua gravità e secondo uno schema che alcuni hanno da tempo delineato.

Per uno strano (o forse giusto?) gioco della natura le principali fonti di energia fossile del pianeta sono collocate nelle aree meno sviluppate ed ove la precarietà di società in gran parte ancora tribali comporta continue e costanti instabilità nonché un diffuso spirito di rivalsa nei confronti di quelle regioni del pianeta economicamente più sviluppate; i risultati sono sotto i nostri occhi con la disponibilità del petrolio e metano legata agli umori dei paesi produttori da un lato, ed alle politiche energetiche dei paesi emergenti dall'altro. A questo si aggiunga la crescente preoccupazione, forse eccessiva e immotivata ma sicuramente reale e diffusa, per i problemi legati alla produzione di gas serra che hanno portato agli accordi di Kyoto con un ulteriore aggravio economico (in aggiunta ai costi di approvvigionamento) sull'uso di combustibili fossili.

Tutto ciò ha fatto sì che in Italia si stia ritornando a parlare di uso dell'energia nucleare.

Da questa situazione nasce la domanda cui questa chiacchierata avrebbe dovuto suggerire una risposta: “Esistono ancora in Italia le competenze nucleari di base?”.

Ora, proprio ripercorrendo la storia dell'IGF, sviluppando le considerazioni sin qui fatte e limitando le considerazioni agli ambiti che meglio conosco, a partire proprio dall'IGF, penso che alcune considerazioni siano possibili:

- la scienza dei materiali in generale, e la meccanica della frattura in particolare hanno continuato la propria evoluzione indipendentemente dalle sorti dei programmi nucleari, e l'IGF ha continuato ad essere un punto di coagulo e confronto di queste competenze che sempre di più contribuiscono oggi ad una progettazione ed ad una gestione sicure degli impianti industriali;
- l'IGF ha dimostrato come tutta la messe di competenze e conoscenze create per soddisfare l'esigenza di procedure chiare, affidabili e condivise sulla valutazione della stabilità del *vessel* nucleare e delle tubazioni del circuito primario del reattore, non sia andata perduta abbia potuto essere proficuamente e velocemente applicata ad altre tipologie d'impianto.

Da queste considerazioni, senza voler peccare di presunzione e, come detto, limitandomi agli ambiti che meglio conosco, a partire dall'IGF, una prima timida risposta sotto forma di una timida domanda mi nasce spontanea e mi appare possibile:

“Perché, ove si riaprisse in Italia un discorso nucleare, tutto questo grande patrimonio di competenze non potrebbe essere nuovamente e facilmente reindirizzato con un'azione esattamente simmetria quanto avvenne 20 anni fa?”

Assodato dunque che l'IGF e le competenze che esso rappresenta sono assolutamente disponibili e sicuramente più ampie ed esaustive di quanto non fossero nel 1987 che si può dire degli altri ambiti scientifici, tecnici, industriali?

Qui la risposta è per me più difficile in quanto non ho con questi ambiti una familiarità analoga a quella che deriva da quasi 40 anni di esperienza di lavoro, ma anche in questo caso mi permetto alcune osservazioni iniziando dal mondo che meglio conosco per frequentazione, anche se non assidua, e per amicizia con molti sui rappresentanti, il mondo universitario.

- Le facoltà di ingegneria ancora oggi continuano a contemplare la laurea in ingegneria nucleare e questo significa che ogni anno un certo numero di nuovi ingegneri nucleari, magari pochi, ma sempre ingegneri, entrano nel mondo del lavoro portando tutte quelle competenze che caratterizzavano questo tipo di laurea 20 anni fa. Una di queste nuove leve è diventata mio collaboratore non più tardi di tre anni fa e posso garantire che ho ritrovato lo stesso “imprinting” (forse perché come me proveniente dal CESNEF) che caratterizzava noi vecchi ingegneri nucleari degli anni 70-80.
- Nei primi anni 80 si diceva, e ritengo con ragione, che gli impianti nucleari riassumevano tutte le branche avanzate dell'ingegneria: elettronica, automazione, robotica, scienza dei materiali, impiantistica, ecc. Ora tutti questi ambiti hanno continuato a svilupparsi, alcuni in modo addirittura frenetico, a prescindere dal fatto che in Italia esistesse o meno un piano nucleare e queste competenze sono sicuramente pronte, disponibili e più avanzate rispetto agli anni 80.
- Discipline specifiche in ambito nucleare quali radioprotezione e fisica sanitaria hanno tranquillamente continuato ad esistere e svilupparsi in quanto la presenza di radionuclidi e di sorgenti radioattive anche di notevole attività non è assolutamente rara in ambito sanitario ed industriale.

Mi fermo qui.

Non so quali saranno le scelte Italiane sul nucleare, né i suoi tempi di attuazione, se mai vi saranno; saranno la politica e gli italiani, purtroppo con i condizionamenti dei paesi produttori di combustibili fossili, a decidere.

Sono comunque convinto e mi sento di affermare che, nel processo decisionale, il dubbio se in Italia esistano ancora le competenze nucleari di base non debba entrare.

Ciò è sicuramente vero per il mondo di conoscenze specifico dell'IGF e, se è vero per l'IGF, perché non dovrebbe esserlo anche per gli altri ambiti tecnico/scientifico/industriale Italiani?