



Sviluppo competenze scientifiche nel campo della sicurezza nucleare

SCENARIO DI RIFERIMENTO

In Occidente è forte la necessità di rivalutare i margini di sicurezza degli impianti in esercizio o in costruzione e di procedere a un rinnovato impegno sui temi della ricerca, della riduzione e messa in sicurezza dei rifiuti, della cooperazione internazionale per l'impiego sicuro del nucleare negli usi civili. In Italia, dove da tempo le centrali dotate di reattori di GEN II sono state fermate, non si ha necessità diretta nel procedere a studi e ad applicazioni per il miglioramento dello standard di funzionamento di questo tipo di sistemi. Nondimeno, come paese tecnologicamente sviluppato e allineato agli standard di sicurezza e controllo degli altri paesi occidentali, l'Italia ha l'obbligo di mantenere vive le conoscenze scientifiche nel campo della fissione nucleare, dando priorità assoluta al mantenimento delle conoscenze nel settore della sicurezza e concentrando i propri sforzi nei settori della ricerca e della cooperazione internazionale per l'impiego sicuro, anche oltre i suoi confini geografici, degli impianti esistenti e del nucleare di prossima generazione. Il nuovo quadro di riferimento delineatosi in Italia a seguito dell'incidente di Fukushima, e del successivo referendum, ha portato ad una rimodulazione delle attività di R&S previste nell'ambito del programma triennale 2012-2014. In particolare, si è ritenuto necessario che le esigenze primarie fossero la conservazione nel Paese di un sistema di competenze scientifiche sotto il profilo della sicurezza e delle attività rivolte allo sviluppo di sistemi di IV generazione.



OBIETTIVI

L'intento del progetto è quello di contribuire a mantenere e, nel limite del possibile, ampliare le competenze tecniche e scientifiche necessarie agli studi sulla sicurezza dei reattori e sviluppare una capacità autonoma di valutazione delle diverse opzioni tecnologiche, in particolare dal punto di vista della sicurezza e

della sostenibilità, anche grazie ad accordi bilaterali con grandi istituzioni di ricerca quali il CEA e l'IRSN francesi, i laboratori del DOE americano, la stessa USNRC ecc. In tal modo l'Italia partecipa a pieno titolo alle

grandi iniziative di R&S internazionali/europee sul nuovo nucleare (GIF, INPRO, IFNEC, SNETP, ESNII, EERA, programmi EURATOM ecc.). Parallelamente, si supporta il sistema di ricerca nucleare italiano per lo sviluppo di reattori di IV generazione e generazione avanzata (LFR e SMR), con relativo ciclo del combustibile, in termini di competenze, infrastrutture di ricerca, laboratori, processi di qualificazione, mantenendo ad alto livello le competenze sul nucleare da fissione per rendere possibile la valutazione di progetti di reattori innovativi proposti in ambito internazionale. Gli obiettivi proposti sono:

- Acquisizione, sviluppo e validazione di codici e metodi per studi e analisi di sicurezza e sostenibilità, garantendo un adeguato training per il loro corretto utilizzo.
- Sviluppo di metodologie avanzate per la valutazione delle conseguenze incidentali in impianti nucleari tenendo conto dell'evento di Fukushima Dai-ichi e delle risultanze degli stress test europei.
- Realizzazione di attività sperimentali e di studi a supporto della qualifica di sistemi, strumentazione

e componenti innovativi e della validazione della modellistica per l'analisi incidentale di reattori innovativi.

RISULTATI

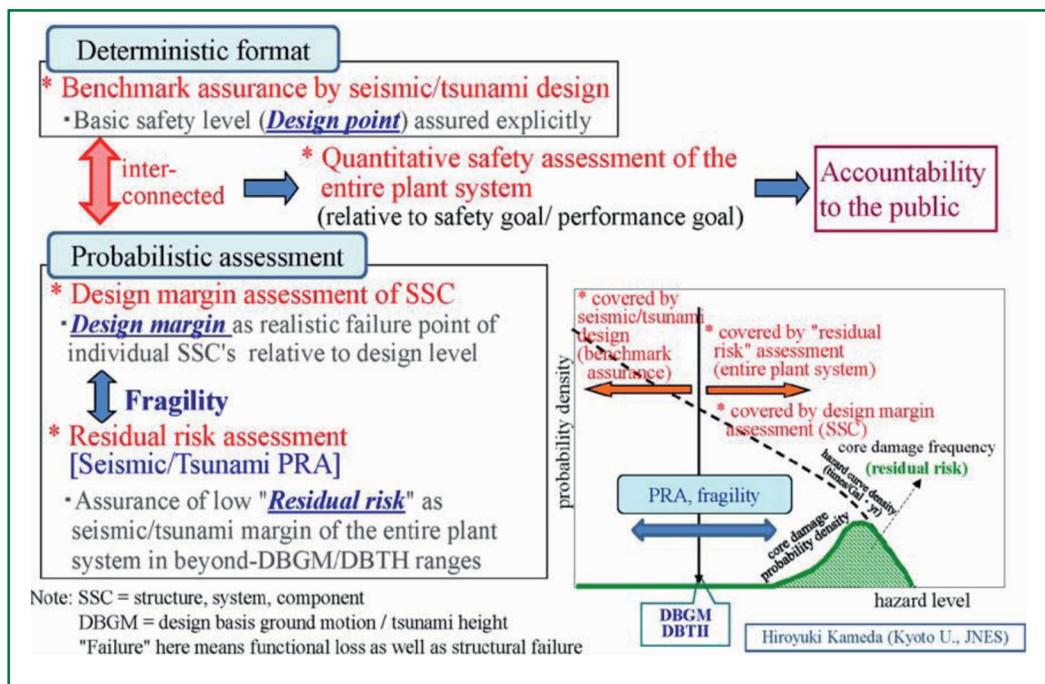
Con i risultati degli studi e delle ricerche avanzate condotte nel progetto, conseguiti sfruttando il background internazionale acquisito e i risultati delle attività già svolte nei piani annuali precedenti, è stato possibile aumentare ulteriormente le conoscenze di base e arricchire l'esperienza precedentemente maturata. Si fa sempre riferimento all'acquisizione degli strumenti, delle metodologie e delle tecnologie più avanzate che permettano una valutazione indipendente circa la sicurezza, sostenibilità e affidabilità delle concezioni innovative oltre che delle installazioni nucleari attuali.

La prima parte delle attività svolte riguarda l'acquisizione, lo sviluppo e la validazione di codici e metodi per studi e analisi di sicurezza e sostenibilità, garantendo un adeguato training per il loro corretto utilizzo. Questi strumenti, in gran parte oggetto di accordi di collaborazione con gli enti francesi CEA e IRSN, e americano USNRC, sono relativi alle diverse tematiche implicate nel funzionamento di un sistema estremamente complesso come un impianto nucleare: modellistica di base per la realizzazione di librerie di dati nucleari, studi di modelli per il calcolo di sezioni d'urto, aggiornamento di librerie di decadimento per il calcolo dell'attivazione dei ma-

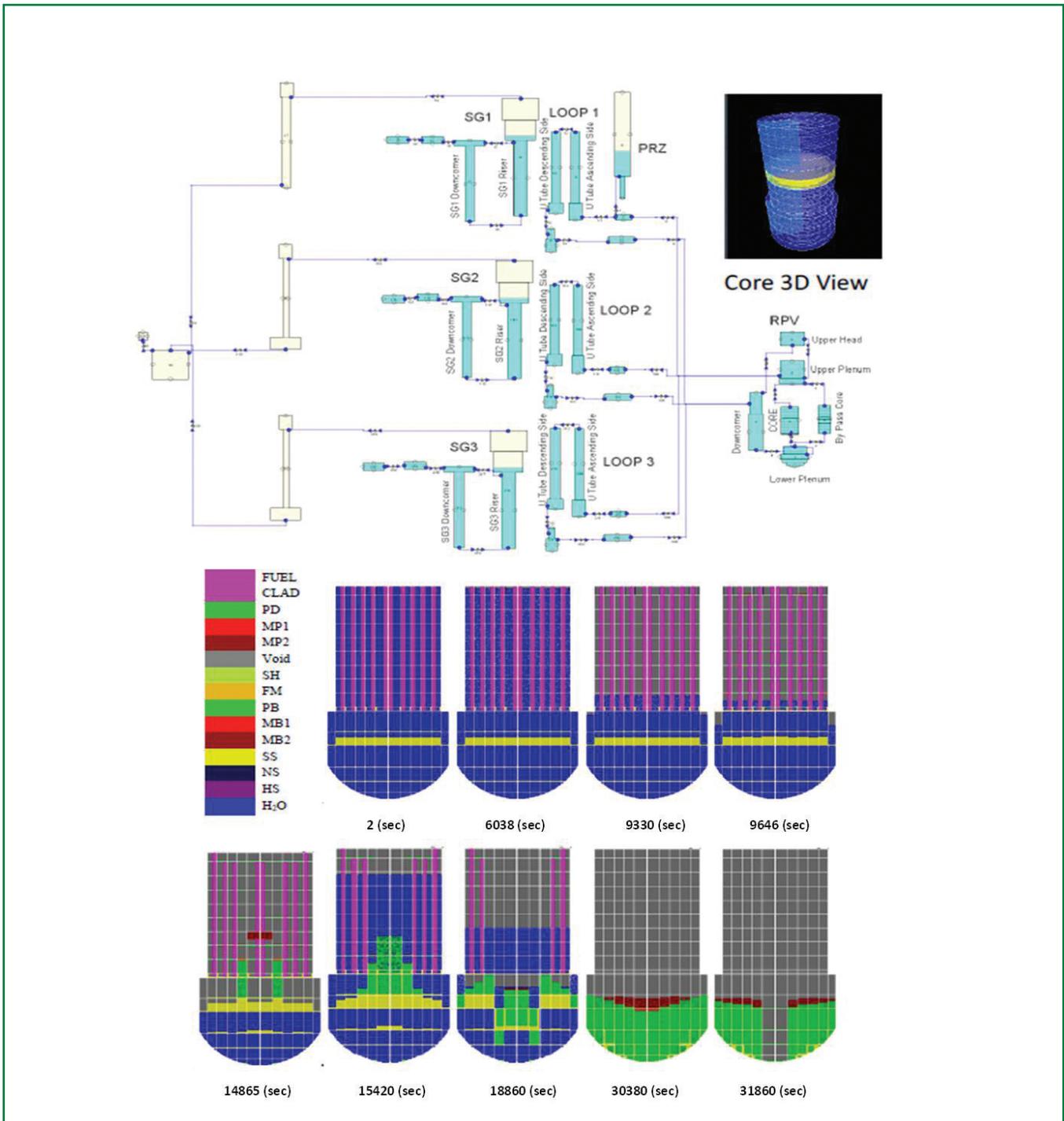
teriali sottoposti ad irraggiamento neutronico, codici di neutronica deterministici e Monte Carlo per l'analisi neutronica del reattore, piattaforme di calcolo avanzate con capacità "multi-scale" e "multiphysics" per la simulazione T/H dell'intero impianto e di specifici componenti, analisi di pre- e post-test a supporto di programmi sperimentali per la validazione dei codici ICARE/CATHARE e ASTEC, verifica dei progressi nell'affidabilità della risposta dei codici integrali ASTEC e MELCOR per la valutazione delle conseguenze di incidenti gravi, modellistica per la valutazione del rilascio e della diffusione dei contaminanti radioattivi, metodi per la valutazione degli impianti nucleari sotto l'aspetto della resistenza alla proliferazione nucleare e in relazione agli aspetti di interfaccia safety-security.

La seconda parte del progetto riguarda lo sviluppo di metodologie avanzate per la valutazione delle conseguenze incidentali in impianti nucleari tenendo principalmente conto dell'evento di Fukushima Dai-ichi ma anche di eventi incidentali gravi rilevanti, quali quello di Three Mile Island, e delle risultanze degli stress test europei. L'attività di ricerca si è concentrata con particolare attenzione alla raccolta di coefficienti e parametri integrali per il calcolo "fast" del termine sorgente in reattori LWR, allo studio integrale di sequenzebdba su reattori di tipo PWR, selezionati tra quelli presenti in prossimità delle nostre frontiere, al calcolo e valutazione della sequenza incidentale nell'unità 1 della centrale di Fukushima Dai-ichi, anche attraverso invio sul posto di un ricercatore per la miglior raccolta dati e informazioni (partecipazione a congresso sul tema sicurezza), al proseguimento e finalizzazione delle procedure per la realizzazione di un database esperto, alla verifica di fattibilità di una catena di calcolo fast-running, supportata da studi di sensitivity & uncertainty con l'uso del codice DAKOTA, all'applicazione di approcci di tipo probabilistico e deterministico per la stima del rischio da eventi incidentali

per la miglior raccolta dati e informazioni (partecipazione a congresso sul tema sicurezza), al proseguimento e finalizzazione delle procedure per la realizzazione di un database esperto, alla verifica di fattibilità di una catena di calcolo fast-running, supportata da studi di sensitivity & uncertainty con l'uso del codice DAKOTA, all'applicazione di approcci di tipo probabilistico e deterministico per la stima del rischio da eventi incidentali



Schema per verifiche di sicurezza sismica/tsunami (safety)



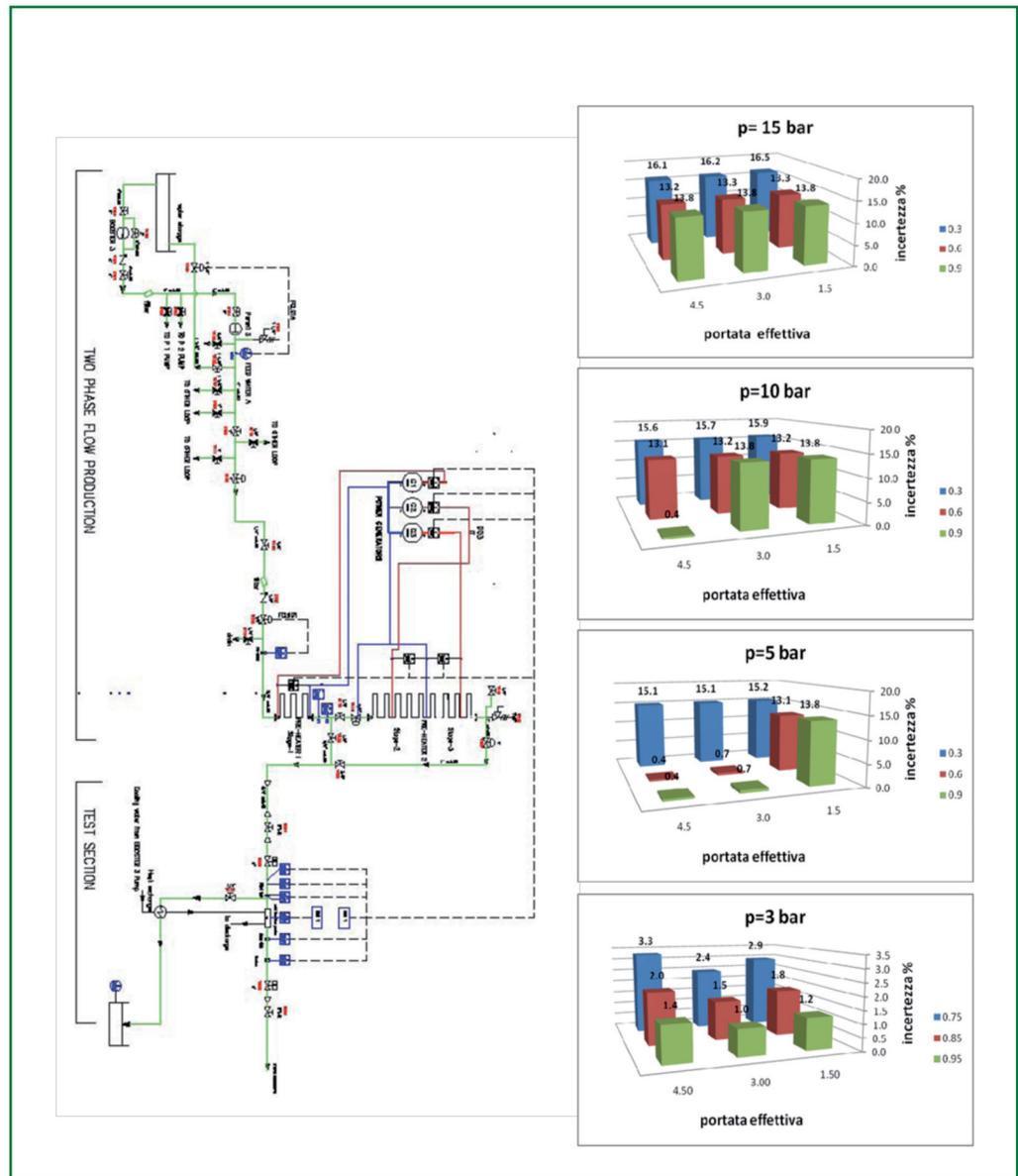
Nodalizzazione MELCOR di un generico reattore da 900 MW e analisi delle diverse fasi di degradazione del core predette dal codice MELCOR

esterni (vedi sisma/tsunami a Fukushima). La terza parte del progetto riguarda attività sperimentali e analisi a supporto degli studi sulla sicurezza. In particolare le attività sono state indirizzate principalmente alla fase conclusiva degli studi di fattibilità e valutazione costi di una nuova configurazione della facility integrale SPES3, allo studio per la sperimentazione di un sistema per la rimozione del calore residuo e alla validazione e verifica della ri-

sposta dei codici CATHARE2 e TRACE con riferimento al programma sperimentale SPES2

Il processo di comunicazione e diffusione dei risultati è cominciato con la convocazione di un incontro di inizio attività in cui, alla presenza dei ricercatori ENEA e del personale CIRTEN e SIET, si è provveduto a fornire una panoramica completa delle attività pianificate, fornendo indicazioni sui deliverable da produrre e sulla tempistica. Lungo tutto l'arco delle

attività previste nell'attuale annualità, particolare attenzione è stata rivolta alla partecipazione a seminari, workshop e conferenze internazionali da parte dei ricercatori coinvolti nelle attività del progetto, cosa che ha favorito la diffusione delle attività svolte in ambito nazionale, la pubblicazione su riviste specializzate di lavori originali e la contemporanea acquisizione di informazioni utili per il loro proseguimento durante la terza e finale annualità del piano triennale 2012-2014. Si è anche provveduto alla organizzazione di seminari a livello nazionale. Si riportano, a titolo di esempio: a) schema di nodalizzazione di reattore PWR900, del tipo presente ai confini nazionali, con presentazione delle diverse fasi di degradazione del core predette con l'uso del codice integrale MELCOR; b) schema per l'attuazione di verifiche di sicurezza "sismica/tsunami"; c) schema di flusso dell'impianto di prova SPOOL PIECE con l'indicazione dell'andamento dell'incertezza estesa della portata massica bifase in % al variare della pressione.



Schema di flusso strumentato dell'impianto di prova SPOOL PIECE e andamento dell'incertezza estesa della portata massica bifase in % al variare della pressione

Area di ricerca: Produzione di energia elettrica e protezione dell'ambiente

Progetto B.3.1 – L.P.1: Sviluppo competenze scientifiche nel campo della sicurezza nucleare

Referente: Felice De Rosa felice.derosa@enea.it