



Sviluppo competenze scientifiche nel campo della sicurezza nucleare

SCENARIO DI RIFERIMENTO

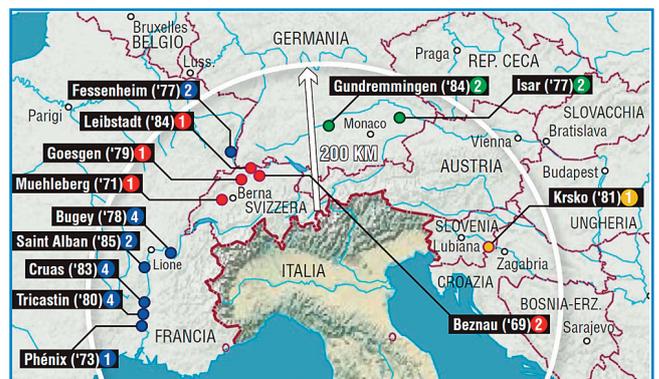
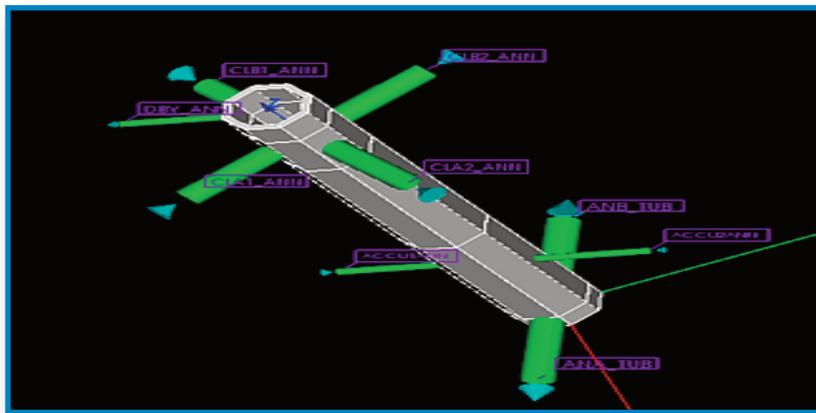
Anche in questa terza annualità dell'Accordo di Programma triennale 2012-2014, stipulato tra Il Ministero dello Sviluppo Economico (MiSE) e l'ENEA, le attività di ricerca sono state finalizzate alla necessità di dotare il nostro Paese di capacità indipendenti e qualitativamente elevate allo scopo di 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. Il programma triennale 2012-2014 è stato modulato sulle esigenze del Paese a seguito dell'incidente di Fukushima e del successivo referendum, veicolando le attività di R&S al mantenimento e, dove possibile, all'ulteriore sviluppo di un sistema di competenze scientifiche in grado di assicurare elevata capacità di giudizio indipendente e qualificato nei campi della sicurezza, security e sostenibilità nel campo della fissione nucleare. La conoscenza delle problematiche e degli specifici aspetti di sicurezza, security e sostenibilità del ciclo del combustibile, legati al nucleare da fissione, coinvolge tutti i Paesi a prescindere dalla presenza, nel proprio territorio, di centrali elettronucleari in esercizio. Il problema diventa particolarmente importante per l'Italia che, entro il limite di 200 km dai confini nazionali, registra la presenza di 13 siti con 27 reattori nucleari di tipo PWR e BWR dislocati in Francia, Svizzera, Germania e Slovenia/Croazia (loro confine). La necessità di approfondire la situazione si giustifica

ulteriormente dal fatto che 19 delle 27 centrali sono caricate a MOx (Ossidi misti di Uranio e Plutonio), una configurazione che richiede ulteriore attenzione ai fini della valutazione del termine sorgente in condizioni incidentali severe per alcuni scenari di particolare interesse. Si ricorda che la Commissione

Europea ha stabilito che ciascuna nazione debba effettuare una valutazione indipendente dello stato di sicurezza delle centrali nucleari che reputa di stretto interesse in riferimento al proprio territorio e, in generale, di tutte le centrali nucleari con

le diverse tipologie di reattori. È perciò necessario conservare e rafforzare le competenze e le infrastrutture tecniche e scientifiche di ricerca nel settore nucleare sviluppando, come già sottolineato, una capacità autonoma di valutazione delle diverse opzioni tecnologiche dal punto di vista della sicurezza, security e sostenibilità.



Localizzazione geografica per Paese, indicazione dei nomi delle centrali e del numero di reattori nucleari presenti entro il limite di 200 km dai confini nazionali

OBIETTIVI

Si conferma che anche per questa annualità del piano triennale 2012-2014 la linea guida del progetto è quella 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, security e sostenibilità, anche grazie al mantenimento di 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.).

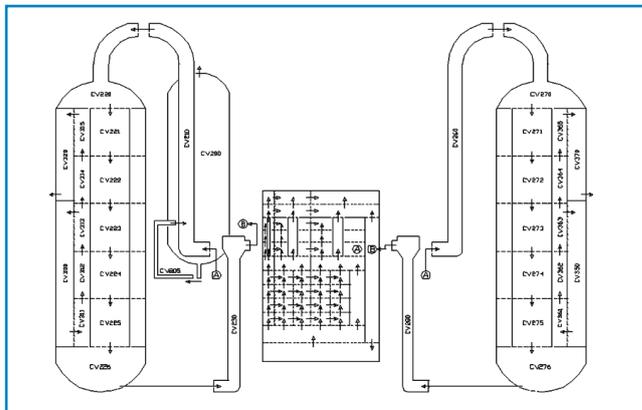
Gli obiettivi proposti sono stati sviluppati su tre direttrici principali. La prima riguarda l'acquisizione, sviluppo e validazione di codici e metodi per studi ed analisi di sicurezza e sostenibilità, garantendo un adeguato training per il loro corretto utilizzo. Questi strumenti, in gran parte oggetto di accordi di collaborazione con gli enti francesi CEA e IRSN, e l'americano USNRC, rappresentano un valido aiuto allo svolgimento delle diverse tematiche relative alla 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 materiali sottoposti ad irraggiamento neutronico, codici di neutronica deterministici e Monte Carlo per l'analisi neutronica del reattore. Sono proseguite anche le attività legate alla security e alla sostenibilità del ciclo del combustibile nucleare e sono stati approfonditi i metodi per la valutazione degli impianti nucleari sotto l'aspetto della resistenza alla proliferazione nucleare e tecnico-economici di interfaccia safety-security.

Il secondo obiettivo ha riguardato lo sviluppo di metodologie avanzate per la valutazione delle conseguenze incidentali in impianti nucleari, tenendo conto dell'evento di Fukushima Dai-ichi e delle informazioni provenienti dagli stress test europei. In questa terza annualità è continuata l'attività di ricerca impostata alla raccolta di coefficienti e parametri integrali per il calcolo "fast" del termine sorgente in reattori LWR, allo studio integrale di sequenze BDBA su reattori di tipo PWR, selezionati tra quelli presenti in prossimità delle nostre frontiere, al calcolo e valutazione della sequenza incidentale nell'unità 1

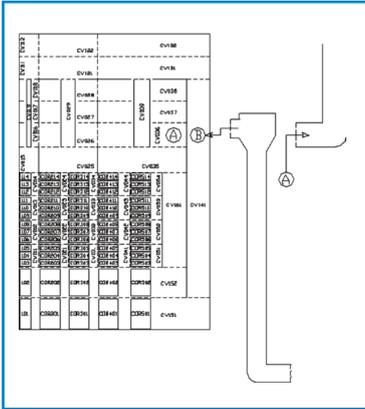


Contenitore di tipo anulare per il contenimento del PCM

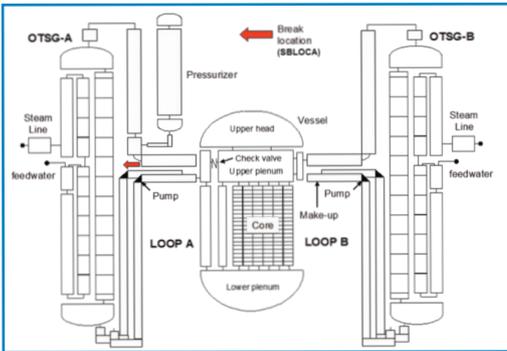
della centrale di Fukushima Dai-ichi, anche attraverso invio sul posto di un ricercatore per la miglior raccolta di dati e informazioni, al proseguimento e finalizzazione delle procedure per la realizzazione di un database esperto, all'applicazione di approcci di tipo probabilistico e deterministico per la stima del rischio di eventi incidentali esterni (vedi Fukushima). Si è accresciuta l'esperienza degli utilizzatori dei codici integrali e meccanicistici per la simulazione T/H dell'intero impianto e di specifici componenti, sono state eseguite analisi di pre- e post-test a supporto di programmi sperimentali per la validazione e la verifica dei progressi nell'affidabilità della risposta dei codici integrali ASTEC e MELCOR, si è dato il via allo sviluppo di modellistica avanzata per la valutazione del rilascio e della diffusione dei contaminanti radioattivi. CIRTEN ha contribuito a queste attività con la partecipazione delle Università di Pisa, Bologna, Roma "Sapienza" e Palermo.



Modellazioni del reattore PWR-900 di TMI-2 con l'uso dei codici ASTEC e MELCOR



MELCOR



ASTEC



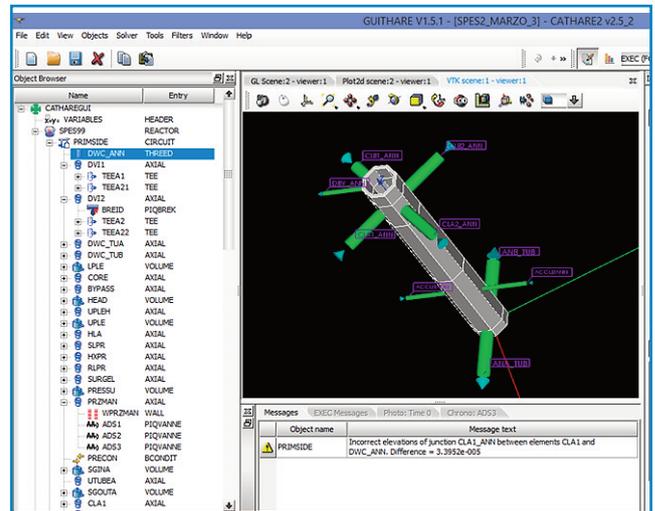
Resistenze scaldanti nell'apparecchiatura SIET HERO



Resistenze posizionate su diversi angoli azimutali per ricostruire un flusso termico il più possibile simile a quello di generazione uniforme (dettagli)

Il terzo obiettivo si è incentrato sul proseguimento della campagna di attività sperimentali e di studi a supporto di rilevanti tematiche sulla sicurezza. In questa terza annualità le attività sono state indirizzate principalmente allo studio e alla sperimentazione di un sistema per la rimozione del calore residuo e alla validazione e verifica della risposta dei codici CATHARE2 e TRACE, con riferimento al programma sperimentale SPES2. CIRTEN ha contribuito a queste attività con la partecipazione dell'università di Palermo e dei politecnici di Torino e Milano. Si è avuto anche un rilevante contributo da parte della SIET di Piacenza.

Oltre a questi, che sono identificati come obiettivi tecnici, si è molto curato l'aspetto della diffusione dei risultati della ricerca attraverso la comunicazione e diffusione dei risultati. In aggiunta, la partecipazione a seminari, workshop e conferenze internazionali, da parte dei ricercatori coinvolti nella LP1, ha favorito la diffusione internazionale delle attività svolte in ambito nazionale. Si è anche provveduto alla organizzazione di seminari a livello nazionale.



Particolare del modello 3D dell'annular downcomer di SPES2 simulato con CATHARE

RISULTATI

Con i risultati degli studi e delle ricerche 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 è sempre fatto riferimento all'acquisizione degli strumenti, delle metodologie e delle tecnologie più avanzate per operare stime indipendenti circa la sicurezza, sostenibilità e affidabilità delle concezioni innovative oltre che delle installazioni nucleari attuali.

I risultati conseguiti negli studi hanno permesso di procedere alla generazione e validazione della libreria di sezioni d'urto multi-gruppo accoppiata n/γ VITJEFF32.BOLIB per applicazioni di schermaggio e danno da radiazione in reattori nucleari a fissione e alla validazione delle librerie aggiornate di dati di decadimento radioattivo del sistema ANITA-2000 su dati sperimentali prodotti da FNS-JAERI.

Per quanto riguarda l'analisi di sicurezza nocciolo, si è proceduto alla progettazione di strumentazione per il monitoraggio del livello di degradazione di un nocciolo di PWR durante un incidente severo e a valutazioni, con codici deterministici, dei fenomeni di tilt azimutale in reattori PWR e del loro impatto sui margini di sicurezza del nocciolo. In continuità con il lavoro svolto nelle precedenti annualità, è proseguito lo sviluppo e il monitoraggio di attività e metodologie che interessano valutazioni di resistenza alla proliferazione e protezione fisica, nuclear security e altri elementi di sostenibilità del ciclo del combustibile.

Nel contesto NEA è continuato il contributo ENEA legato alle valutazioni di sostenibilità del ciclo del combustibile e analisi di opzioni di cicli avanzati, con riguardo alle incertezze nelle assunzioni generali di scenari energetici, oltre alle valutazioni su esperimenti integrali per migliorare le conoscenze su attinidi minori. Grazie alle attività svolte nel PAR, l'ENEA contribuisce alla discussione, in ambito europeo e internazionale, delle modalità di progettazione e gestione del deposito geologico,

attraverso la partecipazione alla piattaforma tecnologica europea "Implementing Geological Disposal of Radioactive Waste Technology Platform" IGD-TP e ad altre iniziative quali il progetto GEOSAF della IAEA e il Comitato per la gestione dei rifiuti radioattivi della OECD-NEA (RWMC).

Altre ricerche di rilievo sono state svolte nella valutazione delle conseguenze incidentali, attraverso l'analisi e le valutazioni di sicurezza per reattori BWR e PWR di centrali prossime ai confini nazionali, analisi della risposta di modelli di dispersione e diffusione di contaminanti rilasciati in atmosfera, implementazione della banca dati per valutazioni di sicurezza e supporto alla Emergency Preparedness e applicazione di metodologia PSA e DSA del tipo "Risk-Informed" per la stima del rischio di eventi esterni. Di altrettanta elevata qualità è risultato il lavoro svolto per la sperimentazione e il calcolo in appoggio agli studi sulla sicurezza. Si è proceduto alla validazione e verifica di codici termoidraulici e relativi modelli sui test SPES2 e alla sperimentazione su componenti critici e strumentazione prototipica per reattori innovativi, quali lo sviluppo e la qualificazione della strumentazione per i deflussi bifase, la valutazione di sistemi passivi per la rimozione del calore di decadimento in reattori SMR e la sperimentazione a supporto della caratterizzazione di scambiatori con tubi a baionetta.

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