

CIRTEN



Consorzio Interuniversitario per la Ricerca Tecnologica Nucleare

AdP MSE-ENEA “Ricerca di Sistema Elettrico”

AdP 2008-09 :Progetto 1.3 - “Nuovo Nucleare da Fissione”.

&

PAR 2010: Progetto 1.3.2.a - “Fissione nucleare: Metodi di analisi e verifica di progetti nucleari di generazione evolutiva alimentati ad acqua pressurizzata”.

G. Forasassi

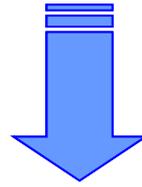
Presidente del Consorzio Interuniversitario CIRTEN

Roma, ENEA sede; 23 Novembre 2011

Accordo di Programma MSE/ENEA



Il ruolo del CIRTEN



Principale Collaboratore dell'ENEA

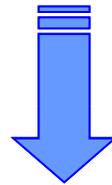
“nelle attività di programmazione tecnico-scientifica” svolte nell’ambito dell’AdP MSE/ENEA Progetto 1.3 e Progetto 1.3.2.a sui temi di ricerca relativi alla fissione nucleare

Attività tecnico-scientifiche



Linee Progettuali (LP) AdP MSE-ENEA 2008-09

62 Documenti Prodotti



LP 1: Studi sul nuovo nucleare : 10 documenti prodotti

LP 2: Reattori evolutivi: 19 documenti prodotti

LP 3: Reattori di IV generazione: 13 documenti prodotti

LP 4: Rifiuti radioattivi: 6 documenti prodotti

LP 5: Qualifica di componenti e sistemi: 14 documenti prodotti

Attività tecnico-scientifiche LP 1



B - Partecipazione a comitati e gruppi di lavoro internazionali	
	B.1: Prosecuzione generale della partecipazione a comitati e gruppi di lavoro internazionali
	B.2: Collaborazione con Gruppo IAEA-NESA, per lo sviluppo di NESA Italy (1 Doc)
	B.4: Revisione stato dei reattori di piccola/media taglia, inclusi reattori trasportabili russi (1 Doc)
C - Partecipazione al Progetto Internazionale Halden Reactor Project	
	C.1: Rapporto potenzialità reattore HRP con review Fuel & Materials e definizione prog. di R&S di più specifico interesse nazionale a supporto dei reattori LWE evolutivi (1 Doc)
	C.2 Rapporto definizione programmi di R&S di più specifico interesse nazionale a supporto dei reattori LWR evolutivi, in entrambi i settori Fuel&Materials e Instrum.&Control (1 Doc)
D - Studi per la sicurezza dei reattori in ambito Accordo ENEA-IRSN	
	D.1: Cooperazione con IRSN nel campo della sicurezza nucleare (1 Doc)
E - Studi di meccanica strutturale e relativa normativa tecnica in ambito Accordo ENEA-CEA	
	E.2: Verifica della validità del diagramma di "efficacità" in RCC-MRx (1 Doc)
F: Prosecuzione degli studi di scenario, valutazioni economiche e partecipazione al Gruppo Internazionale IAEA-NEA Uranium Group"	
	F.1: Studi di scenario, valutazioni economiche e partecipaz. Uranium-Group (1 Doc)
	F.2: Scenario parco di reattori di tipo LWR di generazione III e III+ (1 Doc)
	F.3: Scenario globale/regionale con reattori di III+ e IV generazione (1 Doc)

Attività tecnico-scientifiche LP 2



A - Prova integrale SPES-3 per reattori modulari di piccola-media taglia	
	A.3.B: Sviluppo strumentazione speciale (1 Doc)
B - Sviluppo componenti critici per reattori modulari di piccola-media taglia	
	B.1: Prove downcorner (2 Doc)
	B.2: Prove GV a tubi elicoidali (2 Doc)
C - Simulazione ingegneristica: sviluppo di un simulatore	
	C.1: Definizione delle caratteristiche funzionali e tecniche dei simulatori ingegneristici (1 Doc)
	C.2: Acquisizione ed utilizzo di simulatori semplificati 'desktop' (1 Doc)
D – Analisi di sistema	
	D.1: Analisi sismiche (1 Doc)
	D.2: Analisi dell'impatto di un aereo sul cont. di sicurezza con metodi innovativi (1 Doc)
E - Sviluppo e validazione codici di calcolo	
	E.1: Sviluppo e validazione dell'accoppiamento di un codice d'impianto e di un codice di contenimento per l'analisi incidentale di reattori modulari (2 Doc)
	E.2: Partecipazione alle attività svolte presso il CEA a supporto della realizzazione del reattore Jules Horowitz Reactor (1 Doc)
	E.3: Individ. tematiche rilevanti per la sicurezza di reattori evolutivi di tipo LWR a supporto della definizione di un programma sperimentale da eseguire sulla facility SPES di SIET per la validazione di codici di termoidraulica d'impianto per l'analisi di sicurezza (1 Doc)

Attività tecnico-scientifiche LP 3



A - Laboratorio per la termofluidodinamica dei metalli liquidi	
	A1: Caratterizzazione preliminare di un generatore di vapore prototipico a tubi diritti a doppia parete per applicazioni in sistemi nucleari refrigerati a piombo (1 Doc)
	A.2: Caratterizz. sperimentale interazione metallo liquido pesante - acqua e qualifica rottura GV LFR (1 Doc)
B - Sviluppo tecnologie per sistemi LFR e SFR	
	B.1: Realizz. circuito a metallo liquido per qualifica girante per pompa centrifuga (1 Doc)
	B.2: Implem. strument. Sez. di prova e qualifica dello scambiatore prototipico DHR per LFR (1 Doc)
	B.3: Proget. e realiz. pin bundle per l'investigazione scambio termico in regime di convezione mista in LFR (1 Doc)
	B.5: Progettazione e studio di fattibilità di impianto a sodio per shock termici e ratchetting sui materiali (1 Doc)
C - Sviluppo materiali innovativi per sistemi di IV generazione	
	C.5: Ricognizione ad ampio spettro, individuazione e studio degli effetti strutturali caratteristici dei transitori termici in reattori di quarta generazione (1 Doc)
D - Tecnologie chimiche per sistemi LFR e SF R in ambito Accordo ENEA-CEA	
	D.3: Sviluppo di barriere anti permeazione del Trizio (1 Doc)
E - Sviluppo e validazione di modelli avanzati per la progettazione di reattori di IV generazione	
	E.1: Sviluppo e validazione di codici di calcolo per la termoidraulica di sistema per reattori refrigerati a metallo liquido pesante (2 Doc)
	E.2: Sviluppo e valid. modelli di calcolo per la neutronica e la cinetica di nocciolo LFR (2 Doc)
	E.3: Concettualizzaz. del DEMO LFR (1 Doc)

Attività tecnico-scientifiche LP 4



A -Strumenti di analisi sitologiche e fenomeni di trasporto dei radionuclidi associati ad un deposito di tipo superficiale definitivo di rifiuti

A.1: Modellazione dei fenomeni di dispersione di contaminanti attraverso le barriere protettive di un deposito di rifiuti radioattivi e metodologia di analisi probabilistica del rischio associato alla costruzione del deposito stesso - fase 3 (1 Doc)

A.2: Acquisizione, sviluppo e studio di strumenti e procedure di analisi di sicurezza, performance assessment e caratterizzazione di siti candidati per un deposito di rifiuti radioattivi e per analisi di scenario (1 Doc)

D -Indagini conoscitive relative alle problematiche inerenti lo smaltimento geologico

D.1: Partecipazione ad iniziative europee ed internaz. (ARIUS, ERDO, IGD-TP, NEA, IAEA) nel campo dello smaltimento definitivo dei rifiuti radioattivi ad alta attività e lunga vita (1 Doc)

E – Studio di tecniche innovative di trattamento, condizionamento e stoccaggio dei rifiuti radioattivi

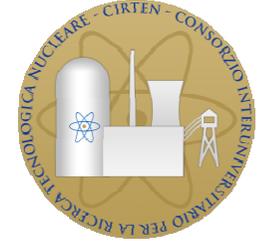
E.2: Caratt. matrici per il cond. rifiuti radioattivi da processi di elettrorefinazione (1 Doc)

Attività tecnico-scientifiche LP 5



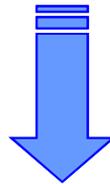
A - Sviluppo e validazione di strumenti di metodologia e di analisi	
	A.1: Messa a punto e validazione di piattaforme di calcolo avanzate per le valutazioni di sicurezza negli impianti LWR evolutivi (1 Doc)
	A.2: Realizzazione un database per un PWR (Pressurizer Water Reactor) di tipo evolutivo da 1600 MWe (1 Doc congiunto)
	A.3: Studio e sviluppo critico di met. di analisi incertezze nei processi di analisi del rischio(1 Doc)
B - Sviluppo impianti sperimentali	
	B.1: Attività propedeutiche per la messa in funzione di un impianto termoidraulico ad alta pressione per pre-test su simulacri di componenti (1 Doc)
	B.2: Sviluppo procedure sperim. innovative per test di materiali per irraggiamento da neutroni (2 Doc)
C - Sviluppo procedure e messa a punto di tecnologie innovative per test di componenti	
	C.1: Caratt. materiali ceramici compositi da impiegare in reattori nucleari di nuova generazione con qualifica dei metodi e delle apparecchiature impiegate (1 Doc)
	C.2: Progettazione consolle di concezione avanzata per l'impianto di irraggiamento Calliope (1 Doc)
D - Normativa e sviluppo test di appoggio e qualificazione ambientale. meccanico ed EMC	
	D.1: Studio di metodologie innovative di prova e di integrazione tra prove di tipo e metodo analitico per le qualifiche ambientali, meccaniche, sismiche ed elettromagnetiche di componenti e sistemi per le centrali (1 Doc)

Attività tecnico-scientifiche CIRTEN



Obiettivi del Piano Annuale di Realizzazione- PAR 2010

17 Documenti Prodotti



- A. Componenti e sistemi dell'impianto**
- B. Studi sul combustibile e materiali strutturali**
- C. Studio sulla strumentazione di nocciolo e simulazione**
- D. Tecniche e strumenti di calcolo per la dinamica di nocciolo di un PWR**

Attività tecnico-scientifiche PAR 2010



OBIETTIVI	Attività
Obiettivo 1.1- Attività A.2	Rapporto tecnico "Studio probabilistico di eventi iniziatori che portano a condizioni incidentali di tipo severo"
Obiettivo 1.2 – Attività B.1	Modellazione del comportamento di elio in combustibili MOX ad alto burn-up ai fini dell'estensione degli strumenti di simulazione e di supporto alla progettazione delle barrette di combustibile per i reattori di generazione evolutiva ad acqua pressurizzata
Obiettivo 1.3 – Attività D1	Definizione delle caratteristiche richieste ad un modulo di termomeccanica in un codice multifisica di dinamica tridimensionale per reattori termici
Obiettivo 2.1 – Attività D.1	Confronto fra le tecniche di soluzione dell'equazione del trasporto per reattori termici
Obiettivo 3.1 - Attività B1	Comportamento del combustibile nucleare durante rampe di potenza: il progetto PWR Super-Ramp
Obiettivo 3.2 - Attività C2	Implementazione della logica di regolazione e protezione della pressione e livello del pressurizzatore e dello Steam Dump System per un reattore PWR
Obiettivo 4.1 – Attività D.1	Analisi delle caratteristiche dei codici di termoidraulica di nocciolo
Obiettivo 4.2 – Attività A.2	Analisi di affidabilità dei misuratori di flusso neutronico in-core
Obiettivo 4.3 – Attività A.2	Analisi degli effetti derivanti da eventi esterni, come sisma e tsunami, su una centrale nucleare di Gen. II di particolare interesse ai fini degli stress tests

Attività tecnico-scientifiche PAR 2010



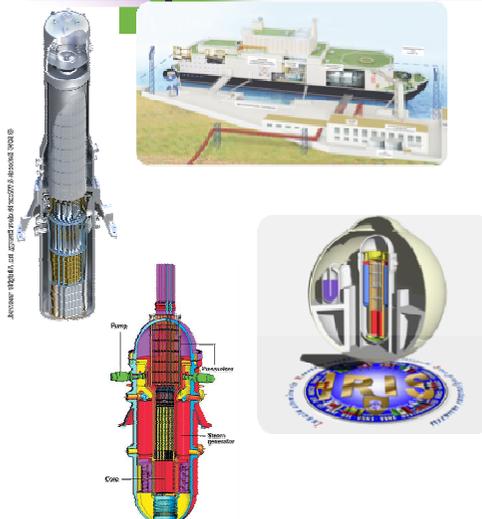
OBIETTIVI	Attività
Obiettivo 5.1 –Attività A.2.1	Descrizione dei fenomeni osservabili a seguito di un transitorio d'impianto esteso oltre i limiti di progetto
Obiettivo 5.2 – Attività D.1	Stato dell'arte dei codici di neutronica
Obiettivo 6.1 – A.1	Identificazione di componenti di piccole dimensioni, classificati come rilevanti ai fini della sicurezza, utilizzati negli impianti nucleari ad acqua pressurizzata (GEN III/III+), che possano essere testati in un impianto di prova di piccola taglia
Obiettivo 6.1 – A.1	Indicazione qualitativa delle prove di qualificazione per componenti con funzioni di sicurezza proposti per impianti PWR che siano compatibili con le caratteristiche del circuito di prova progettato
Obiettivo 6.1 – B	Rapporto di progetto del circuito di prova e relativi componenti
Obiettivo 6.1.– B	Approvvigionamento dei componenti necessari per la realizzazione del circuito
Obiettivo 6.2 – Attività C.1	Criteri per la progettazione di strumentazione In-Core in EPR ed AP1000: un confronto tra due approcci alla sicurezza
Obiettivo 6.2 – Attività C.1	Stima del punto di massima potenza lineare in un nocciolo ad acqua: una valutazione numerica basata su tecniche perturbative generalizzate

ATTIVITA' CIRTEN AdP 2008-09

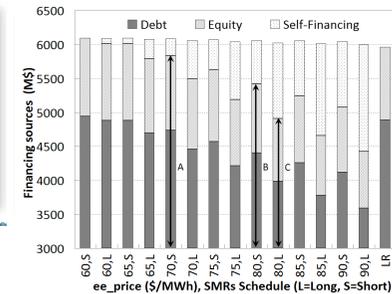
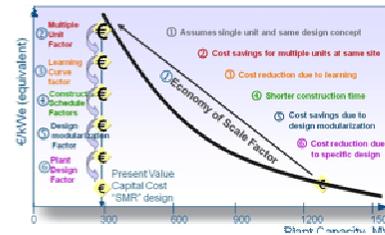
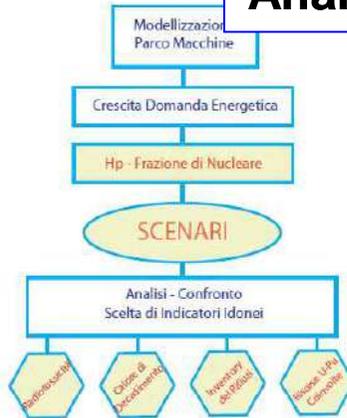


LP1 - Studi sul nuovo nucleare da fissione

World status degli SMR

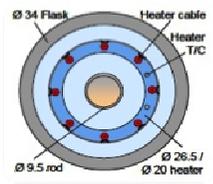
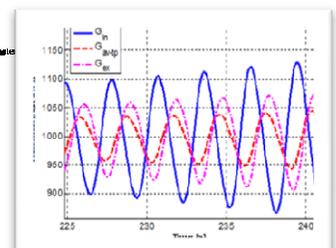
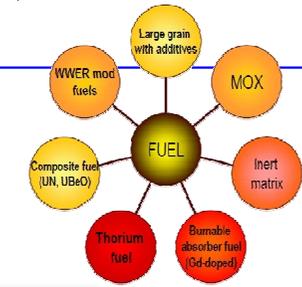
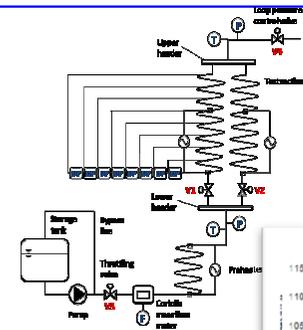
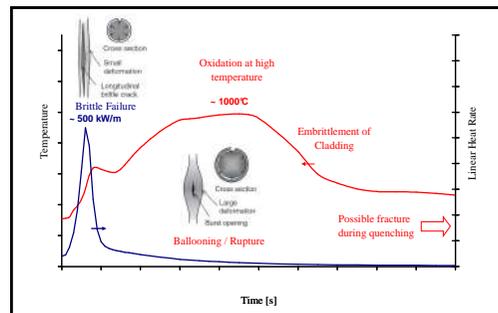


Analisi di scenario e valutazioni economiche



LP1.C1 e C2 -Partecipazione al Progetto Internazionale Halden Reactor Project: Identificazione di programmi di R&S di interesse nazionale a supporto dei reattori LWR evolutivi, nei settori Fuel&Materials e Instrumentation&Control

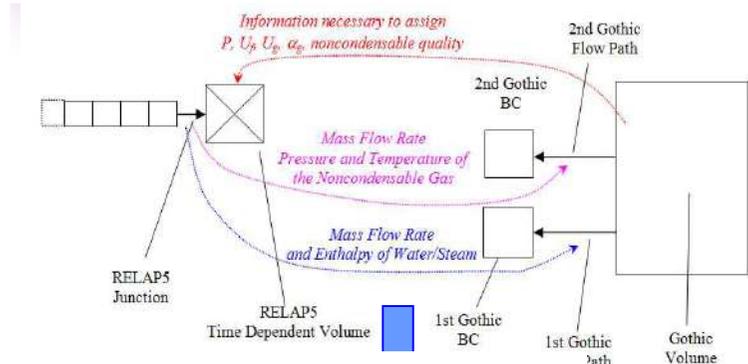
Requisiti per l'utente e criteri per la sicurezza degli impianti nucleari



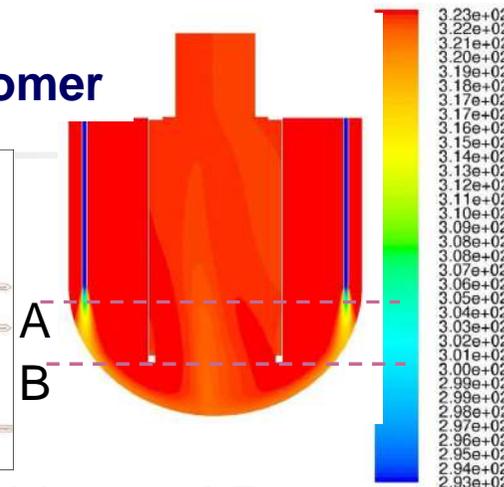
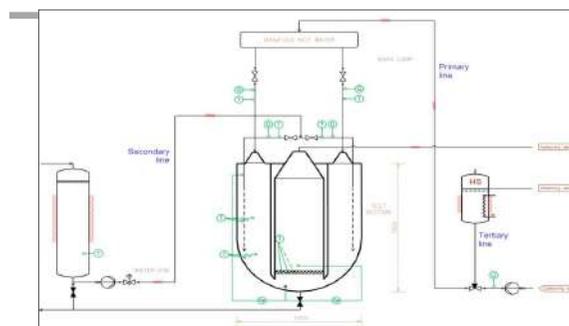
Potenzialità del reattore Halden: possibilità simulazione di incidenti tipo LOCA e RIA

LP2-Reattori evolutivi INTD

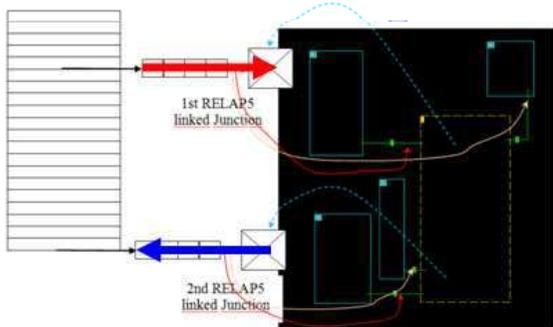
LP2-E1: Accopp. Gothic- RELAP5



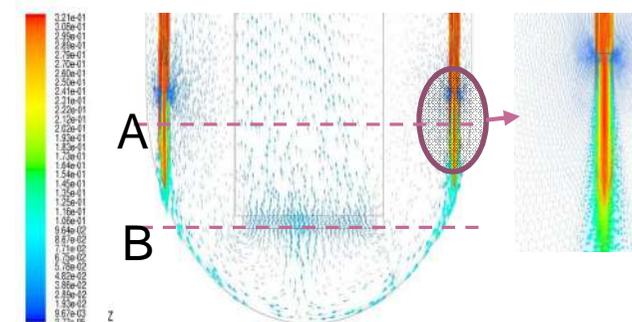
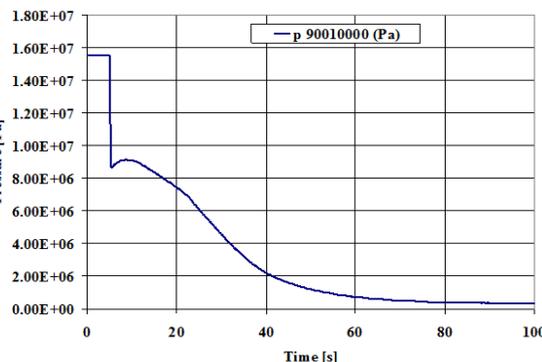
LP2-B1 Prove Downcomer



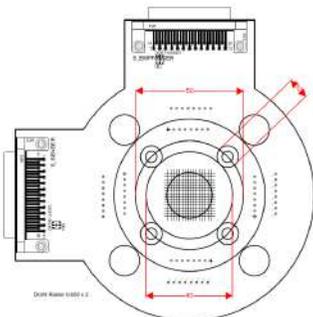
Analisi del campo di Temperatura



b) blowdown with gravity driven injection



Analisi del campo di velocità



LP2-A3.B Sviluppo strumentazione speciale

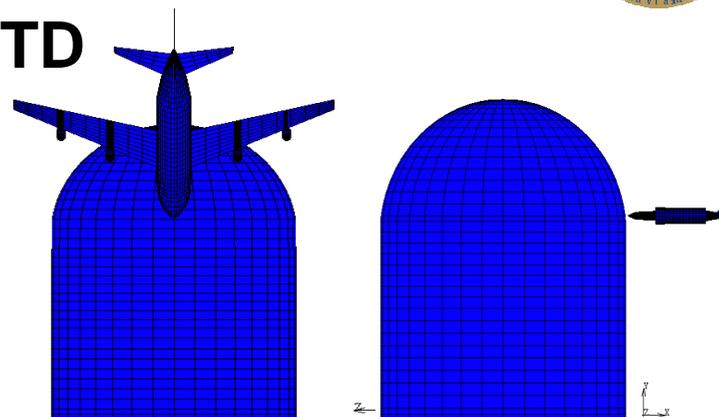
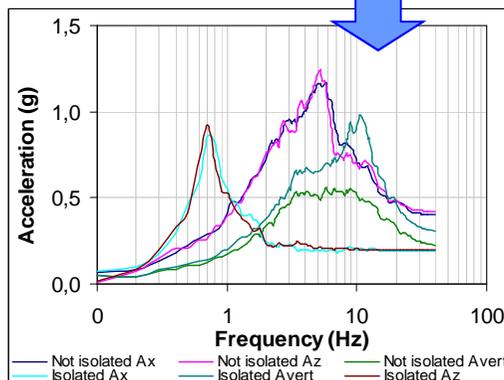
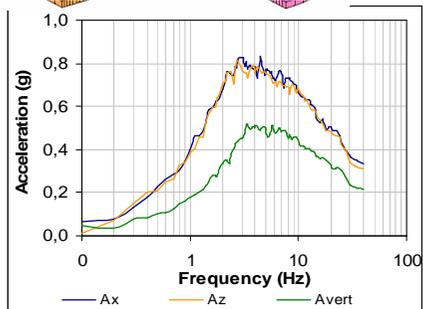
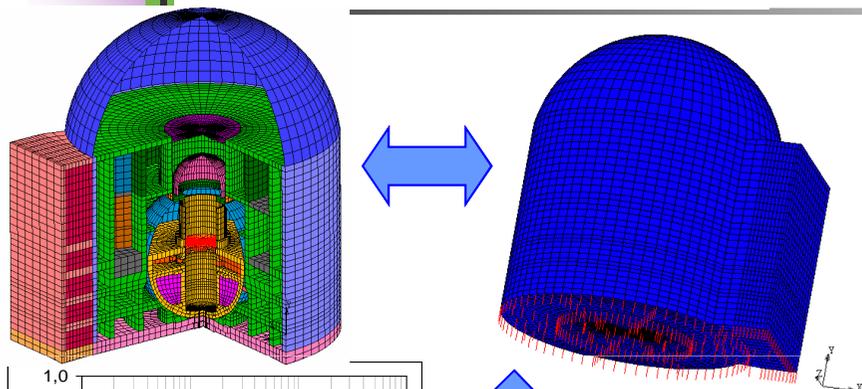
un'attività sperimentale con strumenti sviluppati nel laboratorio del Pol. Torino (sonde capacitive) o acquisiti (turbine e Wire Mesh Sensor), finalizzata alla misura della portata e della frazione di vuoto in deflussi bifase

ATTIVITA' CIRTEN AdP 2008-09

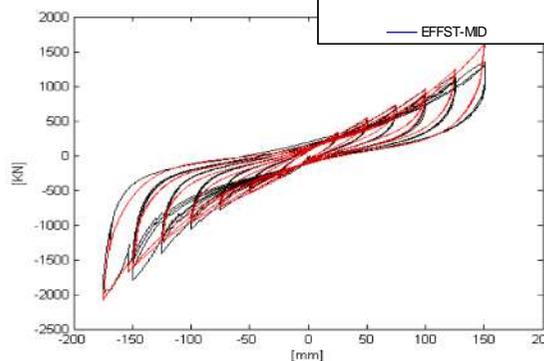
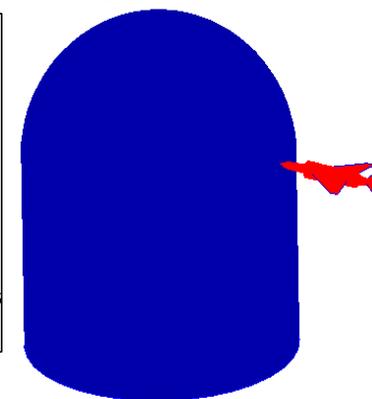
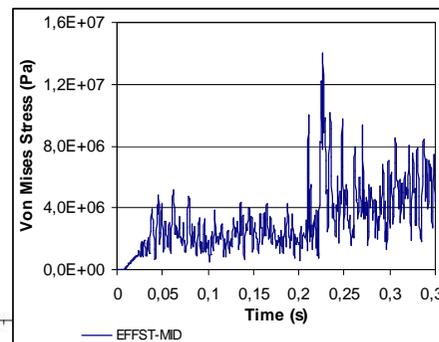


LP2-Reattori evolutivi INTD

LP2-D1: Analisi sismiche



LP2-D2: Analisi di impatto di aereo



PRA dell'isolatore

LP2-Reattori evolutivi INTD

LP2-B2 Analisi TRACE di transitorio di una rottura a ghigliottina nella linea DVI dell'impianto SPES-3

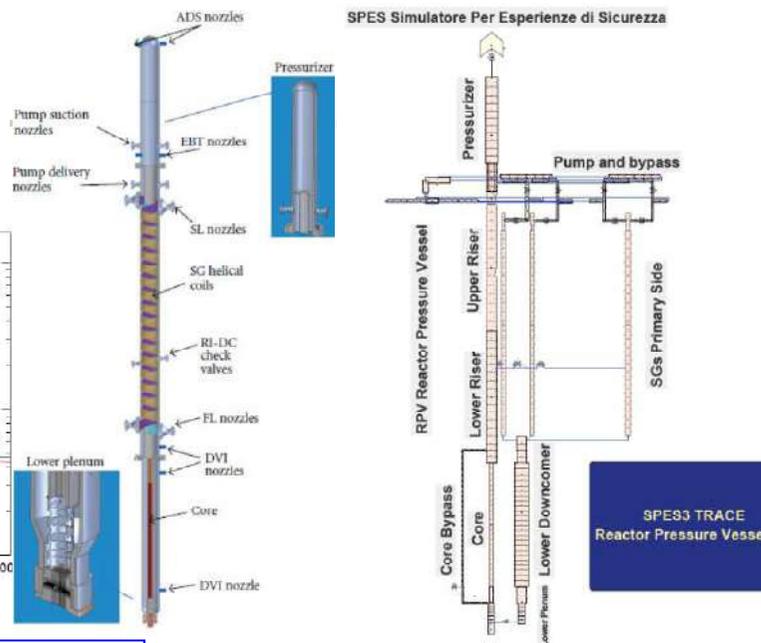
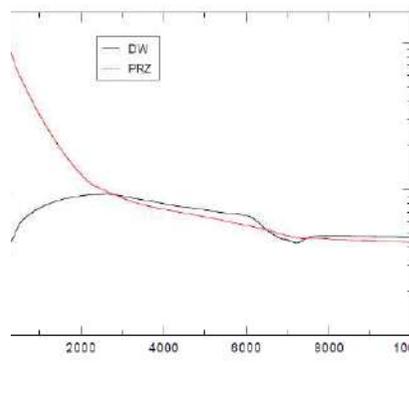
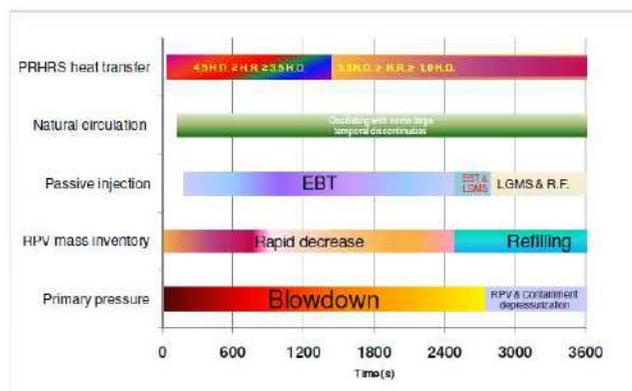
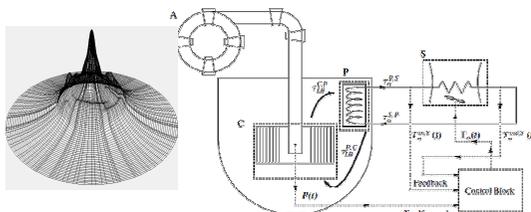


Fig. 4-2: Nodalizzazione del sistema primario di SPES-3.

LP2-B2 “Sviluppo componenti critici per reattori modulari di piccola-media taglia. Prove su GV a tubi elicoidali ”mediante COMSOL Multiphysics per canali verticali



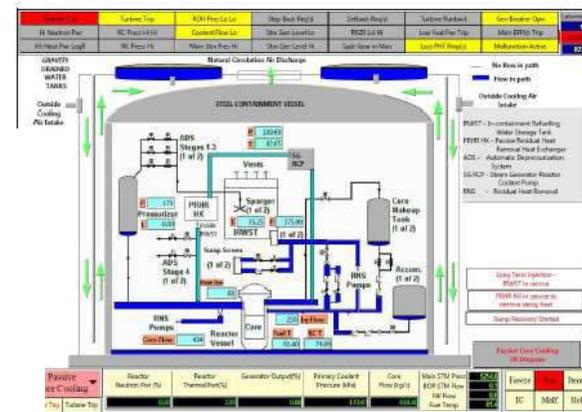
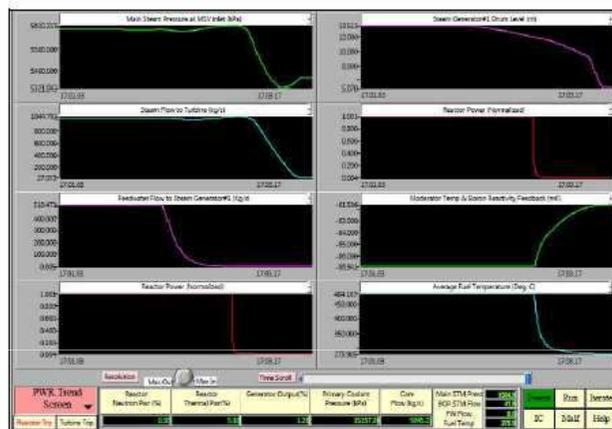
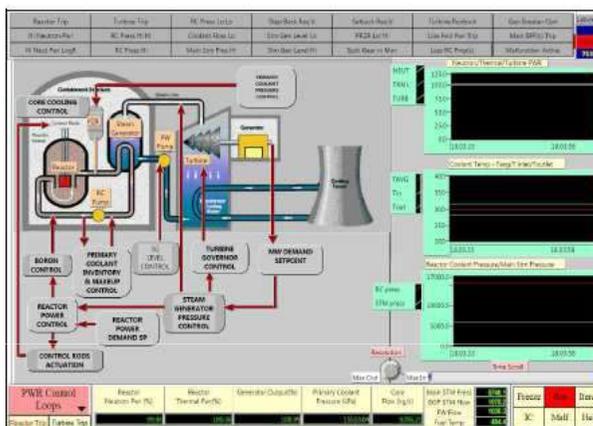
LP2-C1 Simulazione ingegneristica: definizione delle caratteristiche funzionali e tecniche dei simulatori ingegneristici per reattore TRIGA, IRIS, XADS orientato al controllo per uso didattico

ATTIVITA' CIRTEN AdP 2008-09



LP2-Reattori evolutivi INTD

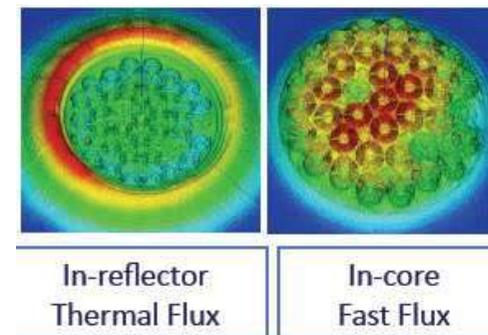
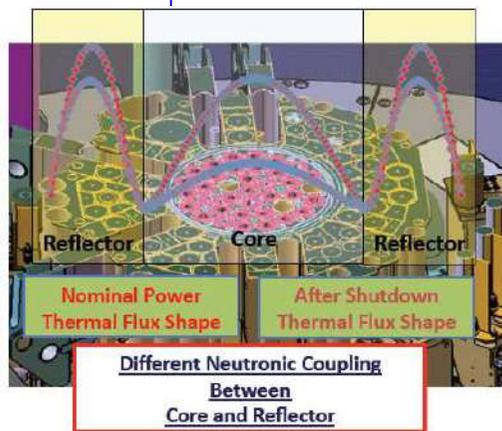
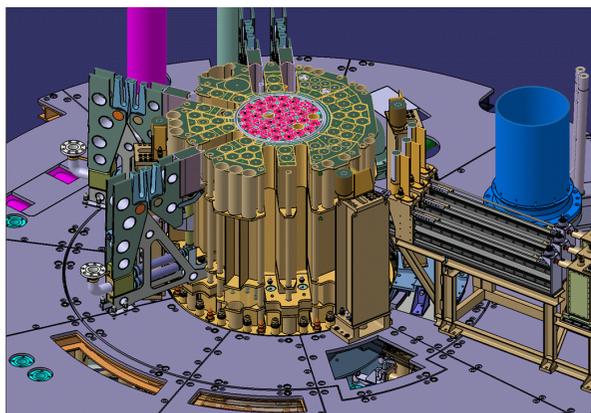
LP2-C2 Acquisizione ed utilizzo di simulatori semplificati desktop (nell'ambito IAEA)



schiera relativa ai sistemi di sicurezza di emergenza per il raffreddamento del core.

3. Maschera relativa al circuito primario e ad alcuni controlli considerati dal simFig. 7. Andamento temporale di alcune grandezze significative durante il transitorio che segue alla chiusura delle valvole di alimentazione dei generatori di vapore.

LP2-E2:Supporto alla realizzazione del reattore Jule Horowitz



Il flusso neutronico è influenzato dai materiali assorbitori;
L'ampiezza del flusso neutronico dipende dalla potenza totale del core.¹⁶

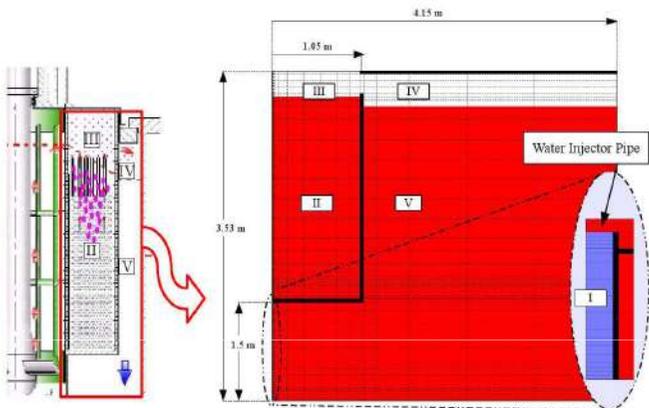
Different Neutronic Coupling Between Core and Reflector

ATTIVITA' CIRTEN AdP 2008-09

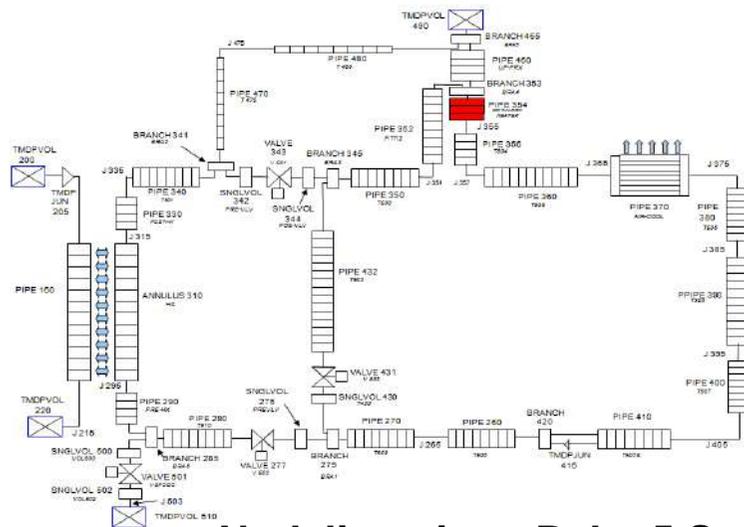
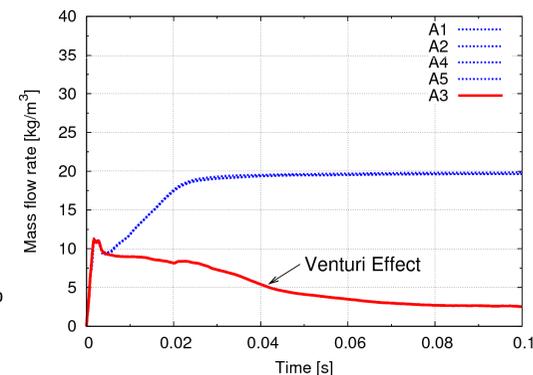
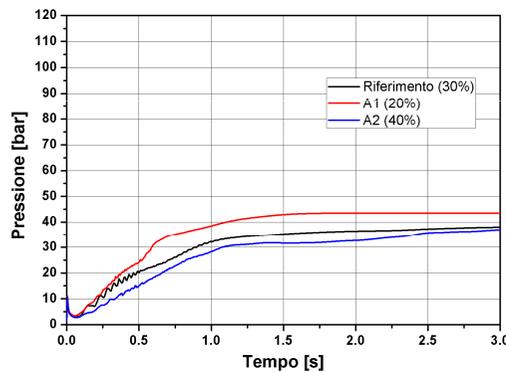
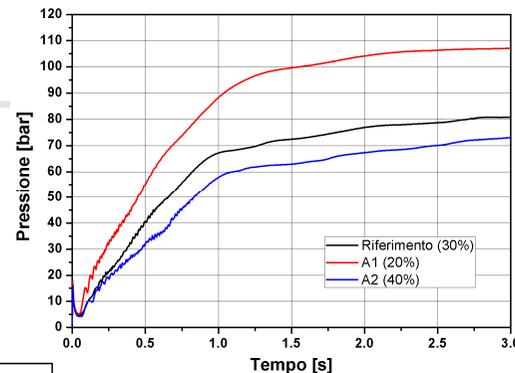


LP3- Reattori di IV generazione

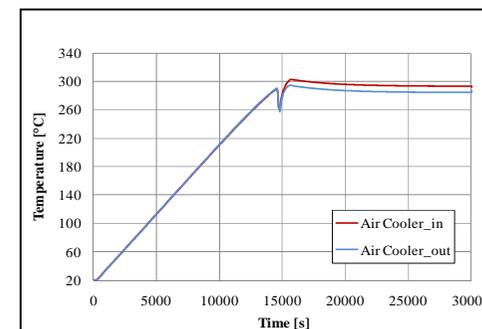
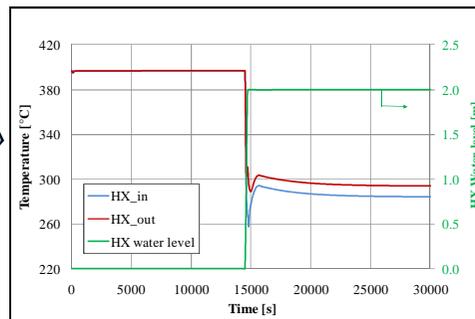
LP3 A1-Caratterizzazione di un GV a tubi dritti



**Dominio di LIFUS 5
e per ELSY in
SIMMER III**



Nodalizzazione Relap5 Secondario

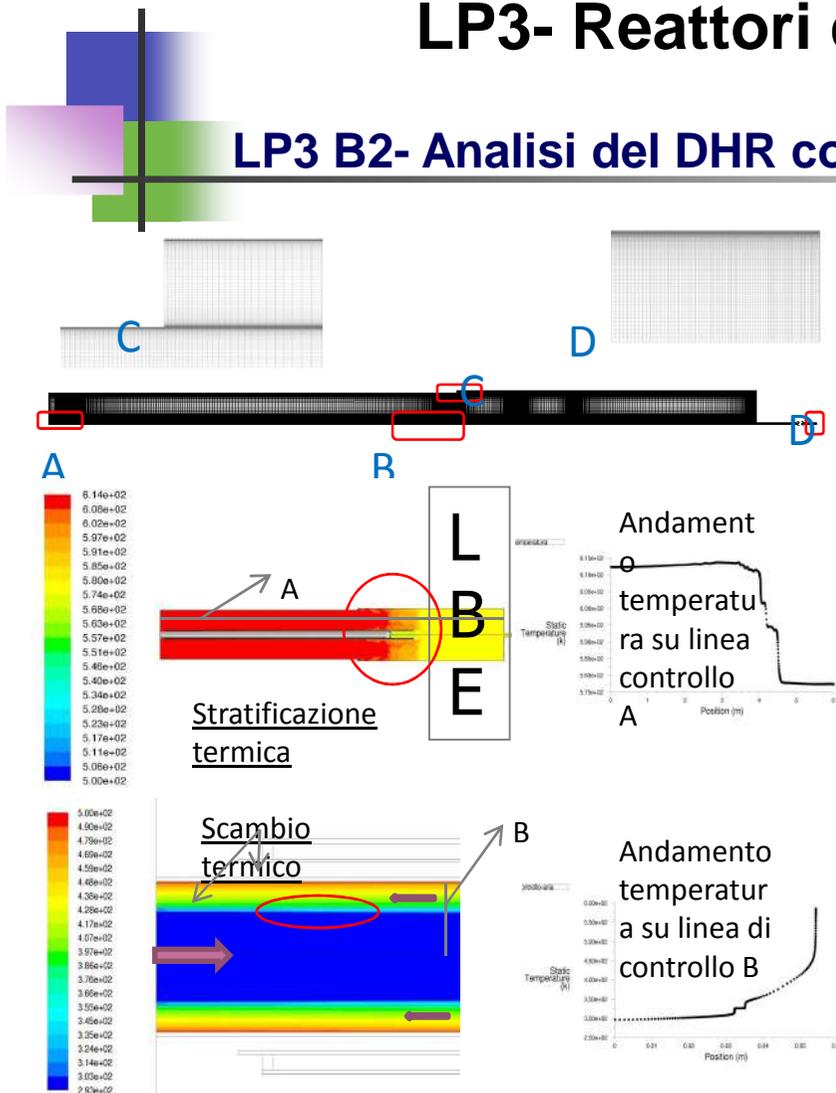


ATTIVITA' CIRTEN AdP 2008-09

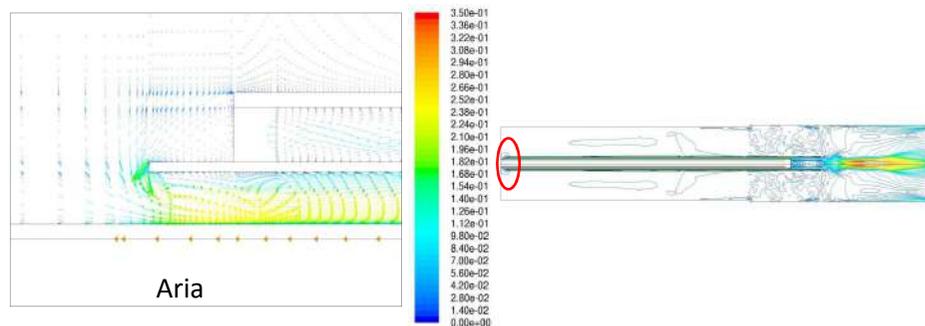


LP3- Reattori di IV generazione

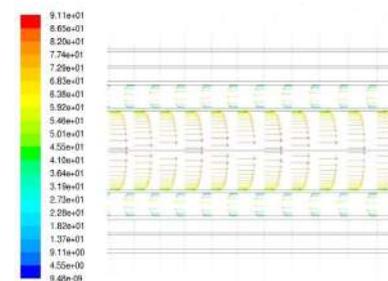
LP3 B2- Analisi del DHR con il codice FLUENT



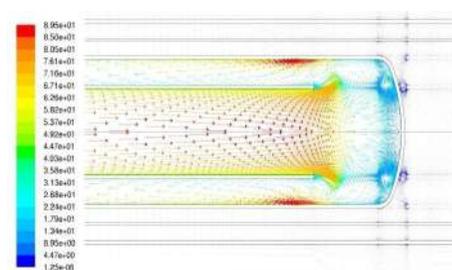
Analisi ULOF con il codice RELAP



Entrata LBE nel canale a



Profili di velocità all'interno del canale



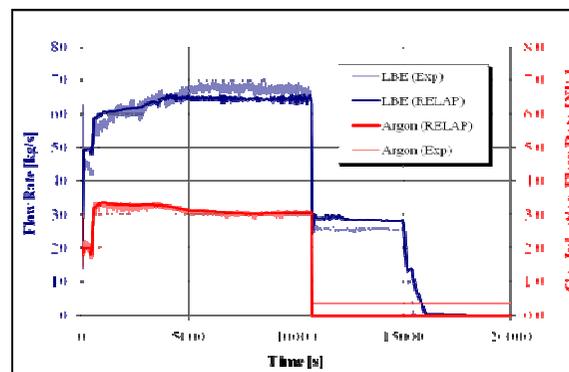
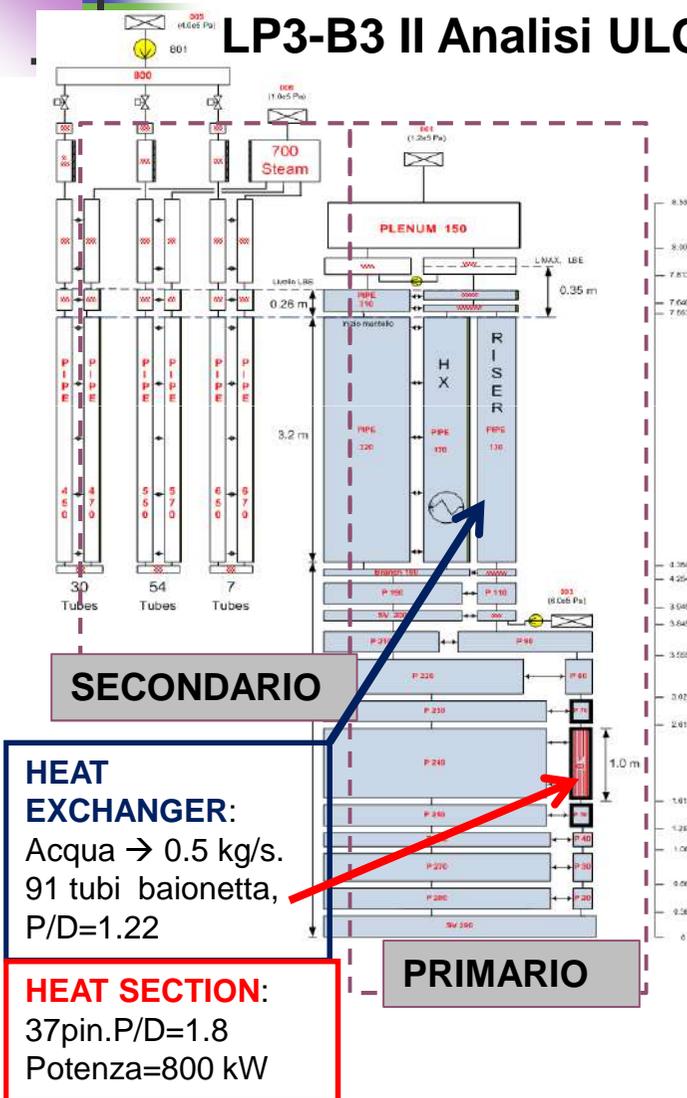
Fondo del canale con aria

ATTIVITA' CIRTEN AdP 2008-09



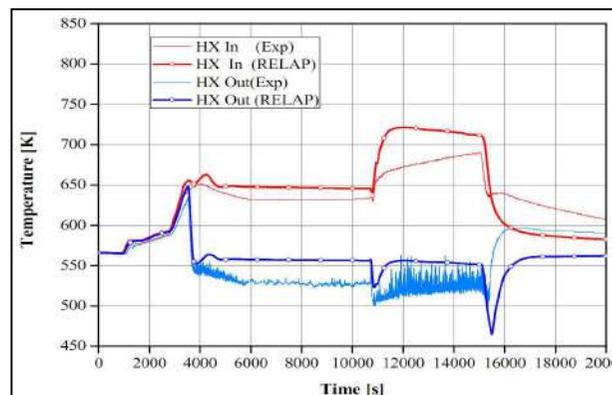
LP3- Reattori di IV generazione

LP3-B3 II Analisi ULOF con il codice RELAP



Portata: LBE, Ar

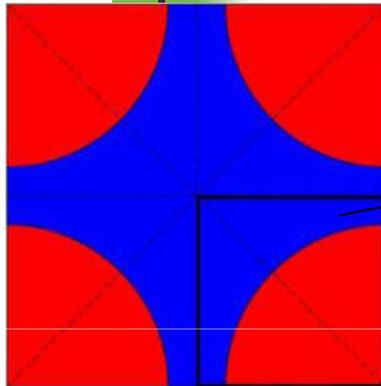
$\Delta P(\text{Riser})$ Void(Riser)



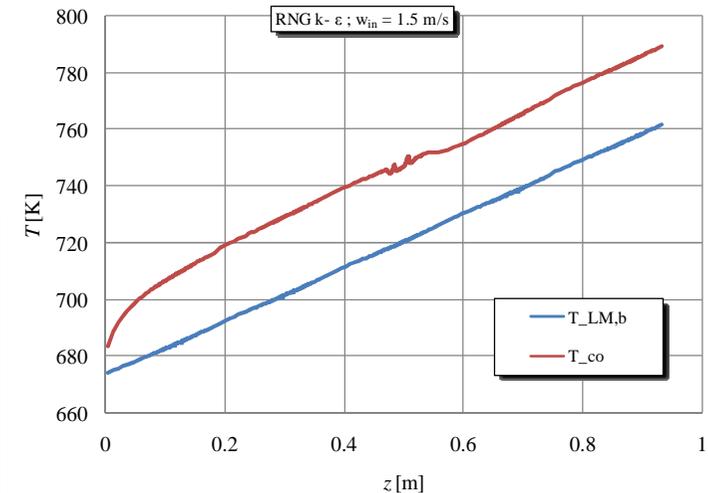
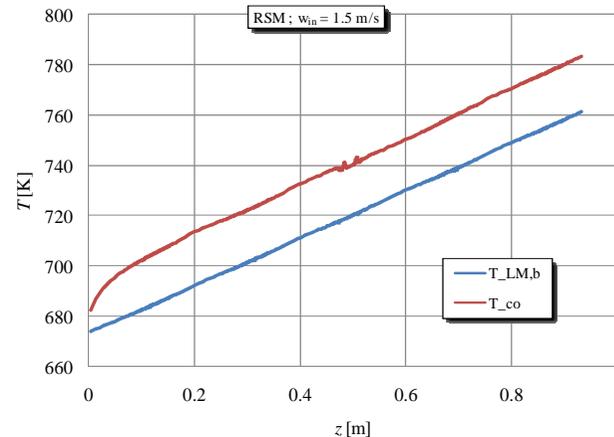
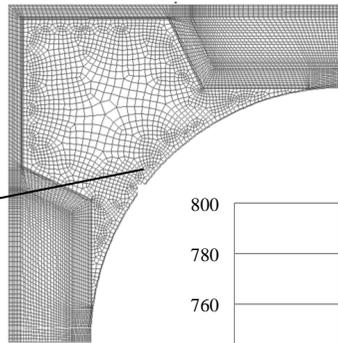
simulazione di un transitorio con perdita delle pompe primarie in assenza di SCRAM di un reattore HLM19

LP3- Reattori di IV generazione

LP3 B3- Analisi termoidraulica dell'elemento di combustibile di un reattore LFR



Discretizzazione spaziale



Andamento temperatura di bulk e di camicia in funzione della coordinata assiale (RNG K- ϵ e RSM)

LP3.D3 Modelli di rilascio di radionuclidi dalle matrici di contenimento per scorie: scenari di degrado analizzati con codice GENII-FRAMES o equivalenti

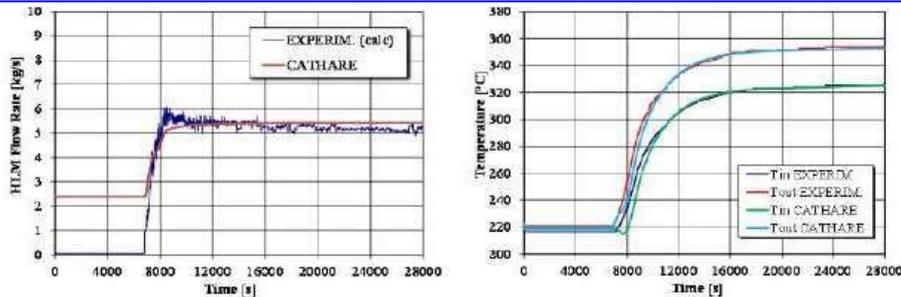
L'adozione della matrice di contenimento innovativa riduce di un ulteriore fattore 4 (al 25%) il valore della dose

ATTIVITA' CIRTEN AdP 2008-09



LP3- Reattori di IV generazione

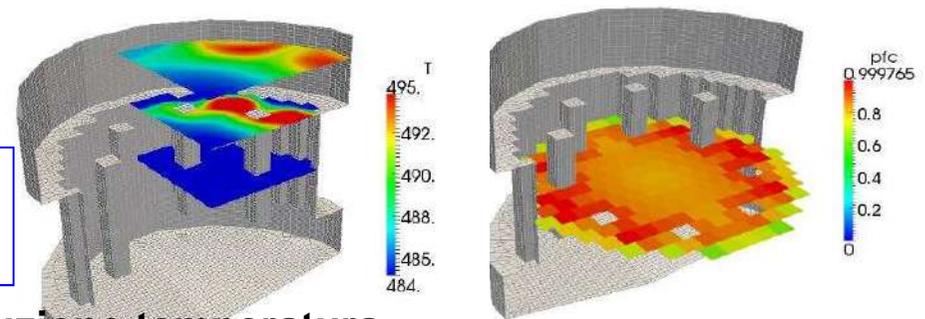
LP3-E1a: Sviluppo e validazione codice di calcolo per la termoidraulica di sistema CATHARE-2 per LWR evolutivi



Portate calcolate e sperimentali nell'esperimento con la facility NACIE

LP3-E2: Studi di dinamica di nocciolo per LFR: sviluppo strumento multifisico computazionale termoidraulico-neutronico

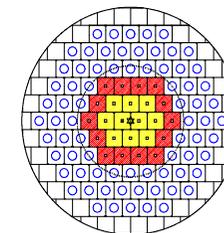
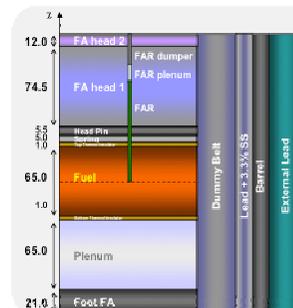
LP3-E1b: Sviluppo e valid. FEM-LCORE per termofluidodinamica di noccioli aperti



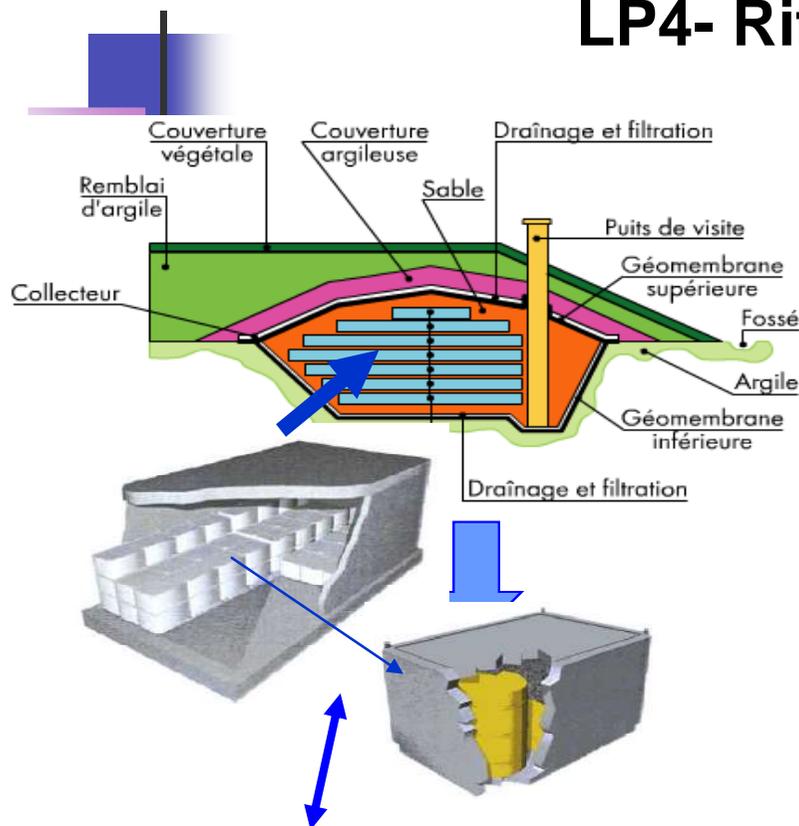
Distribuzione temperatura

Distribuzione combustibile core

LP3-E32: "Sviluppo e validazione di modelli avanzati per la progettazione di reattori Gen. IV"



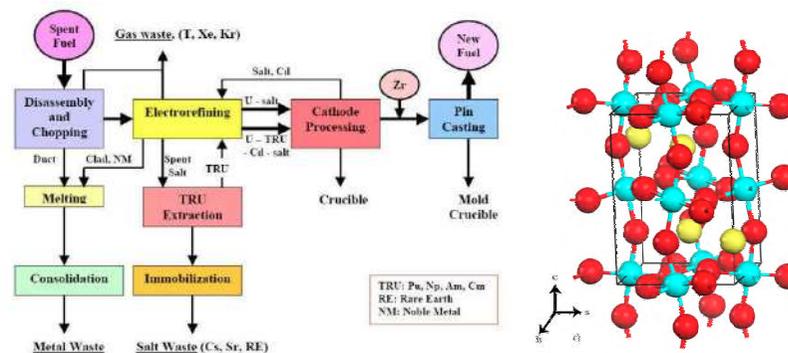
LP4- Rifiuti Radioattivi



LP4-A1 Modellazione PSA dei fenomeni di dispersione di contaminanti attraverso le barriere protettive di un deposito di rifiuti radioattivi.

Matrici di contenimento per rifiuti radioattivi da processi pirometallurgici

Partecipazione alla IGD-TP



LP4-A2 Problematiche del monitoraggio ambientale dei depositi radioattivi in accordo alle normative Internazionali: deve coinvolgere l'idrologia superficiale e sotterranea per gli aspetti del trasporto dei radionuclidi di origine antropica.²²

ATTIVITA' CIRTEN AdP 2008-09



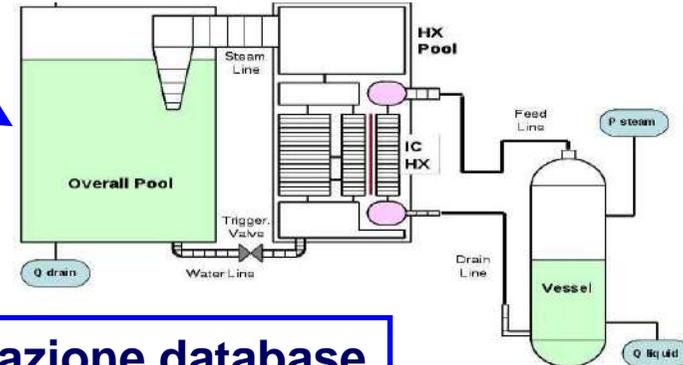
LP5- Qualifica di sistemi e componenti

LP5.A1: Implementazione sulla griglia di super-calcolo ENEA-CRESCO della piattaforma per simulazione avanzata NURISP

Implementazione della piattaforma super-calcolo ENEA-CRESCO

	CRESCO-ENEA GRID FISSICU PLATFORM							
	INSTALL	local		GRID		DNS	CFD	system
SALOME	yes	yes	yes	yes	no			
SATURNE	yes	yes	yes	no	no	X	X	
TRIO_U	yes	yes	yes	yes	no	X	X	
NEPTUNE	yes	yes	yes	no	no		X	
CATHARE	yes	yes	no	yes	no			X
PARAVIEW	yes	yes	yes	yes	yes			

Validazione codice Neptune sull'impianto Perseo con simulazione Neptune-CATHARE



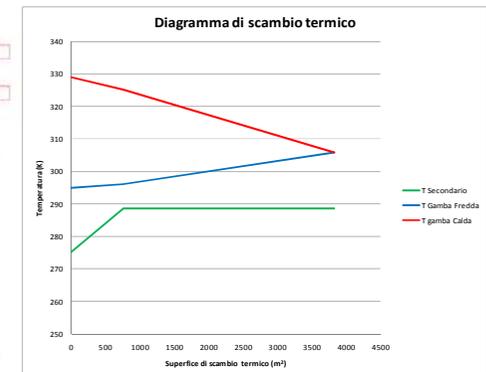
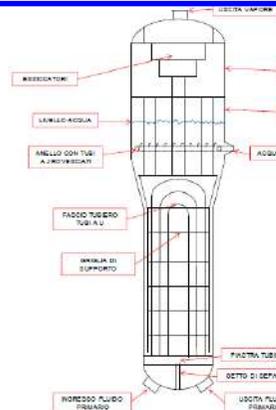
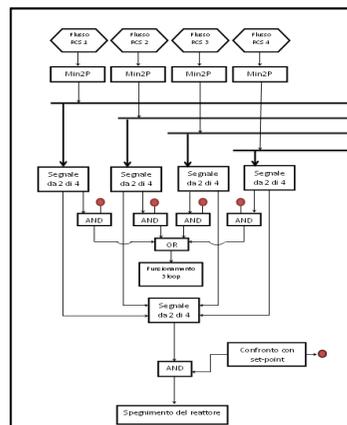
LP5.A3: Studio e sviluppo critico di metodi di analisi delle incertezze nei processi di analisi del rischio

LP5.A2: realizzazione database per PWR da 1600MWe



Metodologia REPAS e applicazione

Uncertainty evaluations for system thermal-hydraulic codes

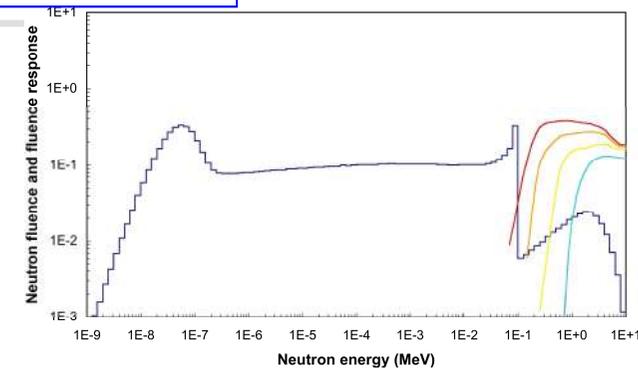
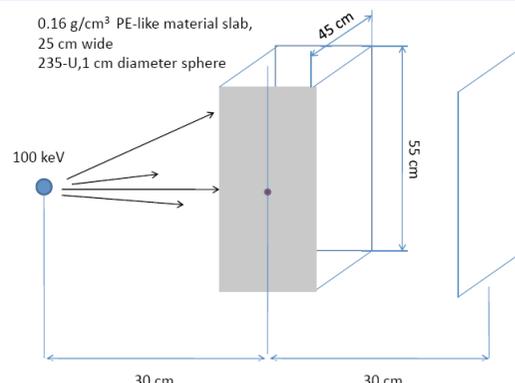


ATTIVITA' CIRTEN AdP 2008-09



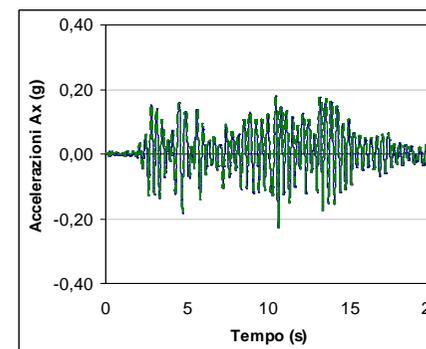
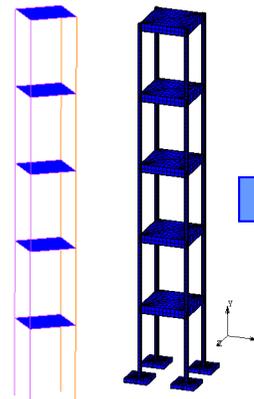
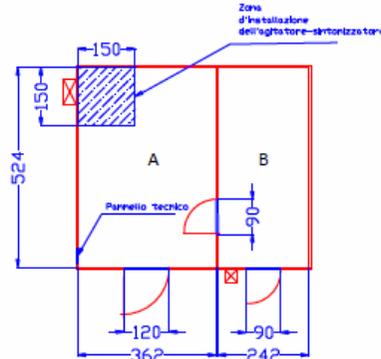
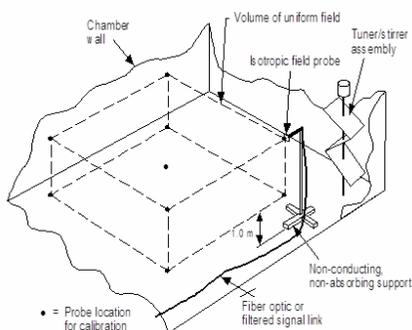
LP5- Qualifica di sistemi e componenti

LP5.B2 Sviluppo di un rivelatore per Radiografia Neutronica



Carry-on luggage of average density and composition 1 cm sphere of HEU
 Prompt fission peak created and detected

LP5- D1 Studio di metodologie innovative di prova e di integrazione tra prove di tipo e metodo analitico per le qualifiche ambientali, meccaniche, sismiche ed elettromagnetiche SSCs nucleari

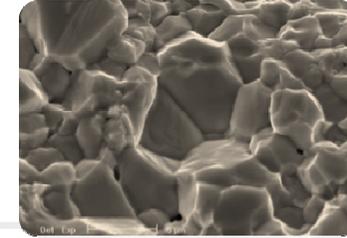
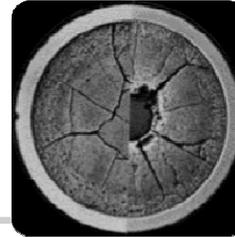


Reverberation chambers for EMC tests

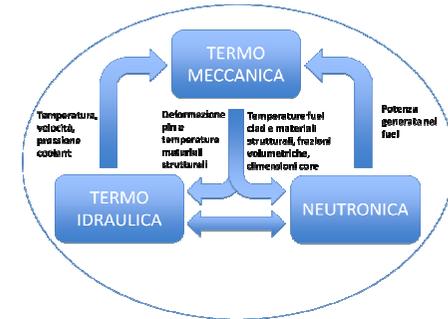
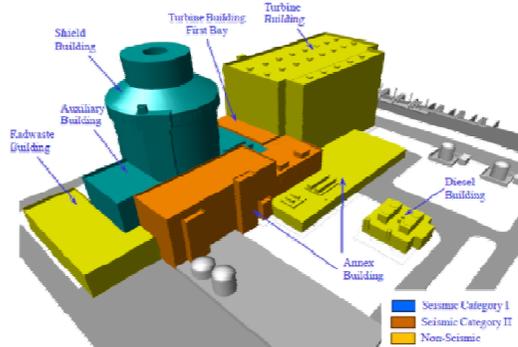
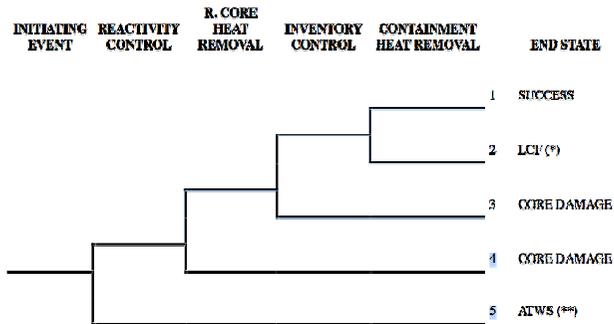
ATTIVITA' CIRTEN PAR 2010



Obiettivo 1.2 – Attività B.1 Modellazione del comportamento di elio in combustibili MOX ad alto burn-up....



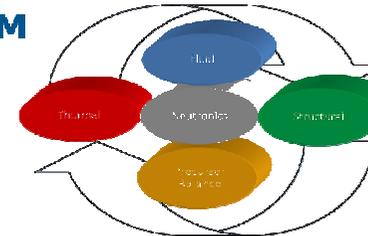
Obiettivo 1.1 – Attività A.2 Gen III+ Reactor response to Fukushima-like scenario



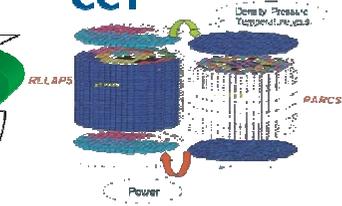
Notes:
 (*) = Failure of containment heat removal, in otherwise "success" sequences is modeled as the LCF end state in the event trees. LCF end state is not added to the core damage end states. It is discussed in level 2 analysis.
 (**)= RCS pressure control is especially important for ATWS event, since the capacity of the available overpressure protection may be exceeded.

Obiettivo 1.3 – Attività D1- Definizione caratteristiche richieste ad un modulo di termomeccanica in un codice multifisica di dinamica tridimensionale per reattori termici

MPM



CCT

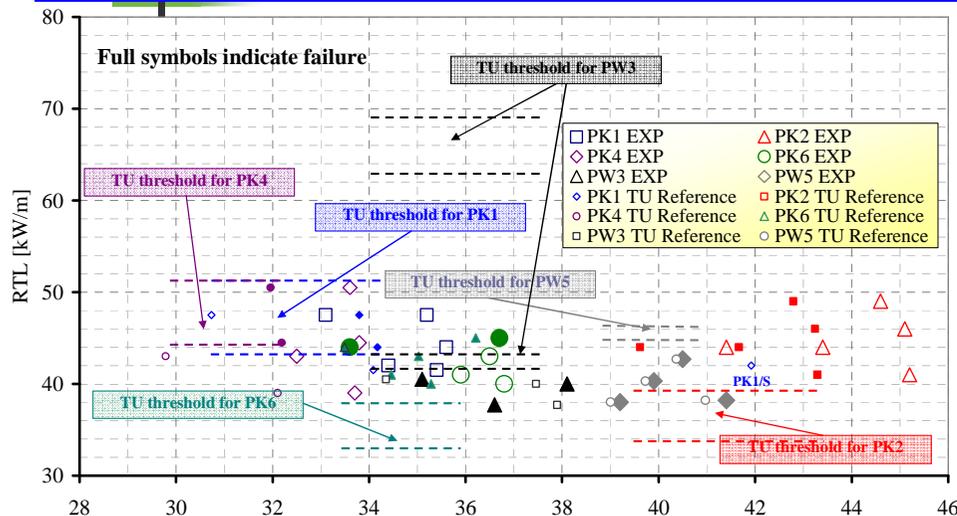


Obiettivo 2.1 – Attività D1- Studio di modelli di trasporto (modelli neutronici l'analisi dinamica in ottica multifisica per reattori ad acqua leggera)

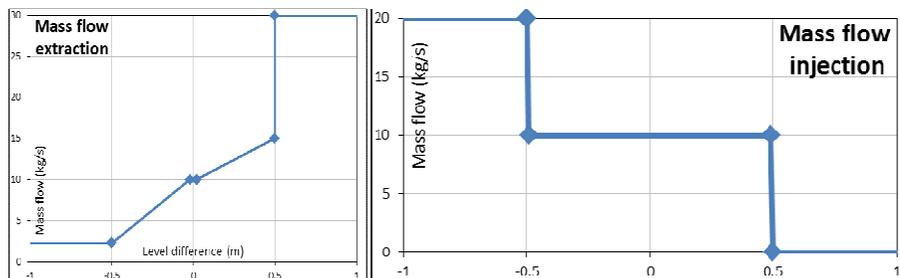
ATTIVITA' CIRTEN PAR 2010



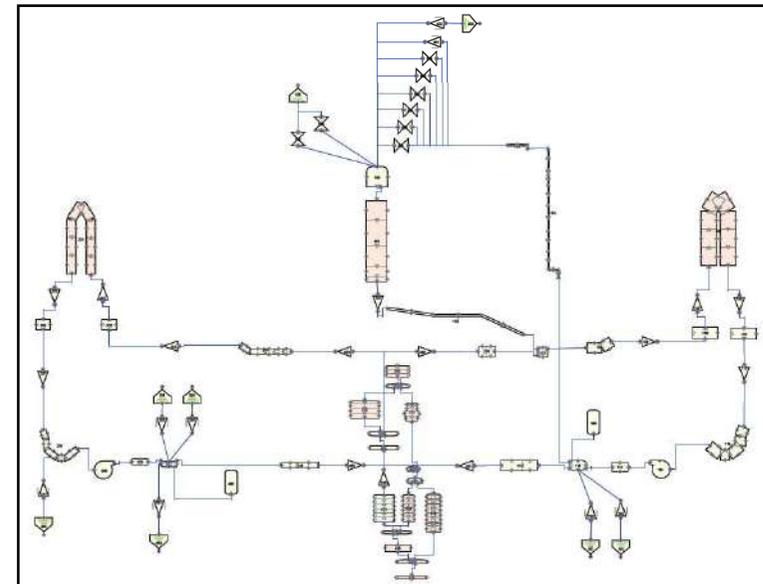
Obiettivo 3.1 – Attività B1 Modellazione del combustibile nucleare durante rampe di potenza: analisi di esperimenti con codici di calcolo di comportamento del combustibile in condizioni di alto burn-up”



Obiettivo 3.2 – Attività C2- Analisi e Simulazione di Strumentazione di Supervisione, Controllo e Protezione



Analisi database sperimentale PWR-Super Ramp: risultati conservativi relativamente alla rottura.



Sviluppo ed implementazione logiche Supervisione, Controllo e Protezione PWR per PRZ e Steam Dump System. Esecuzione 26 di analisi di transitori incidentali.

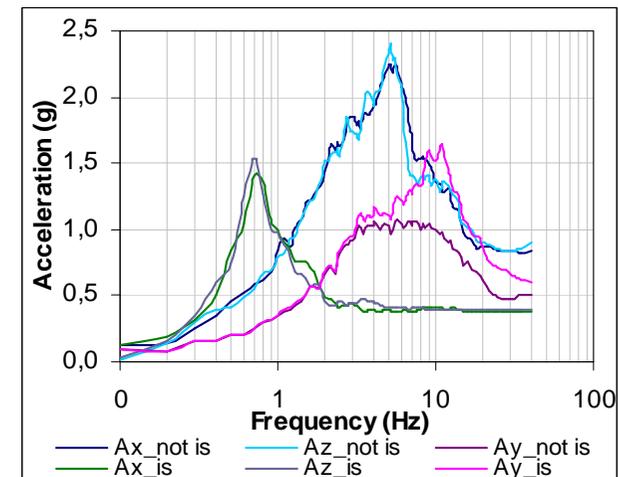
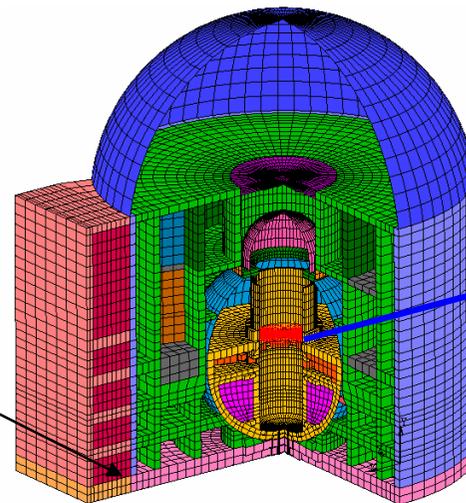
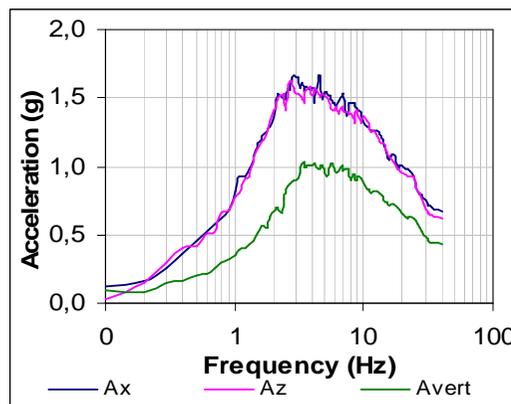
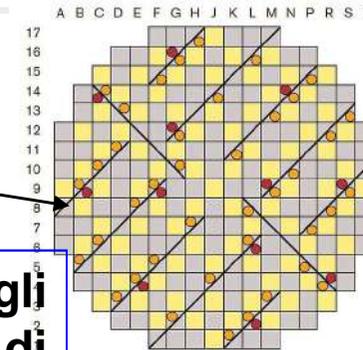
ATTIVITA' CIRTEN PAR 2010



Obiettivo 4.1 – Attività D.1 Analisi delle caratteristiche dei codici di termoidraulica di nocciolo (TRACE, RELAP5, CATHARE, FLUENT, ecc.)

Obiettivo 4.2 – Attività A.2 - Analisi di affidabilità dei misuratori di flusso neutronico in-core (di Self-Powered Neutron Detectors (SPND) in un EPR)

Obiettivo 4.3 – Attività A2 - Analisi degli effetti derivanti dagli eventi esterni in relazione agli stress test previsti a livello di Agenzie di Sicurezza Int. (approccio neo deterministico)

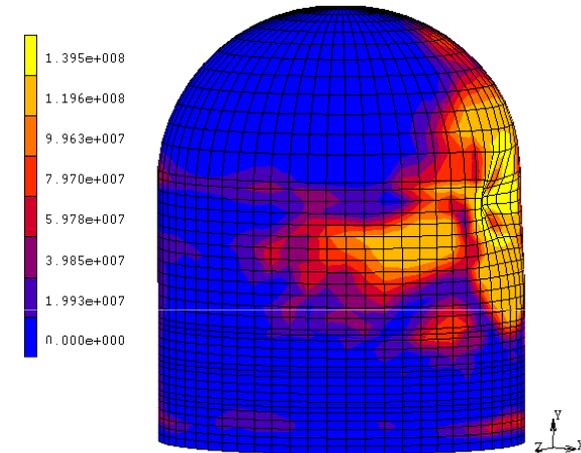
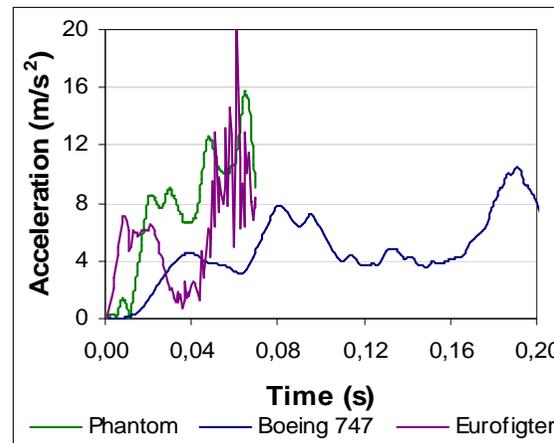
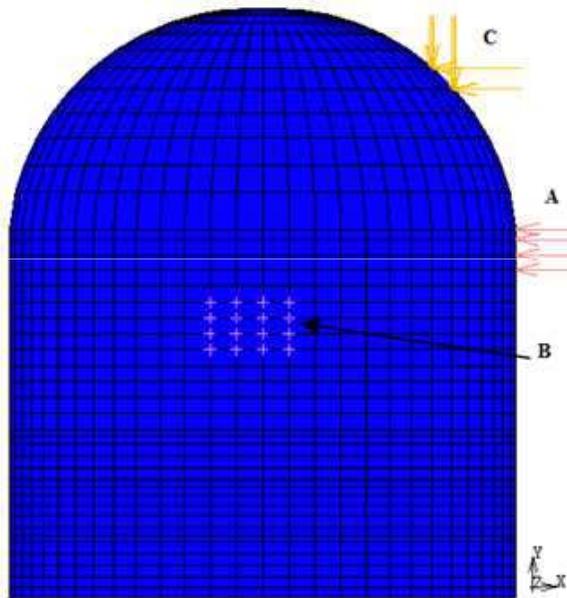


BDBE sisma oltre il limite di progetto

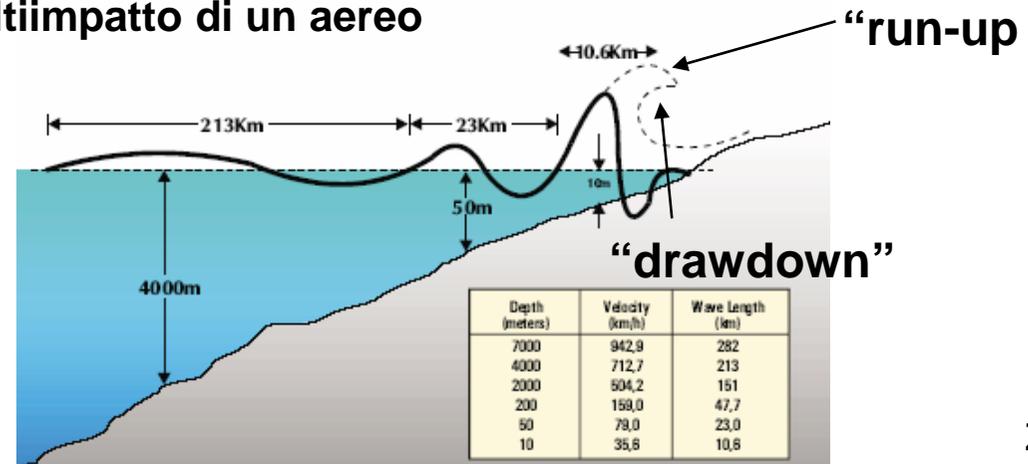
ATTIVITA' CIRTEN PAR 2010



Obiettivo 4.3 – Attività A2 - Analisi degli effetti derivanti dagli eventi esterni in relazione agli stress test previsti a livello di Agenzie di Sicurezza Int. (approccio neo deterministico)



multiimpatto di un aereo



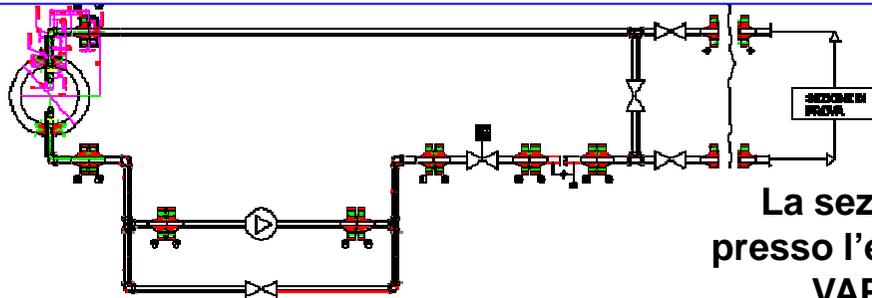
Studio fenomeno tsunami

ATTIVITA' CIRTEN PAR 2010

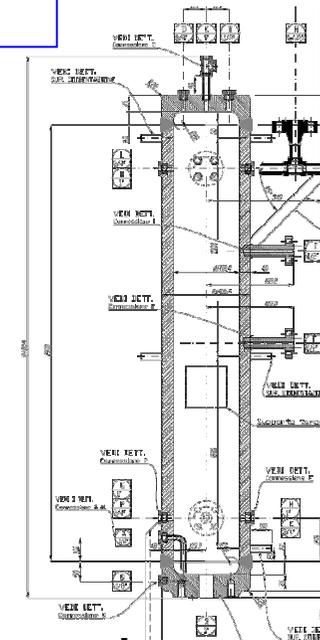


Obiettivo 6.1 Attività A1- Attività relativa alla termoidraulica di reattori PWR di Gen. III

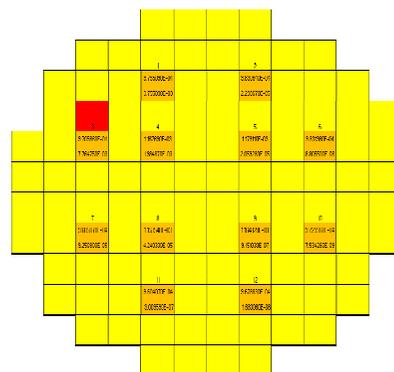
Obiettivo 6.1 – Attività B1 - Progettazione ed approvvigionamento di apparecchiature per prove termoidrauliche in piccola scala



La sezione di prova verrà installata presso l'edificio ove è ubicato l'impianto VAPORE- CR ENEA Casaccia



Obiettivo 6.2 – Attività C1- In core instrumentation



 FUEL ASSEMBLY

 FA + COLLETTORNE

 FA + SORGENTE

Stima del punto di massima potenza lineare in un nocciolo ad acqua: una valutazione numerica basata su tecniche perturbative generalizzate

Per il calcolo è stato utilizzato il codice ERANOS 2.1