

Impianto CIRCE

Titolo

L' impianto CIRCE (Circolazione Etettico) è un apparecchiatura sperimentale di larga scala dedicata alla ricerca sui sistemi nucleari innovativi refrigerati a metallo liquido pesante.

Elementi Essenziali

L' impianto CIRCE, con le sue sezioni di prova (ad oggi ne sono state costruite 6 e 1 è pianificata) permette di realizzare esperimenti nell'ambito della tecnologia dei metalli liquidi pesanti.

E' possibile realizzare prove integrali inerenti la termoidraulica e la chimica del refrigerante, qualifica componenti, caratterizzazione di sistemi innovativi, in supporto ai sistemi nucleari quali ADS "*Accelerator Driven System*" e LFR "*Lead-cooled Fast Reactor*".

Potenziali Utenti

L' impianto CIRCE è predisposto per supportare le attività di R&S implementate in ambito europeo per la progettazione e costruzione dell'impianto pilota ADS MYRRHA (Belgio, SCK-CEN, Mol), del DEMO-LFR ALFRED (Italia, Ansaldo Nucleare – ENEA) e del reattore a fusione DEMO (sviluppato nell'ambito del progetto EUROfusion).

E' inoltre utilizzato per collaborazioni con Università ed Enti di Ricerca del settore nucleare, produttori di reattori e componenti nucleari.

Elementi Aggiuntivi

L' impianto CIRCE, operante con l' eutettico piombo-bismuto, consiste principalmente di un vessel di prova (S100), in cui viene alloggiata la sezione di prova, e di due serbatoi ausiliari S200 e S300, rispettivamente adibiti allo stoccaggio del metallo liquido durante le fasi di manutenzione e al trasferimento della lega eutettica dal vessel di prova al serbatoio di stoccaggio e viceversa.

Attualmente l' impianto CIRCE è una delle più grandi apparecchiature sperimentali esistenti al mondo operante nel settore della tecnologia dei metalli liquidi pesanti. Il contenuto complessivo di lega eutettica può raggiungere le 90 ton.

Il vessel di prova, realizzato in AISI 316L, ha in configurazione di prova una altezza di circa 10 m, ed un diametro di 1,2 m, progettato per una pressione massima di 16 bar.

L' impianto è stato progettato e realizzato da ENEA in collaborazione con ANSALDO NUCLEARE, ed entrato in servizio nel 2001.

L' impianto è stato estensivamente usato per prove sperimentali atte alla caratterizzazione di componenti prototipici, qualifica strumentazione, controllo della chimica del refrigerante, studi sulla termoidraulica bi-fase, comportamento termo-fluidodinamico di sistemi nucleari a piscina refrigerati a metallo liquido pesante, sia in ambito europeo (EURATOM, PQ CE, MAXIMA, SESAME, MYRTE, EUROfusion) che nazionale (Accordo di Programma MiSE-ENEA).

La sezione di prova attualmente installata in CIRCE, deriva dalla precedente, denominata ICE – Integral Circulation Experiment – in cui è stato sostituito lo scambiatore di calore con un nuovo prototipo di generatore di vapore del tipo a baionetta, chiamato HERO (Heavy liquid metal pressurized water cooled tubes) e dal quale la nuova sezione di prova prende il nome.

Gli altri componenti sono rimasti pressoché uguali e comprendenti una sorgente termica della potenza di 1 MW, replicante nella geometria un elemento di combustibile di un impianto nucleare (Fuel Pin Simulator, FPS), un convogliatore e un tubo di risalita che guidano l' ascensione del metallo liquido proveniente dalla sorgente termica verso l' alto (riser), un separatore operante come piscina calda, in cui la lega eutettica viene raccolta prima dell' ingresso nello scambiatore, un sistema di iniezione di argon che permette di realizzare un regime di circolazione assistita.

Gli esperimenti condotti hanno permesso di dimostrare la fattibilità tecnologica del sistema primario di reattore LFR/ADS in scala 1 MW, analizzandone il comportamento termo-fluidodinamico, e qualificando i sistemi ausiliari, quali il sistema di condizionamento del tenore di ossigeno disciolto nella lega, e i sistemi di sicurezza DHR.

Una particolare campagna sperimentale è stata realizzata per indagare riguardo le conseguenze dell' SGTR (Steam Generator Tube Rupture), ovvero la rottura di uno o più tubi di un generatore di vapore all'interno di una piscina di un impianto a metallo liquido pesante.

Le ultime attività sperimentali realizzate su CIRCE in configurazione HERO, hanno fornito importanti risultati sulla caratterizzazione dei transitori incidentali, in particolare del tipo PLOFA (Protected Loss of Flow Accident), consistente nella perdita improvvisa del pozzo termico durante il normale utilizzo dell'impianto. Ulteriori studi sono stati condotti sulla termoidraulica monofase del refrigerante e sulla caratterizzazione dei fenomeni di stratificazione termica in sistemi a piscina.

Altre due campagne sperimentali sono state realizzate in supporto alla progettazione dello scambiatore di calore primario del reattore MYRRHA nell'ambito del progetto MYRTE e allo sviluppo dello scambiatore di calore a Piombo-Litio del reattore a fusione DEMO all'interno del progetto EUROfusion.

Nel prossimo futuro è prevista la realizzazione di una nuova sezione di prova per la conduzione attività sperimentali atte a supportare la progettazione del DEMO-LFR ALFRED e del reattore a fusione DEMO.

Centro

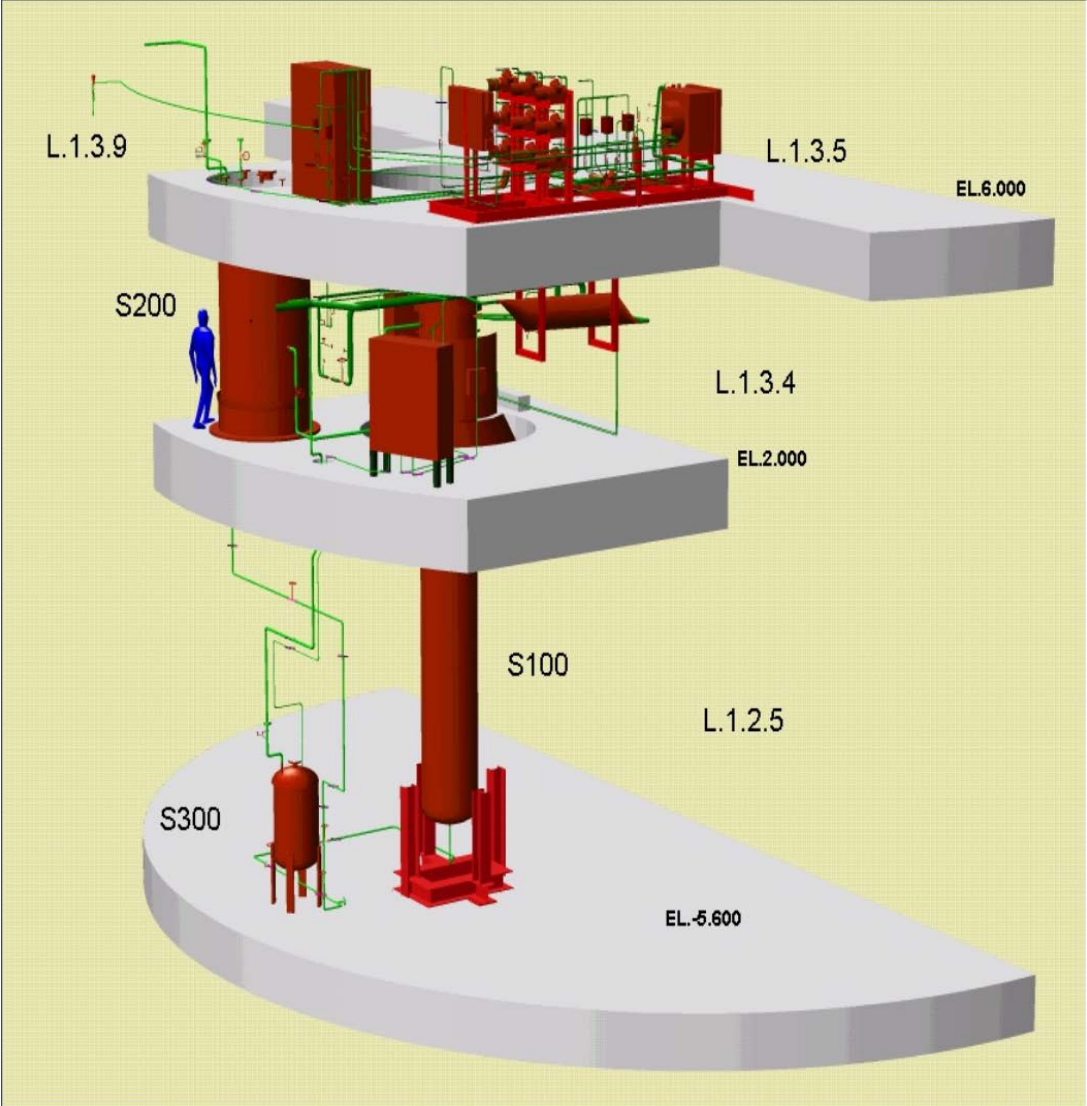
Centro Ricerche ENEA del Brasimone

Referente

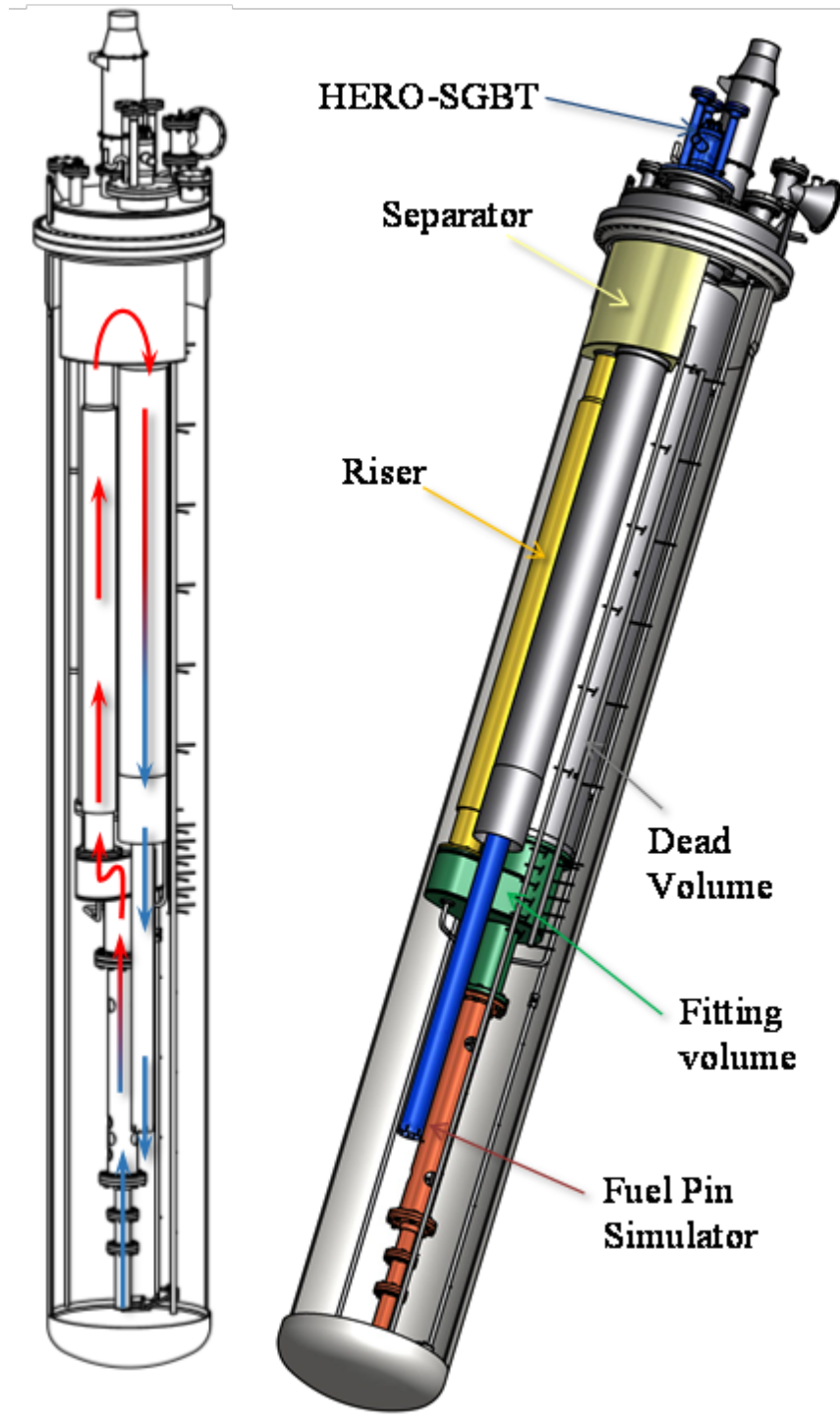
Ing. Mariano Tarantino

mariano.tarantino@enea.it

Foto



Layout Impianto CIRCE



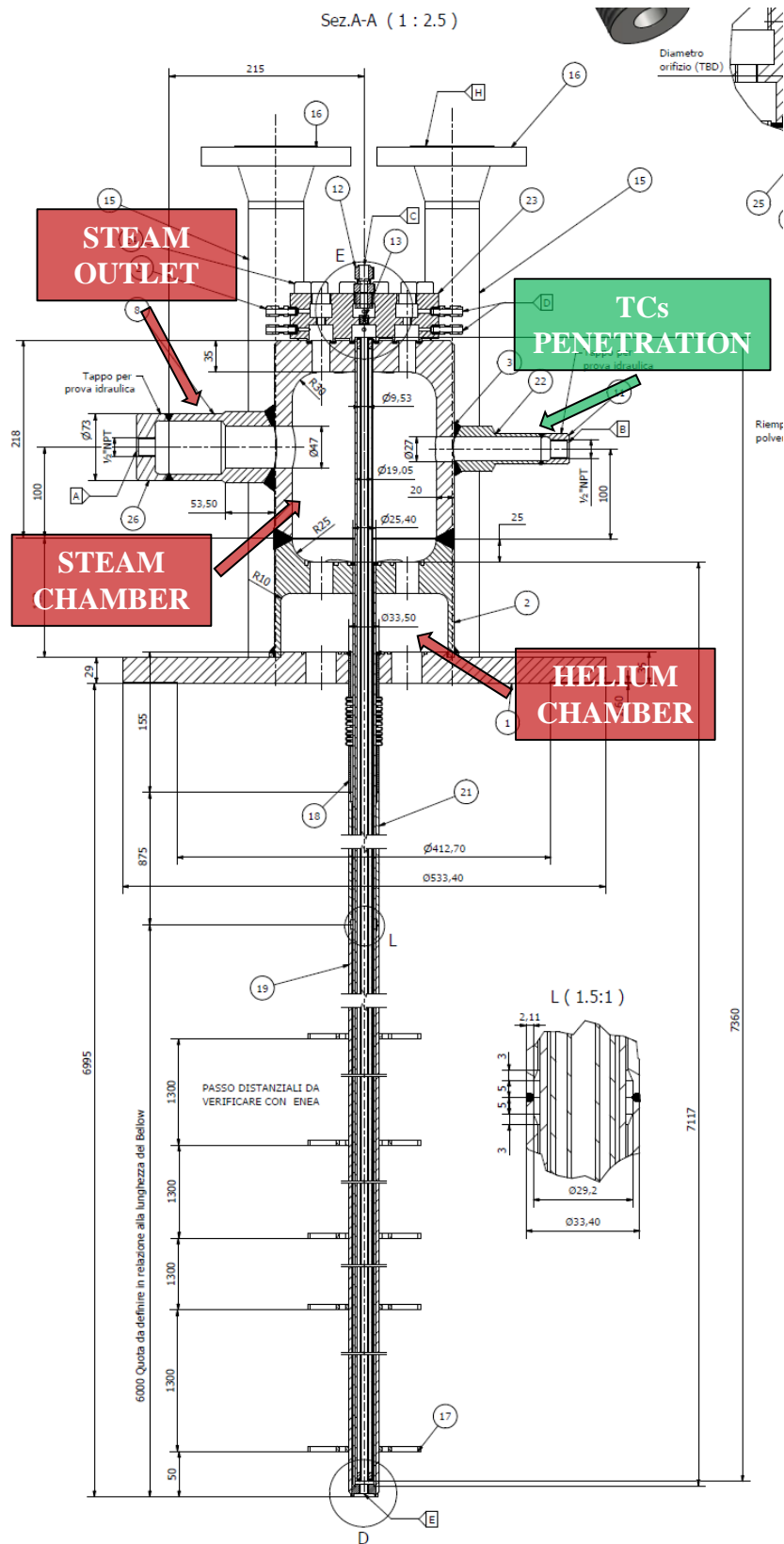
Sezione di prova impianto CIRCE in configurazione di prova HERO



Componenti principali della sezione di prova HERO



Simulatore del Fuel Pin Bundle per la sezione di prova HERO



Geometria del Generatore di Vapore a tubi a baionetta HERO