



**Borsa di studio attivata ai sensi di quanto disposto dal D.M. n. 1061 del 10/08/2021**

Titolo del progetto: Sviluppo e validazione di modelli di produzione e trasporto dei prodotti di corrosione attivati in circuiti di refrigerazione di impianti a fusione di tipo tokamak

La borsa sarà attivata sul seguente corso di dottorato accreditato per il XXXVII ciclo:  
ENERGIA E AMBIENTE

Responsabile scientifico: Gianfranco Caruso

Area per la quale si presenta la richiesta: GREEN

Numero di mensilità da svolgere in azienda: 6

Numero di mensilità da svolgere all'estero: 6 presso CEA - Caradache

Azienda: RINA CONSULTING - CENTRO SVILUPPO MATERIALI S.p.A.

Il Dipartimento è disponibile a cofinanziare per un importo pari a euro: 10000

Dipartimento finanziatore: DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA ASTRONAUTICA, ELETTRICA ED ENERGETICA con delibera del 21/09/2019

Progetto di ricerca:

L'energia prodotta da impianti a fusione termonucleare a confinamento magnetico giocherà un ruolo fondamentale nel processo di decarbonizzazione dei sistemi energetici. In uno scenario futuro l'integrazione nel mix energetico nazionale di impianti di questo tipo, associati ad una più vasta penetrazione delle fonti rinnovabili, contribuirà sensibilmente alla promozione di uno sviluppo tecnologico sostenibile.

Per mantenere la promessa di produrre energia in modo pulito, sicuro e rispettoso dell'ambiente, la tecnologia della fusione nucleare deve includere tecniche per la gestione ed il controllo dei materiali attivati durante il funzionamento dell'impianto. In particolare, la formazione di prodotti di corrosione e la successiva attivazione è ormai un problema riconosciuto, in particolare negli impianti di potenza. Ad oggi, sempre più industrie italiane investono nella nuova tecnologia della fusione nucleare, anche in virtù dei grandi progetti internazionali (ITER, DEMO) e nazionali (DTT). Tra queste, il Centro Sviluppo Materiali (CSM) del gruppo RINA S.p.A. è impegnato nello sviluppo di tecnologie per il controllo della chimica dell'acqua in impianti a fusione, al fine di ridurre i processi di corrosione.

Numerosi codici di calcolo sono stati inoltre sviluppati per poter stimare l'inventario dei prodotti di corrosione generati, attivati e trasportati all'interno dei circuiti di refrigerazione; tra questi OSCAR-Fusion è il più utilizzato per lo studio in impianti a fusione di tipo Tokamak. Gli aspetti industriali più importanti sono:

- Radioprotezione: riduzione dell'esposizione alle radiazioni professionali (ORE)
- Ambiente: Minimizzazione dei rilasci/rifiuti – Ottimizzazione del processo di smontaggio – Termine di sorgente in caso di incidente.
- Disponibilità: Ottimizzazione del funzionamento del reattore

Il progetto di dottorato proposto ha come primo obiettivo quello di contribuire allo sviluppo del suddetto codice di calcolo in collaborazione con l'ENEA – Dipartimento fusione e tecnologie per la sicurezza nucleare – e il CEA (Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives) di Cadarache. Al termine di questa fase sarà possibile simulare la produzione di prodotti di corrosione tenendo in considerazione gli effetti della chimica dell'acqua, le condizioni operative del circuito e del campo magnetico. Il secondo obiettivo del progetto è quello di contribuire alla validazione del codice partecipando alle campagne sperimentali svolte presso i laboratori del Centro Sviluppo Materiali del gruppo RINA a Castel Romano.

Titolo del progetto (inglese): Development and validation of models for the production and contamination transfer of corrosion products in refrigeration circuits of tokamak fusion plants

Progetto di ricerca (inglese):

The energy produced by thermonuclear fusion plants based on magnetic confinement will play a fundamental role in the process of decarbonization of energy systems. In a future scenario, the integration of plants of this type into the national energy mix, associated with a wider penetration of renewable sources, will contribute significantly to the promotion of sustainable technological development.

To deliver on the promise of producing energy in a clean, safe and environmentally friendly manner, nuclear fusion technology must include techniques for the management and control of materials activated during the operation of the plant. In particular, the formation of corrosion products and subsequent activation is now a recognized problem, particularly in power plants. To date, more and more Italian industries are investing in the new technology of nuclear fusion, also by virtue of major international (ITER, DEMO) and national (DTT) projects. Among these, the Materials Development Center (CSM) of the RINA S.p.A. group is engaged in the development of technologies for the control of water chemistry in fusion plants, in order to reduce corrosion processes.

Numerous calculation tools have also been developed in order to estimate the inventory of corrosion products generated, activated and transported within the refrigeration circuits; among these OSCAR-Fusion is the most used for the study in Fusion plants of the Tokamak-type. The most important Industrial issues are:

- Radioprotection: Reduction of Occupational Radiation Exposure (ORE)
- Environment: Minimization of release/waste – Optimization of dismantling process - Source term in case of accident/incident
- Availability: Optimization of reactor operation

The first objective of the proposed doctoral project is to contribute to the development of the aforementioned calculation code, in collaboration with ENEA – Department of Fusion and Technologies for Nuclear Safety – and the CEA (Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives) of Cadarache. At the end of this phase, it will be possible to simulate the production of corrosion products taking into account the effects of water chemistry, the operating conditions of the circuit and the magnetic field. The second objective of the project is to contribute to the validation of the code by participating in the experimental campaigns carried out at the CSM-RINA group Laboratories at Castel Romano.