

**CURRICULUM VITAE E
ATTIVITÀ SCIENTIFICA E DIDATTICA**

DR.SSA ING. MARIAROSA GIARDINA

CURRICULUM VITAE

La sottoscritta ha conseguito la Laurea in Ingegneria Nucleare con la votazione di 110/110 e la lode, presso l'Università degli Studi di Palermo il 20/07/1994. Titolo tesi: Analisi mediante il codice RELAP5/MOD3 dell'effetto, ai fini della sicurezza, di lievi varianti di progetto nel PWR-PUN.

Dal 1 Marzo al 31 dicembre 1995, ha usufruito, dopo superamento del relativo concorso, di una borsa di studio di addestramento alla ricerca, a contributo comunitario (F.S.E.) Progetto n. 938002 I1, bandita dal consorzio SINTESI (SINergie TEcnologiche in SICilia). La borsa è stata espletata presso l'ex Dipartimento di Ingegneria Nucleare (DIN), dell'Università degli Studi di Palermo, partecipando ad attività di ricerca svolte nell'ambito del Programma Operativo Plurifondo (POP) Sicilia 1990-1993, contributo finanziario della Regione Siciliana e della Comunità Europea, sul tema "Dimensionamento sistemi di sfiato di emergenza", in collaborazione con il Centro Comune di Ricerca (CCR) di Ispra (Varese). Il giudizio espresso dalla commissione di valutazione del lavoro svolto durante il periodo di addestramento è stato il seguente:

"Il borsista ha raggiunto un ottimo livello di conoscenze specifiche, mostrando particolari capacità ed abilità tecniche ed uno spiccato spirito critico".

Dal 03/04/95 al 07/04/95, ha svolto uno stage presso l'*Institute for Safety Technology* del Joint Research Centre (JRC) di Ispra, sul tema 'Simulazioni tramite il codice di calcolo RELIEF di sistemi di sfiato d'emergenza'. Lo stage ha riguardato anche la partecipazione a prove sperimentali di blowdown di acqua in condizione di saturazione realizzate sugli impianti DRACULA (*Depressurization Relief And Containment Using Large Apparatus*) e COLUMBUS (venting of long horizontal vessels).

Dal 11/04/96 al 31/12/96, ha goduto di un Contratto di collaborazione scientifica stipulato con il DIN dell'Università degli Studi di Palermo per una ricerca sul tema "Dimensionamento di sfiati di emergenza: Identificazione di casi di interesse, anche sulla base delle esigenze dell'industria locale, e simulazione mediante il codice RELIEF".

Dal 16/11/98 al 27/11/98, ha svolto uno stage presso l'*Institute for Systems, Informatics and Safety Industrial Hazards Unit* del JRC di Ispra. L'attività ha riguardato l'implementazione nel codice di calcolo multi-fluido RELAP5/MF di modelli per lo studio dello scambio termico parete/fluido bifase in presenza di gas non-condensabili.

È risultata vincitrice del concorso per l'ammissione di Dottorato di ricerca in Energetica (XI ciclo) presso l'Università degli Studi di Roma "La Sapienza", risultando seconda in graduatoria. Il 16/05/2000 ha conseguito il relativo titolo discutendo una tesi sul tema "Codici termoidraulici per lo studio di processi in sistemi bifase multicomponenti di interesse industriale".

Dal 01/08/2000 al 01/11/2000, ha goduto di un Contratto di collaborazione scientifica stipulato con il DIN dell'Università degli Studi di Palermo per una ricerca sul tema "Analisi termoidrauliche in sistemi sottocritici iniettati di tipo ADS (Accelerator Driver Systems)".

Dal 06/11/2000 al 17/11/2000, ha svolto uno stage presso l'Ansaldo Nucleare, Divisione di Ansaldo Energia Spa di Genova, sul tema: Studi di modellistica per l'impianto ADS a PB-Bi con il codice il codice RELAP5/MOD3 modificato.

Nella seduta del Consiglio della Facoltà di Ingegneria dell'Università degli Studi di Palermo del 29/05/2000, è stata nominata cultore della materia "Sicurezza e Analisi di rischio" (S.S.D. ING-IND/19) per il corso di Laurea in Ingegneria Nucleare (Vecchio Ordinamento, V.O.) dell'Università degli Studi di Palermo.

E' stata vincitrice della selezione pubblica per titoli e colloquio, con la votazione di 100/100, di un Assegno di ricerca per la collaborazione ad attività di ricerca, di cui all'art. 51, comma 6, L. 27/12//1997 n. 449 e del Decreto Ministeriale attuativo 11/2/1998, svolto, dal 01/11/2000 al 31/10/2002 (Contratto per il conferimento di Assegno di ricerca n° 155 del 26/10/2000), presso il DIN dell'Università degli Studi di Palermo. Il tema di ricerca ha riguardato "Analisi termoidrauliche in sistemi sottocritici iniettati di tipo ADS (Accelerator Driver Systems)". L'Assegno è stato rinnovato per un ulteriore biennio, dal 01/11/2002 al 30/10/2004 (Contratto per il conferimento di Assegno di ricerca n° 481 del 21/10/2002).

Con delibera del Consiglio di Amministrazione dell'Università degli Studi Palermo del 29/04/2003, è stato attribuito un finanziamento nell'ambito del "Progetto Giovani Ricercatori", anno 2000, Area Scientifica: Comitato 09, titolo della ricerca: Analisi Fault Tree mediante l'uso di metodi fuzzy.

Dal 19/11/2004 al 20/12/2004, ha goduto di un Contratto di collaborazione scientifica stipulato con il DIN dell'Università degli Studi di Palermo per una ricerca sul tema "Transitori termoidraulici incidentali di categorie III e IV in reattori nucleari innovativi di tipo ADS (Accelerator Driven System)".

Con Decreto del Rettore dell'Università degli Studi Palermo D.R. n. 6698 del 31/12/2004 è stata nominata ricercatore universitario presso la Facoltà di Ingegneria dell'Università di Palermo, per il settore scientifico disciplinare ING-IND/19 (Impianti Nucleari), e a decorrere dal 04/01/2005 ha preso servizio presso il DIN.

Con Decreto Dirigenziale n° 1842 del 18/04/2008 è stata confermata nel ruolo di ricercatore a tempo pieno della Facoltà di Ingegneria dell'Università degli Studi di Palermo.

Nell'ambito del Bando D.D. 1532/2016 settore concorsuale 09/c2 Fisica Tecnica e Ingegneria Nucleare ha conseguito l'abilitazione per le funzioni di professore di II fascia.

ATTIVITÀ DIDATTICA

A partire dal 2000, dopo la nomina a cultore della materia di "Sicurezza e Analisi di rischio" (S.S.D. ING-IND/19) nella seduta del Consiglio di Facoltà di Ingegneria dell'Università degli Studi di Palermo del 29/05/2000, ha collaborato allo svolgimento delle esercitazioni e ha fatto parte della relativa commissione di esame per l'insegnamento "Sicurezza e Analisi

di Rischio e Protezione Ambientale” (9 CFU) per il corso di Laurea in Ingegneria della Sicurezza e delle tecnologie Nucleari e Ingegneria Energetica.

Successivamente, con il ruolo di ricercatore, ha svolto le esercitazioni di “Sicurezza e Affidabilità degli Impianti Energetici” (9 CFU) del corso di la Laurea Ingegneria dell’Energia.

Per il corso di Laurea in Ingegneria Nucleare (V.O.) e per il corso di laurea Magistrale in Ingegneria della Sicurezza e delle Tecnologie Nucleari (N.O.), ha avuto il conferimento dell’incarico di insegnamento per la disciplina “Applicazioni degli isotopi” (6 CFU) per gli A.A. 2004/2005 (seduta della Giunta di Presidenza della Facoltà di Ingegneria del 10/03/05), 2005/2006 (seduta del Consiglio di Facoltà di Ingegneria del 14/06/05), 2006/2007 (seduta del Consiglio di Facoltà di Ingegneria del 29/06/06).

Per il corso di Laurea Magistrale in Ingegneria della Sicurezza e delle Tecnologie Nucleari (N.O.), ha avuto il conferimento dell’incarico di insegnamento per la disciplina “Teoria del reattore nucleare con laboratorio” (6 CFU), di 3 CFU per l’A.A. 2005/2006 (seduta del Consiglio di Facoltà di Ingegneria del 13/07/05) e di 6 CFU per gli A.A. 2006/2007 (seduta del Consiglio di Facoltà di Ingegneria del 29/06/06) e 2007/2008 (seduta del Consiglio di Facoltà di Ingegneria del 27/06/07).

Per il corso di laurea Magistrale in Ingegneria della Sicurezza e delle Tecnologie Nucleari (N.O.), ha avuto il conferimento dell’incarico di insegnamento per la disciplina “Impatto ambientale di impianti nucleari” (6 CFU) per l’A.A. 2007/2008 (seduta del Consiglio di Corso di Laurea Magistrale in Ing. della Sicurezza e delle tecnologie Nucleari del 28/11/07). Il corso ha visto anche la partecipazione di numerosi studenti dei Corsi di Laurea Magistrale in Ingegneria Elettronica ed in Ingegneria del Territorio e Dell’Ambiente.

A partire dall’A.A. 2008/2009, il corso di Laurea in Ingegneria della Sicurezza e delle Tecnologie Nucleari è confluito nella Laurea Magistrale in Ingegneria Energetica e Nucleare (N.O.). Per tale corso ha avuto il conferimento dell’insegnamento “Teoria del reattore nucleare con laboratorio” di 9 CFU (Consiglio di Corso di Studi in Ingegneria Energetica del 17/07/2008) e di “Impatto ambientale di impianti nucleari” (6 CFU) (Consiglio di corso di studi in Ingegneria Energetica del 13/10/2008).

A partire dall’A.A. 2010/2011, ha avuto il conferimento di insegnamento per i seguenti corsi:

SICUREZZA E ANALISI DI RISCHIO - 6.0 CFU 2189 - INGEGNERIA DELL'ENERGIA - CLASSE L-9	2017
--	------

IMPATTO AMBIENTALE DEI SISTEMI ENERGETICI - 6.0 CFU	2016
--	------

SICUREZZA E ANALISI DI RISCHIO - 6.0 CFU 2031 - INGEGNERIA ELETTRICA - CLASSE LM-28	2015
---	------

SICUREZZA E ANALISI DI RISCHIO - 9.0 CFU 2189 - INGEGNERIA DELL'ENERGIA - CLASSE L-9	2014
--	------

TEORIA DEL REATTORE NUCLEARE CON LAB. - 6.0 CFU 065 - INGEGNERIA DELLA SICUREZZA E TECNOL.NUCLEARI - CLASSE 33/S (ACC.LIBERO)	2012
TEORIA DEL REATTORE NUCLEARE CON LAB. - 9.0 CFU 633 - INGEGNERIA ENERGETICA E NUCLEARE - CLASSE 33/S	2012
SICUREZZA ED ANALISI DI RISCHIO E PROTEZIONE AMBIENTALE C.I. - 9.0 CFU 099 - INGEGNERIA ENERGETICA - CLASSE 10	2012
SICUREZZA E ANALISI DI RISCHIO - 0.0 CFU 329 - INGEGNERIA NUCLEARE (D.R.4/91)	2012
SICUREZZA E ANALISI DI RISCHIO - 9.0 CFU 2089 - INGEGNERIA DELL'ENERGIA - CLASSE L-9	2012
SICUREZZA E AFFID.IMPIANTI NUCLEARI - 6.0 CFU 065 - INGEGNERIA DELLA SICUREZZA E TECNOL.NUCLEARI - CLASSE 33/S (ACC.LIBERO)	2012
IMPATTO AMBIENTALE DI IMPIANTI ENERGETICI - 6.0 CFU 2033 - INGEGNERIA ENERGETICA E NUCLEARE - CLASSE LM-30	2012
DINAMICA E SICUREZZA DEGLI IMPIANTI NUCLEARI - 9.0 CFU 633 - INGEGNERIA ENERGETICA E NUCLEARE - CLASSE 33/S	2012
DINAMICA E SICUREZZA DEGLI IMPIANTI ENERGETICI - 9.0 CFU 2033 - INGEGNERIA ENERGETICA E NUCLEARE - CLASSE LM-30	2012
DINAMICA E SICUREZZA DEGLI IMPIANTI ENERGETICI - 6.0 CFU 2033 - INGEGNERIA ENERGETICA E NUCLEARE - CLASSE LM-30	2012
APPLICAZIONE DEGLI ISOTOPI - 6.0 CFU 329 - INGEGNERIA NUCLEARE (D.R.4/91) (ACC.LIBERO)	2012
TEORIA DEL REATTORE NUCLEARE E DOSIMETRIA ED EFFETTI DELLE RADIAZIONI SUI MATERIALI (CI) - 12.0 CFU 2033 - INGEGNERIA ENERGETICA E NUCLEARE - CLASSE LM-30 (ACC.LIBERO)	2011
IMPATTO AMBIENT.DI IMPIANTI NUCLEARI - 6.0 CFU 2033 - INGEGNERIA ENERGETICA E NUCLEARE - CLASSE LM-30	2011
15278 - IMPATTO AMBIENTALE DEGLI IMPIANTI NUCLEARI - 6.0 CFU 2037 - INGEGNERIA PER L'AMBIENTE E IL TERRITORIO - CLASSE LM-35 (ACC.LIBERO)	2011
TEORIA DEL REATTORE NUCLEARE CON LAB. - 9.0 CFU 2033 - INGEGNERIA ENERGETICA E NUCLEARE - CLASSE LM-30	2010

È stata tutor nel biennio 2007-2010 di un assegno di ricerca ministeriale MIUR dal titolo: "Studio del comportamento termoidraulico del modulo di prova del mantello triziogeno a letti di sfere di un reattore a fusione termonucleare"

È stata Correlatrice di tesi di laurea per i corsi di Laurea in Ingegneria Nucleare (V.O.), Ingegneria della Sicurezza e delle tecnologie Nucleari (N.O.), Ingegneria Energetica, Ingegneria dell'Energia e Laurea Magistrale in Ingegneria Energetica e Nucleare svolte presso l'ex Dipartimento di Ingegneria Nucleare dell'Università di Palermo e l'attuale

Dipartimento di Energia, ingegneria dell'Informazione, e modelli Matematici (DEIM), sui problemi inerenti gli argomenti di ricerca svolti nell'ambito delle sue attività scientifiche.

Partecipazione al collegio dei docenti dei seguenti dottorato di ricerca:

- "ENERGIA E TECNOLOGIE DELL'INFORMAZIONE", Ateneo proponente: Università degli Studi di PALERMO, Anno accademico di inizio: 2013 - Ciclo: XXIX - Durata: 3 anni. Adesione completata il 12/09/2013. (codice identificativo MIUR DOT1320917).
- "ENERGIA", Ateneo proponente: Università degli Studi di PALERMO, Anno accademico di inizio: 2012- Ciclo: XXVI- Durata: 3 anni. Adesione completata il 17/10/2012. (codice identificativo MIUR DOT1120392).
- "ENERGIA" Ateneo proponente: Università degli Studi di PALERMO Anno accademico di inizio: 2011 - Ciclo: XXV - Durata: 3 anni. Adesione completata il 18/11/2011. (codice identificativo MIUR DOT1120392).

Ha svolto il corso dal titolo "Tecniche avanzate di analisi di sicurezza", tenuto nel periodo 09/02/2015 - 20/02/2015 per i Dottorandi del XXIX Ciclo del Dottorato di Ricerca in "Energia e Tecnologie dell'Informazione", Ateneo proponente: Università degli Studi di PALERMO.

Docente Tutor nell'ambito del dottorato di ricerca "Energia", ciclo XXVI, Ateneo proponente: Università degli Studi di PALERMO. Delibera del Collegio dei docenti del Dottorato dell' Energia del 11/11/2014. Titolo della tesi di dottorato "Analisi di rischio dell'impianto sperimentale "Selective Production of Exotic Species" (SPES) dell'INFN di Legnaro".

Responsabile del "Internship activity" tra il Dipartimento Dipartimento Energia, Ingegneria dell'Informazione e modelli Matematici (DEIM) e il Paul Scherrer Institute (Risk and Human Reliability Group). Titolo delle attività di Internship "Human Reliability Analysis for an experimental nuclear physics facility: an applicability evaluation". Data di avvio 22/07/2014.

Attualmente responsabile del "Internship activity" tra il Dipartimento di Ingegneria e l'Università degli Studi di Palermo e Université de Créteil Paris Est, Francia, che consentirà agli studenti del Corso di Laurea Magistrale in Ing. Energetica e Nucleare, di svolgere lavori di tesi sperimentale.

ATTIVITÀ SCIENTIFICA

La massima parte delle attività di ricerca svolte rientrano nel settore delle applicazioni della termofluidodinamica ai problemi di progetto e delle valutazioni di sicurezza negli impianti nucleari e, in generale, negli impianti industriali ad alto rischio.

Tali attività possono essere suddivise, schematicamente, secondo le seguenti tematiche:

1. Analisi volte alla valutazione delle conseguenze di ipotetici eventi incidentali riguardanti impianti nucleari di tipo innovativo. Particolare attenzione è stata rivolta

all'analisi di transitori termofluidodinamici in condizioni di normale esercizio o in situazioni incidentali in impianti nucleari sottocritici di tipo ADS (Accelerator Driven System), proposti per l'incenerimento di scorie radioattive e per la contestuale produzione di energia. Tali sistemi combinano un core sottocritico ed un acceleratore di protoni che, urtando contro un opportuno bersaglio di materiale pesante (target) posto nella regione centrale del core, producono, per spallazione, i neutroni necessari a sostenere la reazione a catena.

In questo ambito, gli impianti trattati hanno riguardato:

- il prototipo sperimentale XADS (eXperimental Accelerator Driven System), il cui progetto è stato messo a punto in Italia nell'ambito di una collaborazione tra industria (Ansaldo di Genova), enti di ricerca nazionali (INFN ed ENEA) ed università (Palermo, Pisa, Politecnico di Milano, Politecnico di Torino, Roma);
- l'impianto EFIT (European Facility for Industrial Transmutation), reattore nucleare di "Generation IV" il cui progetto è stato definito nell'ambito del progetto EUROTRANS (European Research Programme for the Transmutation of High Level Nuclear Waste in an Accelerator Driven System) del 6° programma Quadro;
- gli impianti sperimentali CHEOPE (CHEmical OPERational transient), presso l'ENEA di Brasimone, e MITS (Megapie Integral Test Stand), presso il Paul Scherrer Institut (PSI) in Svizzera, messi a punto con lo scopo di testare l'efficienza dei sistemi di rimozione del calore dell'unità target denominata MEGAPIE (MEGAWatt Pilot Experiment), a supporto del progetto ADS.

Tali studi sono stati condotti mediante l'uso di codici di calcolo termoidraulici avanzati, quali, ad esempio, quelli della serie RELAP. In questo ambito, le attività di ricerca condotte con l'uso del codice RELAP5/Mod3.2 β (versione RELAP modificata per consentire la simulazione delle proprietà termofluidodinamiche del fluido refrigerante primario Piombo-Bismuto previsto negli impianti di tipo ADS) hanno riguardato, tra l'altro, l'inserimento di nuovi modelli per la simulazione delle fenomenologie coinvolte nei processi di scambio termico in condotti elicoidali. Tali attività potranno essere utili per l'esecuzione della simulazione di transitori incidentali nei nuovi reattori nucleari di "Generation IV", sia di tipo ADS di cui si è discusso sopra, sia nei reattori PWR innovativi del tipo IRIS (International Reactor Innovative and Secure), in cui sono previsti generatori di vapore integrati e dotati di tubi elicoidali.

Nell'ambito dei temi sopra elencati, la sottoscritta ha fatto parte di un gruppo di ricerca dell'ex Dipartimento di Ingegneria Nucleare dell'Università degli Studi di Palermo, coordinato dal Prof. Francesco Castiglia, la cui attività è stata finanziata nell'ambito dei progetti di seguito elencati:

- Programma di Ricerca Scientifica di Rilevante Interesse Nazionale 1999 (PRIN 1999). Titolo del progetto "Analisi termoidrauliche in sistemi sottocritici iniettati di tipo ADS (Accelerator Driven Systems)", (Protocollo MIUR del progetto 9909247333_003).
- Programma di Ricerca Scientifica di Rilevante Interesse Nazionale 2002 (PRIN 2002). Titolo del progetto "Transitori termoidraulici incidentali di categorie III e IV in reattori nucleari innovativi di tipo ADS (Accelerator Driven System)", (Protocollo MIUR del progetto 2002098428_004).

- Programma di Ricerca di rilevante Interesse Nazionale (PRIN), finanziamento MIUR, anno 2004, titolo della ricerca nazionale: “Reattori nucleari innovativi per eliminazione delle scorie e produzione di energia”, titolo della ricerca dell’unità locale: “Analisi di incidenti e studi di sistema sull’impianto LBE-XADS a supporto del *licensing*”.
 - Programma di Ricerca Scientifica di Rilevante Interesse Nazionale 2005 (PRIN 2005). Titolo del progetto “Analisi di rischio per una stazione di rifornimento di idrogeno con tecniche ad alberi di guasto di tipo classico e sfumato: uso del codice TREEZZY” (Protocollo MIUR del progetto 2005093881_003).
 - Programma di Ricerca Scientifica di Rilevante Interesse Nazionale 2007 (PRIN 2007). Titolo del progetto “Studio mediante il codice relap di transitori termoidraulici in impianti innovativi veloci refrigerati a piombo” (Protocollo MIUR del progetto 2007R9MLJJ_002).
 - Progetto di Ricerca finanziato con fondi di Ateneo (ex 60 %), anno 2003, titolo “Sviluppo e validazione di codici di calcolo e modelli per l’analisi di transitori operativi e incidentali in reattori trasmutatori sottocritici raffreddati a piombo-bismuto (ADS)”.
 - Progetto di Ricerca finanziato con fondi di Ateneo (ex 60 %), anno 2005, titolo “Studio del trasferimento di calore in scambiatori a tubi elicoidali”.
 - Progetto di Ricerca finanziato con fondi di Ateneo (ex 60 %), anno 2006, titolo “Problemi di circolazione assistita mediante iniezione di gas con riferimento all’impianto XADS (eXperimental Accelerator Driven System). Simulazione di prove sperimentali effettuate sull’impianto CIRCE”.
 - Contratto di ricerca affidato dall’ENEA Centro Ricerche “Ezio Clementel” di Bologna, anno 2007, riguardante l’incarico di Servizio (Prot. ENEA2007/34249/FNP-FISNUC) per lo sviluppo di un modello numerico per la simulazione del comportamento termoidraulico di un reattore raffreddato a piombo utilizzando il codice RELAP5.
 - Contratto di ricerca affidato dall’ENEA Centro Ricerche “Ezio Clementel” di Bologna, anno 2007, riguardante l’incarico di Servizio (Prot. ENEA2006/71178/FNP-FISNUC) per l’implementazione del codice RELAP5 di una correlazione per lo scambio termico nei tubi quasi-elicoidali dello scambiatore THX (Target Heat Exchanger) di MEGAPIE.
 - Programma di Ricerca di rilevante Interesse Nazionale (PRIN), finanziamento MIUR, anno 2007, titolo della ricerca nazionale: “Studio di sistemi di sicurezza per reattori innovativi della nuova generazione”, titolo della ricerca dell’unità locale: “Studio mediante il codice RELAP di transitori termoidraulici in impianti innovativi veloci refrigerati a piombo”.
2. Analisi di rischio ad alberi di guasto (Fault Tree, FT) condotte sia con riferimento ad impianti nucleari che ad impianti ad alto rischio. In questo ambito, di particolare interesse è l’attività riguardante gli studi di sicurezza per l’impianto nucleare innovativo XADS condotti mediante l’uso del codice di calcolo STARS e del codice di calcolo TREEZZY (TREE fuZZY), messo a punto presso il Dipartimento di Ingegneria Nucleare di Palermo. Quest’ultimo, che permette di effettuare analisi di sicurezza sia ad alberi di guasto che ad alberi degli eventi adottando, oltre che probabilità classiche, probabilità di tipo sfumato (fuzzy), è stato ampiamente utilizzato per la valutazione della probabilità di esposizione potenziale di operatori

che svolgono la loro funzione in impianti industriali di irraggiamento e nel settore della medicina nucleare. In questi studi, per tenere conto nelle previsioni degli eventi incidentali attribuibili ad errori umani dell'influenza delle condizioni e dei comportamenti che favoriscono l'errore, è stata adoperata la metodologia HEART (Human Error Assessment and Reduction Technique), opportunamente modificata sulla base della teoria degli insiemi sfumati.

Nell'ambito di alcune delle attività sopra descritte, la sottoscritta ha partecipato ai lavori condotti nel corso di un Programma di Ricerca di rilevante Interesse Nazionale (PRIN), finanziamento MIUR, anno 2003, titolo della ricerca nazionale: "Studio degli effetti delle incertezze sulle valutazioni del rischio di sistemi tecnologici complessi", titolo della ricerca dell'unità locale: "Uso di metodologie di tipo sfumato nell'analisi di sicurezza di sistemi industriali complessi mediante tecniche ad Alberi di Guasto (Alberi di Guasto Ibridi)".

3. Applicazione delle tecniche di analisi di rischio (Failure Mode and Effect Analysis, FMEA; HAZard OPerability, HAZOP; FT) per lo studio di sicurezza delle unità di stoccaggio e di erogazione in una stazione di rifornimento di idrogeno, di piccola taglia, per autoveicoli utilizzati nel trasporto urbano a Torino. Le analisi FT sono state effettuate tramite l'uso di tecniche ad Albero di Guasto di tipo classico e sfumato e hanno riguardato lo studio dei possibili eventi incidentali (Top Events, TE) individuati con l'applicazione dell'analisi HAZOP. La definizione della logica di intervento dei vari componenti che costituiscono questo impianto e le relative analisi di rischio hanno consentito la messa in luce di alcune fonti di incertezza dovute al carattere innovativo della tecnologia in esame. Su questi argomenti, la sottoscritta ha partecipato ai lavori di ricerca condotte nell'ambito di un Programma di Ricerca di rilevante Interesse Nazionale (PRIN), finanziamento MIUR, anno 2005, titolo della ricerca nazionale: "Metodi di valutazione dell'incertezza nell'analisi di rischio di sistemi tecnologici complessi: applicazione ad una stazione di rifornimento idrogeno", titolo della ricerca dell'unità locale: "Analisi di rischio per una stazione di rifornimento di idrogeno con tecniche ad alberi di guasto di tipo classico e sfumato: uso del codice TREEZZY".
4. Studio di problematiche connesse con la refrigerazione di emergenza in reattori nucleari durante transitori incidentali che comportano lo scopriamento del nocciolo. Tale fenomenologia è di interesse in vari settori industriali e consiste nel rapido raffreddamento di solidi metallici mediante opportuni liquidi refrigeranti. Esso si presenta, ad esempio, nella tempratura degli acciai, nel riempimento di recipienti con liquidi criogenici, nonché in alcune applicazioni in campo elettronico ed aerospaziale. L'attività di ricerca ha consentito la messa a punto di un modello teorico semplificato adatto allo studio del ribagnamento di una superficie calda, mediante un film discendente di acqua in condizione di saturazione. Tale modello si è dimostrato in grado di riprodurre molto accuratamente numerosi insiemi di risultati sperimentali, prodotti in vari laboratori internazionali e disponibili in letteratura. In questo ambito, sono stati instaurati rapporti di collaborazione con alcuni ricercatori del Centro Ricerche Casaccia dell'ENEA di Roma, dove è stata condotta una campagna sperimentale sullo studio del fenomeno del raffreddamento di superfici ad elevata temperatura mediante l'impiego di spray liquido (droplet impingement). Il successivo lavoro di confronto tra le predizioni del modello, lievemente modificato, con i dati sperimentali forniti dall'ENEA ha mostrato risultati assai soddisfacenti. Nell'ambito del lavoro di ricerca svolto su questo argomento, la sottoscritta ha fatto parte di un gruppo di ricerca del Dipartimento di Ingegneria Nucleare dell'Università degli Studi di Palermo, la cui attività è stata

finanziata nell'ambito del Progetto di Ricerca finanziato con fondi di Ateneo (ex 60 %), anno 2004, titolo del Programma di Ricerca: "Studio teorico e sperimentale del fenomeno di ribagnamento di superfici ad elevata temperatura".

5. Studio degli effetti sulla portata scaricata del fenomeno della stratificazione in vessel o tubi orizzontali di diametro elevato, sede di piccole rotture o di sfiati. La predizione della portata scaricata attraverso una piccola rottura o un ramo posizionati superiormente, lateralmente o inferiormente ad un tubo o un vessel orizzontale attraversati da una portata bifase, è di grande interesse in molti settori dell'ingegneria. Troviamo un importante esempio negli studi di sicurezza dei reattori nucleari ad acqua leggera (in caso di malfunzionamenti di valvole o piccole rotture); dei reattori chimici (quando un accidentale aumento di pressione porta all'attivazione di linee di sfiato di emergenza); nel caso di trasferimento di miscele liquide da sistemi di stoccaggio ad autocisterne; ecc. L'attività di ricerca, condotta sul tema, ha portato alla messa a punto di un nuovo modello che produce una espressione che consente la valutazione del titolo attraverso un ramo verticale, collocato in alto, in basso, o lateralmente in un tubo orizzontale di diametro elevato, interessato da un flusso bifase in moto stratificato. Il modello è stato implementato nel codice di calcolo RELAP5 e, successivamente, validato mediante il confronto con un grande numero di dati sperimentali eseguiti in vari laboratori internazionali e riguardanti flussi di miscele aria-acqua o vapore-acqua, a diversi valori della pressione di esercizio, attraverso rami variamente orientati e di differente diametro, posizionati sulla superficie di in un tubo orizzontale di grande dimensione. I numerosi casi di prova esaminati hanno mostrato che gli andamenti simulati delle principali grandezze fisiche riproducono molto bene, sia in valore che in tendenza, i corrispondenti andamenti sperimentali.
6. Analisi della dispersione di inquinanti in atmosfera mediante codici di calcolo avanzati e messa a punto di nuovi modelli per la valutazione della deposizione di particolato atmosferico su diverse tipologie di superfici. Nell'ambito di queste attività sono state stipulate convenzioni/protocolli d'intesa di collaborazione scientifica con l'Istituto di Scienze dell'Atmosfera e del Clima (ISAC) del CNR per lo svolgimento di ricerche dal titolo "Studio dei processi e modelli di trasporto degli inquinanti nella matrice atmosfera" e con ARPA-SICILIA per ricerche dal titolo "Progetto di razionalizzazione del monitoraggio della qualità dell'aria in Sicilia e relativo programma di valutazione ai sensi dell'art.5, 6° comma, del Decreto Legislativo 13 agosto 2010, n.155". Inoltre, in collaborazione con l'ENEA di Bologna sono state condotte diverse attività relative alla definizione della metodologia e degli input necessari per l'esecuzione di analisi integrate CALMET-CALPUFF ai fini della valutazione della dispersione di inquinanti radioattivi in atmosfera e la messa a punto di Modelli per calcoli di concentrazione di materiale radioattivo disperso a breve-medio raggio in aree caratterizzate da configurazioni architettoniche tipiche delle principali città italiane.
7. Attività di ricerca in cooperazione con ARNAS Ospedale CIVICO nell'ambito del progetto dal titolo "La sicurezza del paziente: tecniche avanzate ed innovative per la valutazione del rischio di eventi indesiderati all'interno del percorso assistenziale nel settore radioterapico" (SAPERO). Questa tematica ha ricevuto un finanziamento dall'Assessorato della Sanità, Regione Sicilia, nell'ambito dei Progetti Obiettivo del Piano Nazionale Sanitario (PNS) anno 2016, Linea progettuale 2.5 (scheda in allegato), e vede la cooperazione del reparto di radioterapia di A.R.N.A.S. e il Dipartimento di Ingegneria, Università degli Studi di Palermo.

Nell'ambito delle attività di ricerca svolte per il CIRTEN (Interuniversity Consortium for Technological Nuclear Research), ha fatto parte del gruppo di ricerca dell'unità scientifica dell'università degli Studi di Palermo per i seguenti temi di ricerca:

- esecuzione della linea progettuale “Reattori nucleari ad acqua “ dell' Accordo di Programma ENEA MSE. Titolo dell'attività di ricerca svolta ”Studio con il codice RELAP5 dello scambio termico e delle perdite di carico in generatori di vapore a tubi elicoidali”. La partecipazione alle attività di tale gruppo di ricerca è testimoniata dalla produzione del rapporto finale, di cui è coautore, dal titolo: ” Studio con il codice RELAP5 dello scambio termico e delle perdite di carico in generatori di vapore a tubi elicoidali” (sito di collegamento <http://hdl.handle.net/10840/4084>)

Dal 1 ottobre 2008 al 30 settembre 2009

- esecuzione della linea progettuale “Reattori nucleari ad acqua“ dell' Accordo di Programma ENEA MSE. Titolo dell'attività di ricerca svolta ”Modellazione numerica del campo di moto e dello scambio termico in condotti elicoidali”. La partecipazione alle attività di tale gruppo di ricerca è testimoniata dalla produzione del rapporto finale, di cui è coautore, dal titolo: ” Modellazione numerica del campo di moto e dello scambio termico in condotti elicoidali” (sito di collegamento <http://hdl.handle.net/10840/4085>)

Dal 1 ottobre 2008 al 30 settembre 2009

- esecuzione della linea progettuale LP2 “Nuovo Nucleare da Fissione“ dell' Accordo di Programma ENEA MSE. Titolo dell'attività di ricerca svolta ”Modifiche del codice RELAP5 per lo studio delle perdite di carico in Generatori di Vapori e tubi elicoidali interessati da tubi bifase”. La partecipazione alle attività di tale gruppo di ricerca è testimoniata dalla produzione dei rapporti finali, di cui è coautore, dal titolo:

- ”Modifiche del codice RELAP5 per lo studio delle perdite di carico in Generatori di Vapori e tubi elicoidali interessati da tubi bifase” (sito di collegamento http://www.enea.it/it/Ricerca_sviluppo/documenti/ricerca-di-sistema-elettrico/nuovo-nucleare-fissione/lp2/lp2-022-1204-cirten-unipa.pdf)

- MODELLING FLOW AND HEAT TRANSFER IN HELICALLY COILED PIPES. PART 2: DIRECT NUMERICAL SIMULATIONS FOR LAMINAR, TRANSITIONAL AND WEAKLY TURBULENT FLOW IN THE CASE OF ZERO PITCH http://www.enea.it/it/Ricerca_sviluppo/documenti/ricerca-di-sistema-elettrico/nuovo-nucleare-fissione/lp2/lp2-019-1205-cirten-unipa.pdf

- Modelling flow and heat transfer in helically coiled pipes. Part 4: Direct numerical simulation (DNS) of turbulent flow and heat transfer in the case of zero pitch http://www.enea.it/it/Ricerca_sviluppo/documenti/ricerca-di-sistema-elettrico/nuovo-nucleare-fissione/lp2/lp2-021-1207-cirten-unipa.pdf

- Modelling flow and heat transfer in helically coiled pipes. Part 3: Assessment of turbulence models, parametrical study and proposed correlations for fully turbulent flow in the case of zero pitch http://www.enea.it/it/Ricerca_sviluppo/documenti/ricerca-di-sistema-elettrico/nuovo-nucleare-fissione/lp2/lp2-020-1206-cirten-unipa.pdf

- Trace input model for SPES3 facility http://www.enea.it/it/Ricerca_sviluppo/documenti/ricerca-di-sistema-elettrico/nuovo-nucleare-fissione/lp2/lp2-015-1208-cirten-unipa-rl.pdf/view

Dal 1 ottobre 2009 al 30 settembre 2010

- esecuzione della linea progettuale LP2 “Nuovo nucleare da fissione: collaborazioni internazionali e sviluppo competenze in materia nucleare”, Accordo di Programma MSE-ENEA “Ricerca di Sistema Elettrico”. Titolo dell'attività di ricerca svolta

“Modifiche del codice RELAP5/MOD3.2.B per lo studio delle perdite di carico e dello scambio termico in condotti elicoidali interessati da deflussi bifase: validazione attraverso gli esperimenti effettuati dal Politecnico di Milano presso l’impianto SIET di Piacenza”. La partecipazione alle attività di tale gruppo di ricerca è testimoniata dalla produzione del rapporto finale, di cui è coautore, dal titolo: Modifiche del codice RELAP5/MOD3.2.β per lo studio delle perdite di carico e dello scambio termico in condotti elicoidali interessati da deflussi bifase: Validazione attraverso gli esperimenti effettuati dal Politecnico di Milano presso l’impianto SIET di Piacenza (sito di collegamento http://www.enea.it/it/Ricerca_sviluppo/documenti/ricerca-di-sistema-elettrico/nuovo-nucleare-fissione/lp2/rds-110-lp2.pdf)

- esecuzione della linea progettuale LP2, Accordo di Programma MSE-ENEA sulla Ricerca di Sistema Elettrico - Piano Annuale di Realizzazione 2012, Progetto B.3.1 “Sviluppo competenze scientifiche nel campo della sicurezza nucleare e collaborazione ai programmi internazionali per il nucleare di IV generazione”. Titolo attività di ricerca svolta “Qualifica di codici di calcolo dedicati alle analisi di sistema avanzati quando applicati nella simulazione di impianti a metallo”. La partecipazione alle attività di tale gruppo di ricerca è testimoniata dalla produzione del rapporto finale, di cui è coautore, dal titolo: Qualifica di codici di calcolo dedicati alle analisi di sistema avanzati quando applicati nella simulazione di impianti a metallo (sito di collegamento http://www.enea.it/it/Ricerca_sviluppo/documenti/ricerca-di-sistema-elettrico/nucleare-iv-gen/2012/rds-2013-025.pdf)
- esecuzione della linea progettuale LP1, Progetto B-TaskB_1 (Sviluppo di una Metodologia per Valutazioni di Sicurezza in Condizioni Incidentali o di Pre-Emergenza) dell' Accordo di Programma ENEA-MSE. titolo attività di ricerca svolta “Nodalizzazione MELCOR per lo Studio Integrale di Sequenze Incidentali su Reattori PWR da 900MWe e valutazioni preliminari d'impatto a breve e medio raggio”. La partecipazione alle attività di tale gruppo di ricerca è testimoniata dalla produzione del rapporto finale, di cui è coautore, dal titolo: Nodalizzazione MELCOR per lo Studio Integrale di Sequenze Incidentali su Reattori PWR da 900 MWe e valutazioni preliminari d'impatto a breve e medio raggio (vedi allegato ADPFISS-LP1-026 .pdf)
- esecuzione della linea progettuale LP1, Progetto B.2.3 “Sviluppo competenze scientifiche nel campo della sicurezza nucleare”. Titolo attività di ricerca svolta “Definizione della metodologia e degli input necessari per l’esecuzione di analisi integrate CALMET-CALPUFF ai fini della valutazione della dispersione di inquinanti radioattivi in atmosfera” La partecipazione alle attività di tale gruppo di ricerca è testimoniata dalla produzione del rapporto finale, di cui è coautore, dal titolo: Definizione della metodologia e degli input necessari per l’esecuzione di analisi integrate CALMET-CALPUFF ai fini della valutazione della dispersione di inquinanti radioattivi in atmosfera (sito di collegamento <http://openarchive.enea.it/bitstream/handle/10840/6997/ADPFISS-LP1-048.pdf?sequence=1>)
- esecuzione dell’Attività LP1 Progetto B3.1 “Studi in appoggio alla emergency preparedness”, Accordo di Programma MSE-ENEA sulla Ricerca di Sistema Elettrico - Piano Annuale di Realizzazione 2015. Titolo attività di ricerca svolta “Modelli per calcoli di concentrazione di materiale radioattivo disperso a breve-medio raggio in aree caratterizzate da configurazioni architettoniche tipiche delle principali città italiane”. La partecipazione alle attività di tale gruppo di ricerca è testimoniata dalla produzione del rapporto finale dal titolo: Modelli per calcoli di concentrazione di materiale radioattivo disperso a breve-medio raggio in aree caratterizzate da configurazioni architettoniche

tipiche delle principali città italiane” (sito di collegamento <http://openarchive.enea.it/handle/10840/8156>)

Partecipazione alle attività del gruppo di ricerca nell'ambito del Programma di Ricerca Scientifica di Rilevante Interesse Nazionale 2010 – 2011 (PRIN 2010 – 2011). Titolo del progetto “Sviluppo ed applicazione di nuovi materiali dosimetrici per radiazioni ionizzanti “. (Protocollo MIUR del progetto 2010SNALEM_003)

Partecipazione alle attività del gruppo di ricerca nell'ambito del Progetto i-NEXT, Codice progetto: PON04a2_H 2007-2013, Soggetto attuatore: Università degli Studi di Palermo. Titolo del progetto: Innovation for green Energy and eXchange in Transportation (i-NEXT).

Partecipazione alle attività del gruppo di ricerca nell'ambito del Progetto dal titolo “Implementation of activities described in the Roadmap to Fusion during Horizon 2020 through a Joint programme of the members of the EUROfusion consortium — EUROfusion”, Horizon 2020, 01/01/ 2014 ad oggi

PREMI E RICONOSCIMENTI PER L'ATTIVITÀ SCIENTIFICA

L'Editorial Board della rivista International Journal of Radiological Protection (JRP) (ISSN 0952-4746) ha selezionato il lavoro al titolo “Risk assessment of component failure modes and human errors using a new FMECA approach: application in the safety analysis of HDR brachytherapy”, Journal of Radiological Protection, Volume 34, Number 4, pubblicato il 7 Novembre 2014, tra le migliori ricerche pubblicate nel 2014. Autori del lavoro: Mariarosa Giardina, Francesco Castiglia, Elio Tomarchio. Gli articoli selezionati sono ritenuti tra le ricerche che hanno un significativo interesse e impatto scientifico in varie aree della radioprotezione e un riflesso sulle ricerche più importanti pubblicate dal JRP.

L'articolo “Risk assessment of component failure modes and human errors using a new FMECA approach: application in the safety analysis of HDR brachytherapy”, Journal of Radiological Protection, Volume 34, Number 4, pubblicato il 7 Novembre 2014, Autori del lavoro: Mariarosa Giardina, Francesco Castiglia, Elio Tomarchio è stato citato dal AAPM (American Association of Physicists in Medicine) nel Report Series dal titolo “The report of Task Group 100 of the AAPM: Application of risk analysis methods to radiation therapy quality management” pubblicato il 15/06/2016 (pagina web di riferimento http://www.aapm.org/pubs/reports/RPT_283.pdf). I Report Series prodotti dalla AAPM sono considerati dalla comunità scientifica documenti di riferimento per la definizione degli standard di qualità e di sicurezza nel settore dell'applicazione delle tecniche radiologiche.

INCARICHI DI ASSOCIAZIONE SCIENTIFICA

Collaborazione INFN

Nell'ambito degli incarichi di associazione Istituto Nazionale di Fisica Nucleare le attività di ricerca hanno riguardato le analisi di rischio del sistema target con bersaglio in carburo di uranio UCx dell'impianto sperimentale SPES "SELECTIVE PRODUCTION OF EXOTIC SPECIES" (SPES) dell'INFN di Legnaro, e analisi di sicurezza con tecniche avanzate riguardanti la sovraesposizione radiologica di pazienti durante i trattamenti di protonterapia presso il Centro di AdroTerapia Applicazioni Nucleari Avanzate (CATANA) del INFN-LNS di Catania.

L'attribuzione degli incarichi di associazione alle attività ricerca sono relativi agli anni dal 2010 al 2018

Palermo 20/05/2021

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Massimo Ferrotto". The signature is written in a cursive style with a large initial 'M' and 'F'.