



## **UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI MESSINA**

### ***Dip.to di Scienze Matematiche e Informatiche, Scienze Fisiche e Scienze della Terra (MIFT)***

Viale Ferdinando Stagno D'Alcontres 31 - 98166 Messina



### **RAPPORTO DI ATTIVITA'**

**2016**

Tel.: +39 – 0906765031 Fax: +39 090395004

WEB page : <http://www.unime.it/it/dipartimenti/mift/ricerca/attivita>

## INDICE

<b>INTRODUZIONE</b>	<b>3</b>
<b>1. Struttura del Dipartimento</b>	<b>4</b>
<b>2. Organi</b>	<b>5</b>
<b>3. Personale</b>	<b>6</b>
3.1 Personale Docente	<b>6</b>
3.2 Personale Tecnico-Amministrativo	<b>9</b>
3.3 Personale a tempo determinato	<b>10</b>
<b>4. Dottorati di Ricerca</b>	<b>11</b>
4.1 Tesi di Dottorato	<b>11</b>
<b>5. Tesi di Laurea</b>	<b>12</b>
<b>6. Attività di Ricerca</b>	<b>19</b>
6.1 Gruppo di ricerca in Informatica	<b>21</b>
6.2 Gruppo di ricerca in Algebra Commutativa e Combinatoria	<b>25</b>
6.3 Gruppo di ricerca in Algebre con identità Funzionali e Metodi Combinatori	<b>28</b>
6.4 Gruppo di ricerca in Combinatoria e Iperstrutture	<b>30</b>
6.5 Gruppo di ricerca in Topologia Generale	<b>32</b>
6.6 Gruppo di ricerca in Metodi Variazionali e Applicazioni	<b>34</b>
6.7 Gruppo di ricerca in Analisi non Lineare	<b>36</b>
6.8 Gruppo di ricerca in Problemi di Evoluzione in Meccanica dei Continui	<b>38</b>
6.9 Gruppo di ricerca in Metodi e Modelli in Fisica Matematica	<b>44</b>

6.10 Gruppo di ricerca in Modelli Matematici nelle scienze Applicate	<b>46</b>
6.11 Attività di Ricerca del Dr. Nordo Giorgio	<b>48</b>
6.12 Gruppo di ricerca in Teoria e Simulazione di Sistemi Atomici e Molecolari	<b>49</b>
5.13 Gruppo di ricerca in Micro e Nanosistemi (MNS)	<b>54</b>
5.14 Gruppo di ricerca in Biofisica, Fisica Sperimentale dei Sistemi Complessi e Fisica Applicata ai Beni Culturali e Ambientali	<b>63</b>
5.15 Gruppo di ricerca in Studio di Reazioni Nucleari ad Energie Intermedie e Sviluppo di Calorimetria per Esperimenti su Raggi Cosmici nello Spazio	<b>74</b>
6.16 Attività di Ricerca del Prof. Torrisi Lorenzo	<b>82</b>
6.17 Attività di Ricerca del Prof. Mallamace Francesco	<b>87</b>
6.18 Gruppo di ricerca in Geofisica Generale e Applicazioni Territoriali	<b>89</b>
6.19 Gruppo di ricerca in Vulnerabilità Sismica e Resilienza di Sistemi Urbani e Territoriali	<b>91</b>
6.20 Attività di Ricerca del Prof. Randazzo Giovanni	<b>92</b>
6.21 Attività di Ricerca della Prof.ssa Quartieri Simona	<b>95</b>
22 Attività di Ricerca della Dott.ssa Renna Maria Rosaria	<b>98</b>
6.23 Attività di Ricerca del Dr. Tripodo Alessandro	<b>99</b>
6.24 Attività di Ricerca della Prof.ssa Marra Antonella Cinzia	<b>102</b>
6.25 Attività di Ricerca della Dott.ssa Saccà Domenica	<b>104</b>
6.26 Gruppo di ricerca in Gruppo di Ricerca in “Chimica Industriale e Catalisi”	<b>105</b>
<b>7. Progetti di Ricerca- Attività Conto Terzi</b>	<b>110</b>
<b>8. Visiting Professor Researcher</b>	<b>113</b>
<b>9- Attività di Orientamento in Ingresso (PLS, Alternanza Scuola Lavoro, Progetto “Conoscere le Scienze”)</b>	<b>114</b>

## INTRODUZIONE

Il dipartimento di Scienze Matematiche, Scienze Fisiche e Scienze della Terra (MIFT) nasce con Decreto Rettorale n. 1477 del 6 Luglio 2015 su proposta di numerosi docenti provenienti principalmente dal dipartimento di Fisica e Scienze della Terra e dal dipartimento di Matematica ed Informatica non più attivi.

In data 23 Novembre 2015 il consiglio di dipartimento ha approvato il regolamento che è stato definitivamente emanato con D.R. n.435 del 24 Febbraio 2016.

Il Dipartimento è costituito da tutti i professori di ruolo, dai ricercatori di ruolo e a tempo determinato, e dalle unità di personale tecnico e amministrativo, i cui nomi sono indicati nell'elenco del "Personale Docenti" e "Personale Tecnico-Amministrativo" di seguito riportati.

E' sede del Dottorato di Ricerca in Fisica e partecipa al Dottorato di Ricerca in Matematica (sedi consorziate Università di Catania, Messina e Palermo). Inoltre è anche la sede elettiva in cui dottorandi di altri dottorati di ricerca dell'Università di Messina seguono corsi di dottorato e svolgono la loro attività di ricerca. Il Dipartimento è inoltre sede di un'unità di ricerca dell'Istituto Nazionale di Alta Matematica "F. Severi" (INdAM) ed è un Test Center AICA per le certificazioni informatiche.

I docenti e i ricercatori del Dipartimento svolgono la propria attività di ricerca principalmente nei settori dell'Analisi Matematica, dell'Analisi Numerica, della Fisica Matematica, delle Strutture algebriche e geometriche, della Fisica della Materia, della Fisica Nucleare, della Fisica applicata ai Beni culturali ed ambientali, della Geofisica degli studi mineralogici petrografici e geologici, dell'Informatica. Alcuni docenti del Dipartimento ricoprono ruoli di responsabilità gestionale e scientifica negli enti di ricerca e presso laboratori nazionali e internazionali. La produzione scientifica dei docenti del Dipartimento nell'anno 2016 è documentata da 239 lavori su riviste internazionali con referee (catalogo IRIS), da numerosi lavori su riviste nazionali e atti di convegno e numerose comunicazioni anche su invito a congressi internazionali.

I professori di ruolo del Dipartimento e i ricercatori svolgono la loro attività didattica oltre che presso i corsi di Laurea Triennale e Magistrale incardinati presso il MIFT anche in numerosi altri corsi di laurea dell'Ateneo. Inoltre i docenti del dipartimento partecipano alle attività didattiche del Percorso di Eccellenza nelle Scienze (PES) organizzato dalla SIR - Facoltà di Scienze e Tecnologie e al Piano Nazionale Lauree Scientifiche. Il MIFT organizza e coordina anche il test OFA di verifica delle conoscenze matematiche di base per gli studenti che intendono iscriversi ai corsi di laurea attivati presso la SIR - Facoltà di Scienze e Tecnologie. Nell'anno 2016 sono state portate a termine, presso il MIFT, con relatori afferenti al dipartimento, 146 tesi di Laurea e di Laurea Magistrale e 7 tesi di Dottorato di Ricerca .

Fanno parte del dipartimento, l'Osservatorio Geofisico e il Centro di Criogenia. Il primo svolge attività di ricerca e didattica avanzata (master di II livello) sui temi della protezione e mitigazione dei rischi sismici. Il Centro di Criogenia da alcuni anni produce elio liquido e azoto liquido e rifornisce di liquidi criogenici non solo il nostro dipartimento ma anche numerosi dipartimenti dell'Ateneo oltre a svolgere una attività conto terzi per utenti esterni.

Il dipartimento nel 2016 ha svolto al suo interno numerosi progetti di ricerca di cui è stato anche sede amministrativa. Nell'ambito degli aspetti formativi di alcuni dei progetti di ricerca finanziati sono state bandite 8 borse di studio e 2 co.co.co. Inoltre ha siglato numerosi contratti e convenzioni per attività di ricerca conto terzi nei vari ambiti di competenza in esso presenti.

Il Dipartimento con alcuni suoi docenti è coinvolto nell'allestimento e mantenimento delle sezioni di Matematica, Fisica e di Scienze della Terra all'interno del Museo della Scienza della ex Facoltà, mediante l'esposizione di strumentazione antica ed esperienze divulgative preparate da docenti del nostro Dipartimento.

## **1- STRUTTURA DEL DIPARTIMENTO**

Il Dipartimento di Scienze Matematiche e Informatiche, Scienze Fisiche e di Scienze della Terra dell'Università di Messina è attualmente articolato nelle seguenti strutture interne:

- Sezione di Matematica ed Informatica;
- Sezione di Fisica;
- Sezione di Scienze della Terra

I Corsi di studio e di dottorato incardinati nel Dipartimento di Scienze Matematiche e Informatiche, Scienze Fisiche e di Scienze della Terra sono i seguenti:

- Corso di Laurea in Analisi e Gestione dei Rischi Naturali ed Antropici;
- Corso di Laurea in Fisica;
- Corso di Laurea in Informatica;
- Corso di Laurea in Matematica;
- Corso di Laurea Magistrale in Fisica;
- Corso di Laurea Magistrale in Matematica;
- Corso di Laurea Magistrale in Tutela e Gestione del Territorio e dell'Ambiente Naturale
- Dottorato di Ricerca in Fisica; -
- Corso di Tirocinio Formativo Attivo, Classe A038 Fisica; -
- Corso di Tirocinio Formativo Attivo, Classe A042 -- Informatica; -
- Corso di Tirocinio Formativo Attivo, Classe A047 -- Matematica; -
- Corso di Tirocinio Formativo Attivo, Classe A048 -- Matematica applicata; -
- Corso di Tirocinio Formativo Attivo, Classe A049 -- Matematica e Fisica; -
- Corso di Tirocinio Formativo Attivo, Classe A059 -- Matematiche e scienze nella scuola secondaria di I grado.

I Corsi di studio e di dottorato, non incardinati nel Dipartimento, ma svolti in concorrenza con altre strutture sono i seguenti:

- Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria e Scienze Informatiche (Engineering and Computer Science) incardinato presso il Dipartimento di Ingegneria dell'Università di Messina;
- Dottorato di Ricerca in Matematica e Informatica (in convenzione tra le Università di Catania, Messina e Palermo).

Inoltre anche il Dipartimento di Scienze chimiche, biologiche, farmaceutiche ed ambientali si avvale dei laboratori didattici e delle strutture del Dipartimento MIFT.

## 2- ORGANI DEL DIPARTIMENTO

### Consiglio di Dipartimento

**Direttore:** Prof. Neri Fortunato

**Segretario Amministrativo:** Dr. Antonino Denaro

**Componenti:** tutti i professori di ruolo, i ricercatori di ruolo e a tempo determinato afferenti al Dipartimento, di cui all'elenco "*Personale Docente*" di seguito riportato; il Segretario Amministrativo; i rappresentanti degli studenti: Caminiti Gaetano Filippo, Caramazza Barbara, Donato MariaChiara, Gallo Giovanni, Itri Bruno Maria, Lachioiu Catalina Dorina, Romeo Vittorio, Ruggeri Dario, Sapuppo Orazio, Violante Antonino, Zito Placido; i rappresentanti degli assegnisti: Vasi Sebastiano e Ceccio Giovanni; i rappresentanti del personale tecnico e amministrativo: Calvo Massimo e Reggio Maria Teresa

### Giunta

**Direttore:** Prof. Neri Fortunato

**Segretario Amministrativo:** Dr. Antonino Denaro

**Componenti:** Conforto Fiammetta, D'Angelo Giovanna, Distefano Salvatore, Fazio Enza, Fiumara Giacomo, Giaquinta Paolo Vittorio, Manganaro Natale, Majolino Domenico.

**Responsabili di Sezione:** Palumbo Annunziata (Matematica e Informatica), Carini Giuseppe (Fisica) Randazzo Giovanni (Scienze della Terra)

**Commissione Paritetica** (delibera CdD del 26/10/2015)

**componente studenti:** Vittorio Romeo e Orazio Sapuppo ( Informatica); Belinda Calanni e Bruno Maria Itri – (Fisica); Antonino Violante e Placido Zito (Agrina); Barbagallo, Caminiti, Caramazza, Donato, Gallo, Lachioiu, Ruggeri

**componente docenti:** Prof. Giovanni Anello, Prof.ssa Carmela Currò, Prof. Salvatore Distefano, Prof. Salvatore Magazù, Dott.ssa Barbara Orecchio, Prof. Salvatore Savasta, Dott. Alessandro Tripodo, Dott. Giovanni Finocchio, Prof.ssa Giovanna D'Angelo, Prof.ssa Nunzia Palumbo, Prof. Lorenzo Torrisi, Prof.ssa Cinzia Marra, Dott. Giacomo Fiumara, Dott. Giancarlo Consolo

**Delegati per le attività di orientamento e per i servizi agli studenti** (prot. 10217 del 18/2/2016)

1. Prof.ssa Rosalba Saija
2. Prof.ssa Rosanna Utano

### 3- PERSONALE

#### 3.1 Personale docente

<b>Nome Cognome</b>	<b>Telefono</b>	<b>Mail</b>	<b>Qualifica</b>
<u>Maria Concetta Abramo</u>	090 6765050	mariaconcetta.abramo@unime.it	Professori Associati
<u>Santa Agreste</u>	090 6765233	santa.agreste@unime.it	Ricercatori Legge 230/05 - t.det.
<u>Giovanni Anello</u>	090 6765079	giovanni.anello@unime.it	Professori Associati
<u>Elvira Barbera</u>	090 3977322	elvira.barbera@unime.it	Professori Associati
<u>Maddalena Bonanzinga</u>	090 6765071	maddalena.bonanzinga@unime.it	Professori Associati
<u>Caterina Branca</u>	090 6765017	caterina.branca@unime.it	Professori Associati
<u>Carlo Caccamo</u>	090 6765044	carlo.caccamo@unime.it	Professori Ordinari
<u>Domenico Caccamo</u>	090 6765091	domenico.caccamo@unime.it	Ricercatori Universitari
<u>Filippo Cammaroto</u>	090 6765801	filippo.cammaroto@unime.it	Professori Ordinari
<u>Filippo Cammaroto</u>	090 6765070	filippodomenico.cammaroto@unime.it	Ricercatori Universitari
<u>Giuseppe Carini</u>	090 6765014	pino.carini@unime.it	Professori Ordinari
<u>Luisa Carini</u>	090 6765074	luisa.carini@unime.it	Professori Associati
<u>Gabriele Centi</u>	090 6765609	gabriele.centi@unime.it	Professori Ordinari
<u>Vincenzo Ciancio</u>	090 6765061	vincenzo.ciancio@unime.it	Professori Ordinari
<u>Fiammetta Conforto</u>	090 6765063	fiammetta.conforto@unime.it	Professori Associati
<u>Giancarlo Consolo</u>	090 3977556	giancarlo.consolo@unime.it	Ricercatori Universitari
<u>Dino Costa</u>	090 6765040	dino.costa@unime.it	Ricercatori Universitari
<u>Marilena Crupi</u>	090 6765298	marilena.crupi@unime.it	Professori Associati
<u>Vincenza Crupi</u>	090 6765004	vincenza.crupi@unime.it	Professori Ordinari
<u>Paolo Cubiotti</u>	090 6765078	paolo.cubiotti@unime.it	Professori Ordinari
<u>Carmela Curro'</u>	090 6765060	carmela.curro@unime.it	Professori Ordinari
<u>Maria Cutroni</u>	090 6765013	maria.cutroni@unime.it	Professori Ordinari
<u>Giovanna D'angelo</u>	090 6765449	giovanna.dangelo@unime.it	Professori Associati
<u>Vincenzo De Filippis</u>	090 3977325	enzo.defilippis@unime.it	Professori Associati
<u>Mario De Salvo</u>	090 6765083	mario.desalvo@unime.it	Professori Associati

<u>Salvatore Distefano</u>	090 3977335	salvatore.distefano@unime.it	Professori Associati
<u>Maria Bernadette Donato</u>	090 6765464	mariabernadette.donato@unime.it	Ricercatori Universitari
<u>Enza Fazio</u>	090 6765394	enza.fazio@unime.it	Ricercatori Universitari
<u>Riccardo Fazio</u>	090 6765064	riccardo.fazio@unime.it	Professori Associati
<u>Mauro Federico</u>	090 6765015	mauro.federico@unime.it	Ricercatori Universitari
<u>William Fenton</u>	090 6765652	william.fenton@unime.it	Ricercatori Universitari
<u>Giovanni Finocchio</u>	090 3977555	giovanni.finocchio@unime.it	Ricercatori Legge 240/10 - t.det.
<u>Giacomo Fiumara</u>	090 6765049	giacomo.fiumara@unime.it	Ricercatori Universitari
<u>Domenico Fusco</u>	090 6765054	domenico.fusco@unime.it	Professori Ordinari
<u>Sebastiano Giambo'</u>	090 6765062	sebastiano.giambo@unime.it	Professori Ordinari
<u>Paolo Vittorio Giaquinta</u>	090 6765006	paolo.giaquinta@unime.it	Professori Ordinari
<u>Maurizio Imbesi</u>	090 6765072	maurizio.imbesi@unime.it	Ricercatori Universitari
<u>Alessandra Jannelli</u>	090 6765114	alessandra.jannelli@unime.it	Ricercatori Universitari
<u>Paola Lanzafame</u>	090 6765609	paola.lanzafame@unime.it	Ricercatori Universitari
<u>Giovanni Lo Faro</u>	090 6765077	giovanni.lofaro@unime.it	Professori Ordinari
<u>Salvatore Magazu'</u>	090 6765025	salvatore.magazu@unime.it	Professori Ordinari
<u>Giacomo Maisano</u>	090 6765030	giacomo.maisano@unime.it	Professori Ordinari
<u>Domenico Majolino</u>	090 6765237	domenico.majolino@unime.it	Professori Ordinari
<u>Gianpietro Malescio</u>	090 6765230	gianpietro.malescio@unime.it	Professori Associati
<u>Francesco Mallamace</u>	090 6765016	francesco.mallamace@unime.it	Professori Ordinari
<u>Andrea Mandanici</u>	090 6765011	andrea.mandanici@unime.it	Professori Associati
<u>Natale Manganaro</u>	090 6765053	natale.manganaro@unime.it	Professori Ordinari
<u>Antonella Cinzia Marra</u>	090 6765095	antonella.marra@unime.it	Professori Associati
<u>Antonia Messina</u>	090 6765093	antonia.messina@unime.it	Professori Ordinari
<u>Angela Maria Mezzasalma</u>	090 6765090	angelamaria.mezzasalma@unime.it	Professori Associati
<u>Monica Milasi</u>	090 6765464	monica.milasi@unime.it	Ricercatori Legge 240/10 - t.det.
<u>Fortunato Neri</u>	090 6765030	fortunato.neri@unime.it	Professori Ordinari
<u>Giancarlo Neri</u>	090 6765486	giancarlo.neri@unime.it	Professori Ordinari



<u>Giorgio Nordo</u>	090 6765073	giorgio.nordo@unime.it	Ricercatori Universitari
<u>Francesco Oliveri</u>	090 6765065	francesco.oliveri@unime.it	Professori Ordinari
<u>Barbara Orecchio</u>	090 6765102	barbara.orecchio@unime.it	Ricercatori Universitari
<u>Annunziata Palumbo</u>	090 6765108	annunziata.palumbo@unime.it	Professori Ordinari
<u>Salvatore Patane'</u>	090 3977373	salvatore.patane@unime.it	Professori Associati
<u>Santi Prestipino Giarritta</u>	090 6765041	santi.prestipino@unime.it	Professori Associati
<u>Alessandro Provetti</u>	090 6765505	alessandro.provetti@unime.it	Professori Associati
<u>Luigia Puccio</u>	090 6765056	luigia.puccio@unime.it	Professori Associati
<u>Simona Quartieri</u>	090 6765096	simona.quartieri@unime.it	Professori Ordinari
<u>Giovanni Randazzo</u>	090 6765103	giovanni.randazzo@unime.it	Professori Associati
<u>Maria Rosaria Renna</u>	090 6765490	mariaosaria.renna@unime.it	Ricercatori Universitari
<u>Gaetana Restuccia</u>	090 6768652	gaetana.restuccia@unime.it	Professori Ordinari
<u>Liliana Restuccia</u>	090 6765468	liliana.restuccia@unime.it	Professori Ordinari
<u>Patrizia Rogolino</u>	090 6765058	patrizia.rogolino@unime.it	Ricercatori Universitari
<u>Domenica Sacca'</u>	090 6765089	sacca.domenica@unime.it	Ricercatori Universitari
<u>Rosalba Saija</u>	090 6765647	rosalba.saija@unime.it	Professori Associati
<u>Salvatore Savasta</u>	090 6765393	salvatore.savasta@unime.it	Professori Associati
<u>Alessandro Sergi</u>	090 6765485	alessandro.sergi@unime.it	Professori Associati
<u>Letteria Silipigni</u>	090 6765143	letteria.silipigni@unime.it	Professori Associati
<u>Maria Speciale</u>	090 6765057	mariaapola.speciale@unime.it	Ricercatori Universitari
<u>Antonio Teramo</u>	090 360101	antonio.teramo@unime.it	Professori Associati
<u>Domenica Termini</u>	090 360101	domenica.termini@unime.it	Professori Associati
<u>Lorenzo Torrisi</u>	090 6765052	lorenzo.torrisi@unime.it	Professori Ordinari
<u>Antonio Trifiro'</u>	090 6765027	antonio.trifiro@unime.it	Professori Associati
<u>Marina Trimarchi</u>	090 6765451	marina.trimarchi@unime.it	Ricercatori Legge 230/05 - t.det.
<u>Antoinette Tripodi</u>	090 6765081	antoinette.tripodi@unime.it	Ricercatori Universitari
<u>Alessandro Tripodo</u>	090 6765105	alessandro.tripodo@unime.it	Ricercatori Universitari
<u>Adriana Trozzi</u>	090 6765653	adriana.trozzi@unime.it	Ricercatori Universitari
<u>Rosanna Utano</u>	090 6765075	rosanna.utano@unime.it	Professori Associati

<u>Valentina Venuti</u>	090 6765299	valentina.venuti@unime.it	Professori Associati
<u>Carmela Vitanza</u>	090 6765464	carmela.vitanza@unime.it	Professori Ordinari
<u>Ulderico Wanderlingh</u>	090 6765023	ulderico.wanderlingh@unime.it	Professori Associati

### 3.2 Personale tecnico-amministrativo

<u>Nome Cognome</u>	<u>Telefono</u>	<u>Mail</u>	<u>Qualifica</u>
<u>Ettore Arena</u>	<u>090 6565085</u>	<u>ettore.arena@unime.it</u>	<u>Categoria C - Area amministrativa</u>
<u>Rosanna Arena</u>	<u>090 6765031</u>	<u>rosanna.arena@unime.it</u>	<u>Personale della Unilav S.C.p.A.</u>
<u>Santa Bardetta</u>	<u>090 6765098</u>	<u>santa.bardetta@unime.it</u>	<u>Personale della Unilav S.C.p.A.</u>
<u>Francesco Barreca</u>	<u>090 6765391</u>	<u>francesco.barreca@unime.it</u>	<u>Categoria D - Area tecnica, tecnico-scientifica ed elaborazione dati</u>
<u>Domenico Bonanno</u>	<u>090 6765037</u>	<u>domenico.bonanno@unime.it</u>	<u>Categoria C - Area tecnica, tecnico-scientifica ed elaborazione dati</u>
<u>Massimo Rosario Calvo</u>	<u>090 6765033</u>	<u>massimo.calvo@unime.it</u>	<u>Categoria C - Area tecnica, tecnico-scientifica ed elaborazione dati</u>
<u>Daniele Cosio</u>	<u>090 6765037</u>	<u>daniele.cosio@unime.it</u>	<u>Categoria B - Area servizi generali e tecnici</u>
<u>Emanuele Cosio</u>	<u>090 6765456</u>	<u>emanuele.cosio@unime.it</u>	<u>Categoria C - Area tecnica, tecnico-scientifica ed elaborazione dati</u>
<u>Marisa Currao</u>	<u>090 6765066</u>	<u>marisa.currao@unime.it</u>	<u>Categoria C - Area amministrativa</u>
<u>Domenica De Domenico</u>	<u>090 360101</u>	<u>domenica.dedomenico@unime.it</u>	<u>Categoria D - Area tecnica, tecnico-scientifica ed elaborazione dati</u>
<u>Antonino Denaro</u>	<u>090 6765010</u>	<u>antonino.denaro@unime.it</u>	<u>Categoria D - Area amministrativa-gestionale</u>
<u>Paola Donato</u>	<u>090 6765448</u>	<u>paola.donato@unime.it</u>	<u>Categoria D - Area amministrativa-gestionale</u>
<u>Angelo Genovese</u>	<u>090 3977498</u>	<u>angelo.genovese@unime.it</u>	<u>Categoria C - Area tecnica, tecnico-scientifica ed elaborazione dati</u>
<u>Caterina Giacoppo</u>	<u>090 6765035</u>	<u>caterina.giacoppo@unime.it</u>	<u>Personale della Unilav S.C.p.A.</u>
<u>Maria Giordano</u>	<u>090 360101</u>	<u>giordano.maria@unime.it</u>	<u>Personale della Unilav S.C.p.A.</u>
<u>Monica Interdonato</u>	<u>090 6765010</u>	<u>monica.interdonato@unime.it</u>	<u>Categoria C - Area tecnica, tecnico-scientifica ed elaborazione dati</u>

<u>Antonino Marino</u>	<u>090 360101</u>	<u>antonino.marino@unime.it</u>	<u>Categoria EP - Area tecnica, tecnico-scientifica ed elaborazione dati</u>
<u>Marco Noli Maio</u>	<u>090 6765235</u>	<u>marco.nolimaio@unime.it</u>	<u>Categoria C - Area amministrativa</u>
<u>Maria Teresa Reggio</u>	<u>389 9887348</u>	<u>mariateresa.reggio@unime.it</u>	<u>Categoria C - Area tecnica, tecnico-scientifica ed elaborazione dati</u>
<u>Rosario Sgarlata</u>	<u>090 6765098</u>	<u>rosario.sgarlata@unime.it</u>	<u>Categoria C - Area tecnica, tecnico-scientifica ed elaborazione dati</u>
<u>Alessandra Spano'</u>	<u>090 6765098</u>	<u>alessandra.spano@unime.it</u>	<u>Categoria C - Area amministrativa</u>
<u>Cynthia Wanderlingh</u>	<u>090 6765467</u>	<u>cwanderlingh@unime.it</u>	<u>Categoria C - Area tecnica, tecnico-scientifica ed elaborazione dati</u>

### 3.3 Elenco del Personale a tempo determinato

<u>Nome Cognome</u>	<u>Telefono</u>	<u>Mail</u>	<u>Qualifica</u>
<u>Maria Teresa Caccamo</u>	<u>090 6765019</u>	<u>mariateresa.caccamo@unime.it</u>	<u>Borsisti esenti</u>
<u>Antonio Crupi</u>	<u>090 6765103</u>	<u>antonio.crupi@unime.it</u>	<u>Borsisti esenti</u>
<u>Stefania Lanza</u>	<u>090 6765095</u>	<u>stefania.lanza@unime.it</u>	<u>Titolari di assegno di ricerca</u>
<u>Emanuele Morgana</u>	<u>090 393654</u>	<u>emanuele.morgana@unime.it</u>	<u>Borsisti esenti</u>
<u>Salvatore Spadaro</u>	<u>090 6765391</u>	<u>spadaro.salvatore@unime.it</u>	<u>Borsisti esenti</u>
<u>Cristina Totaro</u>	<u>090 6765102</u>	<u>cristina.totaro@unime.it</u>	<u>Titolari di assegno di ricerca</u>
<u>Claudia Triolo</u>	<u>090 3977385</u>	<u>claudia.triolo@unime.it</u>	<u>Borsisti esenti</u>

## 4- DOTTORATI DI RICERCA

### **DOTTORATO DI RICERCA IN FISICA** *Coordinatore Prof. Lorenzo Torrisi.*

Il primo Dottorato di Ricerca in Fisica è stato istituito nell'anno acc. 1982/83 ed è continuato ininterrottamente fino all'anno solare 2015. Nell'anno 2016 si sono tenuti i cicli , XXIX e XXX e XXXI

#### **Dottorandi:**

##### ***Ciclo XXIX***

Anastasi Antonio, Boukortt Nour El Islam, Coppolino Salvina, De Luca Saverio, Foti Antonino, Muoio Annamaria, Norella Sebastianella.

##### ***Ciclo XXX***

Cannavo' Antonino, Ceccio Giovanni, Macri' Vincenzo, Ruello Giovanna, Sanzaro Salvatore, Vasi Sebastiano.

##### ***Ciclo XXXI***

Cannuli Antonio, Castorina Giuseppe, Colombo Franco, Restuccia Nancy, Santoro Marco, Scolaro Silvia.

### **DOTTORATO DI RICERCA IN MATEMATICA ED INFORMATICA**

*(convenzione fra le Università di Catania, Messina e Palermo, sede amministrativa Università di Catania).*

##### ***Ciclo XXIX***

Catanese Salvatore Amato (Tutor: Prof. G. Fiumara), Cuzzupè Maria Vittoria (Tutor: Prof. V. Bonanzinga), Di Salvo Rosa (Tutors: Prof. L. Puccio, Prof. F. Oliveri), Gorgone Matteo (Tutor: Prof. F. Oliveri).

##### ***Ciclo XXX***

Iiritano Valeria (Tutor: Prof. G. Anello)

### **4.1 TESI DI DOTTORATO**

#### **Dottorato di Ricerca in Fisica**

<b><i>DOTTORANDO</i></b>	<b><i>TITOLO TESI DI DOTTORATO</i></b>	<b><i>TUTOR</i></b>
Dr. Anastasi Antonio	<i>The Calibration System of the E989 Experiment at Fermilab</i>	Dr. G.Mandaglio Dr. G.Venanzoni Prof. D.W. Herzog

Dr. Boukourt Nour EL Islam	<i>Study and Simulation of a Nanoscale Structure of a Multi-gate MOS Transistor</i>	Prof. S. Patane' Prof. B. Hadri
Dr.ssa Coppolino Salvina	<i>Effects of instrumental energy resolution on the measured MSD as obtained by elastic incoherent neutron scattering data</i>	Prof. S. Magazu'
Dr. De Luca Saverio	<i>Characterization of get electronics coupled to the Chimera and Farcos multi-detectors for nuclear reaction studies</i>	Dr. A. Trifiro' Dr. G. Cardella
Dr. Foti Antonino	<i>Surface and Tip Enhanced Raman Spectroscopy of Biomolecules</i>	Prof. F. Neri Dr. P.G. Gucciardi
Dr.ssa Muoio An- namaria	<i>Study, Physical Characterization and Wetting Ability Aspects of Biomaterials</i>	Prof. S. Magazu'
Dr.ssa Norella Seba- stianella	<i>Isospin influence on dynamical and statistical emission of heavy fragments in heavy ion collisions at Fermi energies</i>	Dr. A. Trifiro Dr. P. Russotto

## 5. TESI di LAUREA

### ANALISI E GESTIONE DEI RISCHI NATURALI ED ANTROPICI (AGRINA) TRIENNALE

Studente	Relatore	Titolo
Bonvegna Piero	Somma Roberta	LE PEPITE DI ORO DEL "CONGLOMERATO ALHAMBRA" (FIUME GENIL, GRANADA, SPAGNA MERIDIONALE)
Buttò Samanta	Tripodo Alessandro	EVOLUZIONE MORFOLOGICA E VULCANOLOGICA DEL CONO DE LA FOSSA NEGLI ULTIMI 1000 ANNI (ISOLA DI VULCANO)
Caliò Davide	Randazzo Giovanni	ANALISI DELL'EVOLUZIONE GEOMORFOLOGICO-SEDIMENTOLOGICA DEL LITORALE COMPRESO TRA PONTE GALLO E TORRENTE RODIA
Cintorrino Alessia Amelia	Somma Roberta	INDIVIDUAZIONE DI UN ITINERARIO GEOLOGICO-CULTURALE NEL TERRITORIO DI MELILLI (SIRACUSA - SICILIA SUD-ORIENTALE) E PROPOSTA DI INSERIMENTO DI "CAVA DEI MOLINI" ALL'INTERNO DEL CATALOGO NAZIONALE DEI GEOSITI (L.11 APRILE 2012, n° 25 )
Mondo Natalia Jessica	Tripodo Alessandro	LE UNITA' VULCANOCLASTICHE PLEISTOCENICHE DELLA SICILIA NORD-ORIENTALE: UNA NUOVA TESTIMONIANZA DI ATTIVITA' VULCANICA ESPLOSIVA NEL MAR TIRRENO MERIDIONALE
Piccione Federica	Randazzo Giovanni	CENSIMENTO SU BASE GIS DI ARCHI, SCOGLI E FARAGLIONI LUNGO IL LITORALE DELLA SICILIA
Rando Antonella	Tripodo Alessandro	EVOLUZIONE PETROLOGICA E GEOCHIMICA DELL'ISOLA DI PANAREA: IMPLICAZIONI SULLA EVOLUZIONE DEL MANTELLO SOTTO L'ARCO EOLIANO
Runci Antonino	Tripodo Alessandro	I PRODOTTI IDROTERMALI DEL SEAMOUNT PALINURO (TIRRENO MERIDIONALE)
Scaldino Roberta	Termini Domenica	LA RISPOSTA SISMICA LOCALE E LA TECNICA HVSR. LE RISULTANZE DI INDAGINI EFFETTUATE A MESSINA, NELL'AREA DI PIAZZA CASA PIA.

**FISICA TRIENNALE**

Studente	Relatore	Titolo
Malizia Federico Cosimo	Wanderlingh Ulderico	FATTORI DI FORMA E DI STRUTTURA NELLA DIFFRAZIONE
Maio Rosaria	Crupi Vincenza	SPETTROSCOPIA FT-IR: UNO STRUMENTO AVANZATO PER APPLICAZIONI IN CAMPO BIOMEDICO
La Fauci Denis	Trifirò Antonio	METODI DI RIVELAZIONE DI PARTICELLE LEGGERE AD ALTA ENERGIA MEDIANTE RADIAZIONE CHERENKOV
Anoldo Laura	Patanè Salvatore	LA MICROSCOPIA ACUSTICA E LE SUE APPLICAZIONI
Biondo Letterio	Saija Rosalba	MISSIONE STARDUST NUOVE PROSPETTIVE PER I MODELLI DI POLVERE INTERSTELLARE
Mazza Bruna	Wanderlingh Ulderico	APPLICAZIONI DELLA MICRODIFFRAZIONE A RAGGI X
Malta Giuliana	Crupi Vincenza	SISTEMI A LEGAME IDROGENO PURI E CONFINATI: IL CASO DELL'ACQUA
Rosano Antonina	Saija Rosalba	ONDE GRAVITAZIONALI
Vernaci Luca	Majolino Domenico	SPETTROSCOPIA VIBRAZIONALE PER STUDI SU ANTICHI CODICI MINIATI
Caminiti Gaetano Filippo	Saija Rosalba	INTRAPPOLAMENTO OTTICO E TEORIA DELLO SCATTERING ELETTROMAGNETICO
Itri Bruno Maria	D'angelo Giovanna	SPETTROSCOPIE IR E RAMAN: APPLICAZIONI IN CAMPO BIOMEDICO
Pistone Daniele	Mandaglio Giuseppe	
Gurgone Sergio	Fazio Enza	ABLAZIONI LASER IN CAMPO ELETTRICO
Arrò Giuseppe	Mandaglio Giuseppe	REAZIONI DI FOTOPRODUZIONE A BGO-OD
Maio Lorenzo	Trifirò Antonio	STUDIO DI STATI A CLUSTER IN NUCLEI LEGGERI
Romano Fabrizio	Carini Giuseppe	DISPOSITIVI FOTOVOLTAICI PER L'ENERGIA ELETTRICA RINNOVABILE: CELLE SOLARI A SEMICONDUOTTORE E CELLE SOLARI A COLORANTE
Tomasello Alessio	Caccamo Domenico	GENERALITA' SUI METODI MULTIPARAMETRICI PER INDIVIDUARE LE ANOMALIE PRE-SISMICHE NEL MONDO E METODO DELTA/SIGMA
Giliberto Andrea	Trimarchi Marina	ONDE GRAVITAZIONALI: UN NUOVO STRUMENTO PER LO STUDIO DELL'UNIVERSO

**FISICA MAGISTRALE**

Studente	Relatore	Titolo
Traviglia Melory	Trimarchi Marina	VALUTAZIONE DELLA DIPENDENZA ANGOLARE DI RIVELATORI OSL SU FASCI CLINICI DI FOTONI MEDIANTE SIMULAZIONI MONTE CARLO.

Rinaldi Claudio	Costa Dino	PROCESSI DI AUTO-AGGREGAZIONE IN MODELLI DI DIMERI COLLOIDALI
Romano Valentino	Carini Giuseppe	ATOMIC PACKING AND LOW ENERGY VIBRATIONS IN GLASSES
Paladini Giuseppe	Carini Giuseppe	PHOTOEXCITATION PROCESSES IN FUNCTIONALIZED SEMICONDUCTORS FOR SOLAR CELLS
Costa Giuseppe	Torrisi Lorenzo	CARATTERIZZAZIONE DI PLASMI GENERATI DA LASER E POSSIBILE APPLICAZIONE IN PROTONTERAPIA

### **GESTIONE DEI RISCHI TERRITORIALI (GERIT) Magistrale**

<b>Studente</b>	<b>Relatore</b>	<b>Titolo</b>
Agnello Dario	Randazzo Giovanni	IL GIACIMENTO "CALCAREO" DI LOCALITA' CAMPI' A SAN MARCO D'ALUNZIO: ANALISI AMBIENTALE E SVILUPPI FUTURI
Branchina Alfio	Randazzo Giovanni	CONTRIBUTO AL CENSIMENTO E AL PIANO AMIANTO DEL COMUNE DI ADRANO (CT)
Cananzi Gianluca	Crea Francesco	EX DISCARICA COMUNALE IN LOCALITA' MARRELLA GIOIA-TAURO (RC), VALUTAZIONE DELLA PRESENZA DI SO-STANZE RICONDUCEBILI AD INFILTRAZIONI DI PERCOLATO
Colica Emanuele	Randazzo Giovanni	MONITORAGGIO DELL'EVOLUZIONE COSTIERA DEL LITORALE DI CAPO PELORO (ME)
Grioli Santi	Randazzo Giovanni	ELABORAZIONE DI UN DATABASE GEOMORFOLOGICO SU BASE GIS DEL TRATTO DI COSTA COMPRESO TRA CAPO ALI' E IL TORRENTE PAGLIARA
Grioli Luca	Randazzo Giovanni	I CARAVAGGIO E I CARAVAGGESCHI DEL MUSEO REGIONALE INTERDISCIPLINARE DI MESSINA: ANALISI DEI PIG-MENTI TRAMITE FLUORESCENZA A RAGGI X E SPETTROSCOPIA RAMAN PORTATILI.
Morabito Wladimiro	Randazzo Giovanni	ELABORAZIONE DI UN DATABASE GEOMORFOLOGICO SU BASE GIS DEL TRATTO DI COSTA COMPRESO TRA IL TORRENTE PAGLIARA E CAPO SANT'ALESSIO
Morabito Carmelo	Rizzitano Samuela	CLASSIFICAZIONE E CARATTERIZZAZIONE DEI TERRENI GRANULARI DI UN'AREA DI MESSINA
Rosati Martina	Randazzo Giovanni	UTILIZZO DI UN SISTEMA INFORMATICO TERRITORIALE (SIT-GIS) PER LA DEFINIZIONE DELLA RESILIENZA DELLE SPIAGGE COMPRESSE TRA I CAPI PELORO E MILAZZO (SICILIA, NE).
Sabato Gaetano	Randazzo Giovanni	ANALISI DELLE CRITICITA' GEOMORFOLOGICHE E IDRAULICHE FINALIZZATE ALLA DEFINIZIONE DEGLI SCENARI DI RISCHIO NELL'AMBITO DELL'AGGIORNAMENTO DEL PIANO DI PROTEZIONE CIVILE
Spampinato Ylenia	Milazzo Maria Francesca	USO DI UN SISTEMA INFORMATICO TERRITORIALE PER L'ANALISI DEL RISCHIO AMBIENTALE SANITARIO IN UN SITO DI INTERESSE NAZIONALE

### **INFORMATICA TRIENNALE**

<b>Studente</b>	<b>Relatore</b>	<b>Titolo</b>
Alberti Armando	Oliveri Francesco	PROGETTAZIONE ED IMPLEMENTAZIONE DI UNA APPLICAZIONE PER LA GESTIONE DEI SERVIZI INFORMATICI DELL'UNIVERSITA' DI MESSINA SU PIATTAFORMA ANDROID
Isgro' Angela	Puccio Angela	DIRETTIVA NIS: NETWORK AND INFORMATION SECURITY

Pitasi Giuseppe	Fiumara Giacomo	DEEP LEARNING
Prestandrea Gaetano	Oliveri Francesco	PROGETTAZIONE E REALIZZAZIONE DELL'HARDWARE E DEL SOFTWARE DI UN APPARATO SPERIMENTALE PER LA DIGITALIZZAZIONE DI FILMATI IN PELLICOLA 8 MM
Adamo Francesca	Oliveri Francesco	PROGETTAZIONE AGENDA APPUNTAMENTI PER DISPOSITIVI MOBILI
Alberto Antonino	Puccio Angela	SICUREZZA INFORMATICA ATTACCO CONTRO DIFESA
Ardino Elia Vincenzo	MANDANICI Andrea	SIMULAZIONE DI LINEE A MICROONDE CON SOFTWARE OPEN SOURCE PER CALCOLO SCIENTIFICO
Arrigo Ileana	FEDERICO Mauro	m-WellBeing: SVILUPPO E IMPLEMENTAZIONE DI UNA MOBILE APP IN AMBITO SANITARIO
Barbagallo Emmanuele	Scarpa Marco Lucio	SMART LIGHTING CON SUPPORTO DI AMBIENTI CLOUD
Bertoncini Salvatore	Oliveri Francesco	PROGETTAZIONE E SVILUPPO DI UN'APPLICAZIONE DI SOCIAL NETWORKING: SERVER E WEB CLIENT
Biondo Alessandro	MANDANICI Andrea	ACQUISIZIONE ED ELABORAZIONE DI DATI SPERIMENTALI IN AMBIENTE LINUX SU ARCHITETTURE INTEL E ARM
Biscuso Ernesto	Oliveri Francesco	TECNICHE DI RICERCA E OTTIMIZZAZIONE DI GOOGLE: L'ALGORITMO PAGERANK
Bombaci Nicola	Fiumara Giacomo	SWAM: PROGETTAZIONE E IMPLEMENTAZIONE DI UN PARSER HTML PER LO SVILUPPO CLIENT-SIDE
BONGIORNO Carmelo	Puccio Angela	ANALISI FORENSE DEI DATI SU SISTEMI DI MEMORIZZAZIONE
Bonsignore Andrea	Villari Massimo	CLASSIFICAZIONE AVANZATA DATI CON APPROCCIO MapReduce
Caravello Antonio	Puccio Angela	ANALISI COMPARATIVA DI STRUMENTI ENTERPRISE PER LA CORRELAZIONE DI LOG E DI EVENTI DI SICUREZZA IN AMBIENTE INDUSTRIALE
Castano Marco	Oliveri Francesco	PROGETTAZIONE E SVILUPPO DI UN'APPLICAZIONE DI SOCIAL NETWORKING: SERVER E CLIENT IOS
Cavallaro Lucia	De Meo Pasquale	IDENTIFICAZIONE DEI NODI INFLUENTI PER LO SPREADING DI INFLUENZE
Ciolino Marco	Martino Giovanna	LA SICUREZZA NEI SISTEMI DISTRIBUITI: CRITTOGRAFIA DI CANALE E CRITTOGRAFIA END-TO-END
Cirone Nicola	Martino Giovanna	PRIVACY E SICUREZZA NELLA COMUNICAZIONE DIGITALE: E-MAIL E MESSAGGISTICA Istantanea A CONFRONTO
Cordaro Simone	FEDERICO Mauro	SISTEMI AUDIO ANALOGICI E DIGITALI
Costa Giulia	Carini Luisa	I CAMPI DI GALOIS IN CRITTOGRAFIA
De Franco Giuseppe	MANDANICI Andrea	STUDIO E APPLICAZIONI DI SOFTWARE LIBERO PER LA GESTIONE DI STRUMENTI DI MISURA
Di Pietro Nazareno	De Meo Pasquale	PROGETTAZIONE E SVILUPPO DI APPLICAZIONI ANDROID PER LA GESTIONE DI AZIENDE ALIMENTARI
Donato Mirko	Fiumara Giacomo	NoSQL E Big Data
Feliciotto Fabio	Martino Giovanna	COMPUTER FORENSICS E SICUREZZA DELLE RETI WIRELESS
Ficara Annamaria	Oliveri Francesco	PROGETTO E IMPLEMENTAZIONE DI UN SERVER PER LA GESTIONE DI TEST A RISPOSTA MULTIPLA CON MYSQL, PHP E LATEX
Fulgido Sofia	FEDERICO Mauro	ELABORAZIONE E SINTESI VOCALE
Furone Marco	Villari Massimo	REALIZZAZIONE ED IMPLEMENTAZIONE IN JAVA DI UN SISTEMA CLIENT/SERVER PER LA GESTIONE DI UNA BIBLIOTECA



Gaglioti Giuseppe	Villari Massimo	TECNICHE DI REALIZZAZIONE SDN, SOFTWARE DEFINED NETWORK, CON TECNOLOGIA OPENDOVE E OPENDAY-LIGHT.
Gangemi Salvatore	Oliveri Francesco	PROGETTAZIONE E SVILUPPO DI UN'APPLICAZIONE DI SOCIAL NETWORKING: SERVER E CLIENT WINDOWS
Iuffrida Davide	Oliveri Francesco	REVERSE ENGINEERING DI VIDEOGIOCHI: CASI DI STUDIO
La Fauci Rocco	Fiumara Giacomo	APPLICAZIONE ANDROID PER LA GESTIONE DI AULE E LABORATORI
Mastrovito Giuseppe	MANDANICI Andrea	ANALISI DI PROCESSI DI RILASSAMENTO NON-ESPOENZIALE CON SOFTWARE ROOT
Materia Gianluca	Oliveri Francesco	PROGETTAZIONE E SVILUPPO DI UNA APPLICAZIONE DI GESTIONE DI UN CENTRO DI RIPARAZIONI: SERVER MULTITHREAD E CLIENT IN JAVA
Miano Francesca	Oliveri Francesco	ANALISI DELLE COMPONENTI PRINCIPALI E APPRENDIMENTO DAI DATI
Nania Valerio Antonino	MANDANICI Andrea	CONTROLLO DI STRUMENTAZIONE SCIENTIFICA ED ELABORAZIONE DI DATI SPERIMENTALI MEDIANTE CODICI PYTHON IN AMBIENTE LINUX
Nitopi Salvatore	De Meo Pasquale	ANALISI DELLE VULNERABILITA' E DELLA SICUREZZA DI UN SISTEMA INFORMATICO CON METASPLOIT FRAMEWORK
Pafumi Francesco	Oliveri Francesco	PROGETTAZIONE E SVILUPPO DI UN'APPLICAZIONE DI SOCIAL NETWORKING: SERVER E CLIENT ANDROID
Pappalardo Alessandro	Puliafito Antonio	SISTEMI DI AUTENTICAZIONE AVANZATI MEDIANTE SMART CARD
Presti Marco	Agrete Santa	CREAZIONE DI UN APPLICAZIONE ANDROID PER LA GESTIONE DELLE ORDINAZIONI IN UN LOCALE
Raffa Pietro	FEDERICO Mauro	OCCULTAMENTO DI MESSAGGI TRAMITE STEGANOGRAFIA DIGITALE
Riolo Andrea	Villari Massimo	REALIZZAZIONE DI UN ARCHIVAL STORAGE OAS PER LA MEMORIZZAZIONE DI REFERTI CLINICI HL7 BASATO SU CASSANDRA
Rizzo Antonino Claudio	Fiumara Giacomo	NETWORK SCIENCE: ALGORITMI PER LA MISURA DELL'IMPORTANZA DEI NODI
Romeo Mariano	De Meo Pasquale	USO DI TECNICHE DI DATA ANALYSIS PER IL CRIME PREDICTION
Romeo Pietra	Oliveri Francesco	PPM2C IMPLEMENTAZIONE DI UN PARSER IN PYTHON PER IL LINGUAGGIO MONICELLI
Romeo Vittorio	Fiumara Giacomo	ANALYSIS OF ENTITY ENCODING TECHNIQUES, DESIGN AND IMPLEMENTATION OF A MULTITHREADED COMPILE-TIME ENTITY-COMPONENT-SYSTEM C++14 LIBRARY
Santacaterina Ignazio	Villari Massimo	TECNICHE DI REALIZZAZIONE RETI SDN ATTRAVERSO OVN, OPEN VIRTUAL NETWORK, SU TECNOLOGIA OPENSTACK.
Santoro Claudio	Fiumara Giacomo	SIMULAZIONE DI ATTACCHI A RETI SCALE - FREE
Sciuvra Rita	De Meo Pasquale	STUDIO DI LIBRERIE GRAFICHE PER REPORTING E ANALISI DATI
Siracusa Dario	Mandanici Andrea	INTRAPPOLAMENTO ACUSTICO
Sirni Luigi	Villari Massimo	STUDIO E ANALISI DI ARCHITETTURE PER BIG DATA ANALYTICS

Staiti Giuseppe	Puccio Angela	ALGORITMI DI INDIVIDUAZIONE DEGLI ELEMENTI CRITICI DELLA RETE STRADALE E SVILUPPO DI UN SISTEMA DI SUPPORTO ALLE DECISIONI PER LA SCELTA DEGLI INTERVENTI E DELLE CONTROMISURE DELL'INCIDENTALITA' STRADALE
Suraci Luisa	De Meo Pasquale	CROSS-PLATFORM MOBILE APPLICATION: PROGETTAZIONE E REALIZZAZIONE DI UN SISTEMA "ELIMINA CODE" CON XAMARIN
Triveri Carlo	De Meo Pasquale	FISICA STATISTICA DEL CRIMINE
Trotta Silvio Giovanni	Villari Massimo	IMPLEMENTAZIONE AVANZATA DI CRAWLER CON APPROCCIO BIG DATA-MAPREDUCE
Tuttobene Marco	De Meo Pasquale	NFC ( NEAR FIELD COMMUNICATION ): CARATTERISTICHE, INNOVAZIONI E SICUREZZA
Wanderlingh Cynthia	Puccio Angela	ELEARNING: STRUMENTI PER LA CREAZIONE DI LO
Zavettieri Sergio	De Meo Pasquale	SVILUPPO DI UN' APPLICAZIONE IOS PER IL MONITORAGGIO E L'ANALISI DELLA NETWORK QUALITY OF EXPERIENCE

### **INFORMATICA MAGISTRALE**

<b>Studente</b>	<b>Relatore</b>	<b>Titolo</b>
Giunta Francesco	Federico Mauro	SISTEMA DI GESTIONE DELLE INFORMAZIONI SU AMAZON AWS
Nicoletti Emanuele	Federico Mauro	APP ANDROID E WebApp PER IL MONITORAGGIO DEI CONSUMI ELETTRICI TRAMITE ARDUINO YUN
Paladino Pasqualino	Federico Mauro	INDICIZZAZIONE E GEOLOCALIZZAZIONE DI DATI ESTRATTI DAL DEEP WEB
Portelli Simone	Federico Mauro	SISTEMA PER IL MONITORAGGIO DI VALORI AMBIENTALI E GESTIONE REMOTA DI UN RELE' TRAMITE ARDUINO YUN
Giliberto Stefano	Fiumara Giacomo	INTEROPERABILITA' NELLA PUBBLICA AMMINISTRAZIONE MEDIANTE WEBSERVICES

### **MATEMATICA TRIENNALE**

<b>Studente</b>	<b>Relatore</b>	<b>Titolo</b>
Arena Elisabetta	Utano Rosanna	CRITTOGRAFIA SU CURVE ELLITTICHE
Brigandi' Emanuele	Palumbo Annunziata	SULLA PROPAGAZIONE DELLE ONDE SISMICHE
Cambria Katia	Jannelli Alessandra	METODI ITERATIVI TIPO NEWTON CON E SENZA MEMORIA PER EQUAZIONI NON LINEARI
Crea Sonia	Ciancio Armando	MODELLI MATEMATICI PER I PRODOTTI FINANZIARI DERIVATI

Cuzzupè Eleonora	Donato Maria Bernadette	OTTIMIZZAZIONE VINCOLATA E SUE APPLICAZIONI ECONOMICHE ALLA MASSIMA UTILITA'
Fiorello Davide	Anello Giovanni	FUNZIONI ASSOLUTAMENTE CONTINUE E A VARIAZIONE LIMITATA IN PIU' VARIABILI REALI
Frisone Concetta	Anello Giovanni	IL PROBLEMA DI DIRICHLET PER UNA CLASSE DI EQUAZIONI ELLITTICHE CON SECONDO MEMBRO INDEFINITO NEL SEGNO
Lembo Marilena	Utano Rosanna	UNA CONGETTURA DI WILF SUI SEMIGRUPPI NUMERICI
Lo Giudice Irene	Cubiotti Paolo	ESISTENZA DI SOLUZIONI GENERALIZZATE PER INCLUSIONI DIFFERENZIALI DEL SECONDO ORDINE IN FORMA IMPLICITA
Lombardo Daniele	Jannelli Alessandra	Polinomi ortogonali ed applicazioni alle equazioni differenziali
Maesano Fortunato	Cammaroto Filippo	IL GRUPPO FONDAMENTALE E SUE APPLICAZIONI
Mendolia Antonina	Bonanzinga Maddalena	ALCUNE PROPRIETA' DI RICOPRIMENTO DI SPAZI TOPOLOGICI DEFINITE MEDIANTE LE STELLE
Mulonia Francesco	Imbesi Maurizio	SINGOLARITA' DELLE PROIEZIONI PIANE DI CURVE ALGEBRICHE
Neri Concetta	Crupi Marilena	CONGRUENZE POLINOMIALI NON LINEARI
Quattrocchi Sara	Utano Rosanna	FATTORIZZAZIONE DI IDEALI NEI DOMINI DI DEDEKIND
Romeo Francesco	Crupi Marilena	CRYPTOGRAPHY IN DIGITAL CASH: CRYPTOCURRENCIES
Russo Damaris	Imbesi Maurizio	FORMULA DI EULERO E SUE APPLICAZIONI A VARIE CLASSI DI POLIEDRI
Sant'ambrogio Claudia	Palumbo Annunziata	ANALISI DELLA STABILITA' DEGLI EQUILIBRI IN ALCUNI MODELLI DI CRESCITA DI POPOLAZIONI MONOSPECIE E MULTISPECIE
Scionti Davide	Ciancio Vincenza	SULLA TERMODINAMICA DEL NON-EQUILIBRIO CON VARIABILI INTERNE
Torre Valentina	Puccio Luigia	ANALISI DEI METODI DI RILASSAMENTO
Crisopulli Liiana	Restuccia Gaetana	IDEALI MONOMIALI E GRAFI
Trusiano Laura	Vitanza Carmela	PROBLEMI DI OTTIMIZZAZIONE VINCOLATA

## MATEMATICA MAGISTRALE

Studente	Relatore	Titolo
AMMENDOLA Domenico Francesco	ROGOLINO Patrizia	LA FORMAZIONE DI PATTERN IN UN MODELLO S - I CON DIFFUSIONE
BASILE Fortunata Aurora	BONANZINGA Maddalena	PROPRIETA' DI RICOPRIMENTO DI UNO SPAZIO TOPOLOGICO DEFINITE MEDIANTE SOTTOSPAZI DENSII
CALAMUNERI Claudio francesco	CRUPI Marilena	IDEALI MONOMIALI SQUAREFREE
CARACCILO Saverio	UTANO Rosanna	METODI OMOLOGICI E COMBINATORICI NELLO STUDIO DI IDEALI MONOMIALI

CISTO Carmelo	UTANO Rosanna	SEMIGRUPPI NUMERICI GENERALIZZATI
COTRONEI Alessandro	LI MARZI Enzo	SUL POLINOMIO LAPLACIANO DI GRAFI SEGNA TI
DI PAOLA Virginia	RESTUCCIA Liliana	FENOMENI DI TRASPORTO DI CALORE IN TERMODINAMICA IRREVERSIBILE ESTESA
FAMA' Alessio	CIANCIO Vincenzo	SPAZIOTEMPO INTRINSECO. APPLICAZIONI ALLA TERMOMECCANICA DEI FLUIDI
FURNARI Luca	ANELLO Giovanni	LAPLACIANO FRAZIONARIO E SUE APPLICAZIONI
LAZZARA Maria Concetta	UTANO Rosanna	IDEALI BINOMIALI E LORO APPLICAZIONI
LUPICA Antonella	PALUMBO Annunziata	SULLA TERMODIFFUSIONE IN MISCELE FLUIDE NELL'AMBITO DELLA TERMODINAMICA IRREVERSIBILE ESTESA: MODELLAZIONE E APPLICAZIONE ALLO STUDIO DELLA QUALITA' DELLE ACQUE IN UN FIUME
PEDULLA' Alessandra	TRIPODI Antoinette	FATTORIZZAZIONI DEL GRAFO COMPLETO
ROTONDO Tiziana	JANNELLI Alessandra	METODI ALLE DIFFERENZE FINITE SU GRIGLIE QUASI UNIFORMI PER BVPs SU DOMINI INFINITI
SANTORO Angela	TRIPODI Antoinette	MULTIQUADRATI LATINI
SPARACINO Smeralda	OLIVERI Francesco	SIMMETRIE APPROSSIMATE DI EQUAZIONI DIFFERENZIALI
VENTURA Giovanni	VITANZA Carmela	CONDIZIONI DI KARUSH-KUHN-TUCKER PER UN PROBLEMA DI EQUILIBRIO E APPLICAZIONI
ZINGALES Claudia	MANGANARO Natale	SISTEMI IPERBOLICI 2 X 2

## 6- ATTIVITA' DI RICERCA

### Sezione: *Matematica ed Informatica*

**1. Gruppo di Ricerca in: Informatica**

Componenti: Agreste S., Distefano S., Fiumara G.

**2. Gruppo di Ricerca in: Algebra Commutativa e Combinatoria**

Componenti: Restuccia G., Crupi M., Utano R., Imbesi M.

**3. Gruppo di Ricerca in: Algebre con identità funzionali e metodi combinatori.**

Componenti: Carini L., De Filippis V.

**4. Gruppo di Ricerca in: "Combinatoria e Iperstrutture"**

**Componenti:** De Salvo M., Li Marzi E. M., Lo Faro G., Tripodi A.

**5. Gruppo di Ricerca in: Topologia Generale**

Componenti: Bonanzinga M., Cammaroto F.

**6. Gruppo di Ricerca in: Metodi Variazionali e Applicazioni**

Componenti: Vitanza C., Milasi M., Donato M. B.

**7. Gruppo di Ricerca in: : Analisi Non Lineare**

Componenti: P.Cubiotti, Filippo D. Cammaroto, Giovanni Anello

8. Gruppo di Ricerca in: **Problemi di evoluzione in Meccanica dei Continui**

Componenti strutturati: Barbera E., Vincenzo Ciancio, Fiammetta Conforto, Giancarlo Consolo, Carmela Currò, Domenico Fusco, Natale Manganaro, Annunziata Palumbo, Liliana Restuccia, Patrizia Rogolino.

9. Gruppo di Ricerca in: **Metodi e Modelli in Fisica Matematica**

Componenti: F. Oliveri, M. Speciale

10. Gruppo di Ricerca in: **Modelli Matematici nelle Scienze Applicate**

Componenti: Riccardo Fazio, Alessandra Jannelli, Luigia Puccio

11. Attività di Ricerca di: Giorgio Nordo

## **Sezione: Fisica**

12. Gruppo di Ricerca in: **” Teoria e Simulazione di Sistemi Atomici e Molecolari”**

Componenti: Maria C. Abramo, Carlo Caccamo, Dino Costa, Paolo V. Giaquinta, Gianpietro Malescio, Santi Prestipino Giarritta, Alessandro Sergi

13. Gruppo di Ricerca in: **“Micro e Nanosistemi (MNS)”**

Componenti: Fortunato Neri, Salvatore Patanè, Angela Maria Mezzasalma, Letteria Silipigni, Rosalba Saija, Salvatore Savasta, Enza Fazio, Giovanni Finocchio

14. Gruppo di Ricerca in:  **: Biofisica , Fisica sperimentale dei sistemi complessi e Fisica applicata ai Beni culturali e ambientali**

Componenti: Giacomo Maisano , Giuseppe Carini, Maria Cutroni , Salvatore Magazù (PO), Domenico Majolino (PO) , Vincenza Crupi (PO), Ulderico Wanderlingh (PA), Giovanna D’Angelo (PA), Caterina Branca (PA), Andrea Mandanici (PA), Valentina Venuti (PA), Mauro Federico (RU).

15. Gruppo di Ricerca in:  **: Studio di Reazioni Nucleari Ad Energie Intermedie E Sviluppo Di Calorimetria Per Esperimenti Su Raggi Cosmici Nello Spazio**

Componenti: A.Italiano, A.Trifirò, M.Trimarchi

16. Attività di Ricerca di: Torrisi L.

17. Attività di Ricerca di: Mallamace F.

## **Sezione: Scienze della terra**

18. Gruppo di Ricerca in:  **Geofisica generale ed applicazioni territoriali**

Componenti: Giancarlo Neri, Barbara Orecchio

19. Gruppo di Ricerca in:  **Vulnerabilità Sismica e Resilienza di Sistemi Urbani e Territoriali**

Componenti: Teramo A., Termici D.

20. Attività di ricerca di : Randazzo G.

21. Attività di ricerca di : Quartieri S.

- 22. Attività di ricerca di : Renna M. R.
- 23. Attività di ricerca di : Tripodo A.
- 24. Attività di ricerca di : Marra A. C.
- 25. Attività di ricerca di : Saccà
- 26. Gruppo di Ricerca in “**Chimica Industriale e Catalisi**”  
Componenti: Centi G., Lanzafame. P.

## 6.1 GRUPPO DI RICERCA IN INFORMATICA

**Componenti:** Santa Agreste, Salvatore Distefano, Giacomo Fiumara

### Descrizione della ricerca

**Affective computing.** L'attività di ricerca nell'ambito dell'affective computing si focalizza prevalentemente nello studio della rappresentazione di paradigmi computazionali attraverso emozioni (emotion-based). Gli studi hanno portato alla definizione di alcune architetture cognitive bio-inspired (bio-inspired cognitive architecture) basate su neuromodulatori (serotonina, noradrenalina, dopamina) che adattano ed estendono il modello Cube of Emotion di Lovheim al contesto computazionale. Nella stessa attività si inquadra il lavoro relativo il modello P3 (Physiology-Psychology-Philosophy), che propone una architettura computazionale modulare a livelli strutturando meccanismi e politiche in maniera gerarchica. In tale contesto si inquadrano anche applicazioni nell'ambito della robotica nel contesto del progetto RobotDreams, con la finalità di implementare un sistema robotico che possa essere controllato dalle emozioni.

**Internet of Things.** L'attività nell'ambito dell'Internet of Things si è focalizzata in un nuovo paradigma che implementa una visione utilitaristica dell'IoT. L'idea è di gestire le things, raccolte, aggregate, uniformate e virtualizzate, col paradigma as a service utilizzando il modello Cloud Computing. Questa visione la si sta implementando in Stack4Things, estendendo OpenStack per la gestione di dispositivi mobili e schede che costituiscono gli elementi base dell'infrastruttura IoT.

In tale contesto si è anche lavorato a nuovi paradigmi che spostino intelligenza verso i dispositivi, nell'ottica dell'Edge e Fog Computing, identificando il nuovo paradigma Extreme Edge Computing

**Cloud computing.** In ambito Cloud si è prevalentemente lavorato al progetto Cloud@Home, che propone un paradigma di calcolo innovativo per estendere il Cloud con la contribuzione volontaria caratteristica di altre forme di computazione quali Volunteer, Peer to Peer e Global computing. In particolare l'attività di ricerca si è focalizzata verso l'implementazione di tale paradigma utilizzando ed estendendo soluzioni preesistenti quali OpenStack e WAMP.

**BigData e Stream Processing.** Soluzioni ed applicazioni dei paradigmi succitati, nel contesto IoT, Cloud ed extreme edge computing sono state progettate e realizzate per la gestione di grandi moli dati, seguendo approcci stream processing e BigData.

In particolare soluzioni gerarchiche che coinvolgessero cluster di dispositivi intelligenti, insieme a server locali e remoti, per l'elaborazioni di stream di dati sono state sviluppate.

**Network science.** Analisi di reti sociali. Analisi della robustezza di reti criminali ad attacchi interni ed esterni.

**Computer simulations.** Analisi delle prestazioni e relativa ottimizzazione di codici per la simulazione di sistemi modello di interesse fisico.

**Parallel computing.** Analisi, sviluppo e implementazione di algoritmi paralleli per la risoluzione di sistemi lineari. Analisi, sviluppo e implementazione di algoritmi paralleli per lo studio della propagazione di un'onda sismica in un dominio eterogeneo in 3D.

**Sviluppo di applicazioni per controllo di strumentazione scientifica ed elaborazione di dati sperimentali con software libero di calcolo scientifico.** In collaborazione con i proff. A. Mandanici e G. Mandaglio sono state progettate e sviluppate applicazioni il controllo di strumentazione scientifica utilizzando software libero Python, prevalentemente su piattaforma Linux. Sono state anche messe a punto applicazioni basate su hardware Raspberry Pi, con sistema operativo Raspbian, per la gestione di misure dielettriche in funzione della temperatura e in funzione della frequenza, sia nel range 20Hz-1MHz, sia nella regione delle microonde. Per l'elaborazione, l'analisi e la rappresentazione grafica dei dati sono stati sviluppati codici in linguaggio Python e sono stati utilizzati gli strumenti messi a disposizione dal framework libero ROOT (root.cern.ch). Collaboratori : Alessandro Biondo, Giuseppe De Franco, Giuseppe Mastrovito, Valerio Nania.

**Simulazione della risposta di sistemi sperimentali con software per calcolo scientifico.** Utilizzando il software Mathcad, e risorse open source quali il software ROOT ed il linguaggio Python, in collaborazione con i proff. A. Mandanici e G. Mandaglio, sono stati sviluppati codici per simulare la risposta di sistemi sperimentali: una linea di trasmissione costituita da guide d'onda rettangolari per misure delle proprietà dielettriche dei materiali nella regione delle microonde (collaboratore: Elia Ardino); una matrice di trasduttori ultrasonici per l'intrappolamento acustico (collaboratore: Dario Siracusa).

#### **Pubblicazioni ISI:**

- 1) J. Vallverdu, M. Talanov, S. Distefano, M. Mazzara, A. Tchitchigin, I. Nurgaliev, A Cognitive Architecture for the Implementation of Emotions in Computing Systems, Biologically Inspired Cognitive Architectures, 2016, Elsevier Publisher.
- 2) D. Cerotti; S. Distefano; G. Merlino; A. Puliafito, "A Crowd-Cooperative Approach for Intelligent Transportation Systems," in IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems , vol.PP, no.99, pp.1-11. [doi: <http://dx.doi.org/10.1109/TITS.2016.2609606>]
- 3) S. Distefano, D. Bruneo, F. Longo, G. Merlino, A. Puliafito, "Hospitalized Patient Monitoring and Early Treatment Using IoT and Cloud", BioNanoScience, 2016, 1-2.
- 4) S. Distefano, D. Bruneo, F. Longo, G. Merlino, A. Puliafito, "Personalized health tracking with Fog computing technologies", BioNanoScience, 2016, 1-4.
- 5) G. Merlino, D. Bruneo, S. Distefano, F. Longo, A. Puliafito, "Stack4Things: a sensing-and-

actuation-as-a-service framework for IoT and cloud integration” *Annals of Telecommunications*, 2016, Springer. [doi: <http://dx.doi.org/10.1007/s12243-016-0528-5>]

- 6) Salvatore Catanese, Pasquale De Meo, Giacomo Fiumara, *Atti dell'Accademia Peloritana dei Pericolanti Classe di Scienze Fisiche, Matematiche e Naturali Resilience in criminal networks*
- 7) Santa Agreste, Salvatore Catanese, Pasquale De Meo, Emilio Ferrara, Giacomo Fiumara, *Information Sciences*, 351, 30-47 Network structure and resilience of mafia syndicates

#### **Pubblicazioni non ISI:**

- 1) Santa Agreste, Pasquale De Meo, Giacomo Fiumara, Giuseppe Piccione, Sebastiano Piccolo, Domenico Rosaci, Giuseppe ML Sarne, Athanasios Vasilakos *IEEE Transactions on Big Data An empirical comparison of algorithms to find communities in directed graphs and their application in Web Data Analytics*
- 2) J. Vallverdu, M. Talanov, S. Distefano, M. Mazzara, A. Tchitchigin, M. Manca, *NEUCOGAR: A Neuromodulating Cognitive Architecture for Biomimetic Emotional AI*, *International Journal of Artificial Intelligence*, 2016, Vol. 4, No. 1, Ceser Publisher.
- 3) Salvatore Distefano, Dario Bruneo, Francesco Longo, Giovanni Merlino, Antonio Puliafito, “Citta’ “Software Defined”: un nuovo modello per far funzionare le smart city” *Agenda Digitale*, [http://www.agendadigitale.eu/infrastrutture/citta-software-defined-un-nuovo-modello-per-far-funzionare-le-smart-city\\_2408.htm](http://www.agendadigitale.eu/infrastrutture/citta-software-defined-un-nuovo-modello-per-far-funzionare-le-smart-city_2408.htm)
- 4) Salvatore Distefano, “Crowdsourcing, approcci e soluzioni per una Italia digitale” *Agenda Digitale*, [http://www.agendadigitale.eu/industry-4-0/crowdsourcing-approcci-e-soluzioni-per-una-italia-digitale\\_2409.htm](http://www.agendadigitale.eu/industry-4-0/crowdsourcing-approcci-e-soluzioni-per-una-italia-digitale_2409.htm)

#### **Comunicazioni a Congressi e Scuole**

- 1) D. Cerotti, S. Distefano, G. Merlino, A. Puliafito, “Opportunistic Crowdsensing for Intelligent Transportation Systems”, 4th International Scientific and Training Conference (ISTC 2016) - Modern Problems of Life Safety: Intelligent Transport Systems, Kazan, Russia, February 2016
- 2) S. Distefano, S. Rodi, “Volunteering, Crowdsourcing and Citizen Science: an Overview from the IT/Computing Perspective”, 18th Conference of Open Innovations Association FRUCT and Seminar on Information Security and Protection of Information Technology, St. Petersburg, Russia 18-22 April 2016.
- 3) D. Bruneo, S. Distefano, F. Longo, G. Merlino, A. Puliafito, V. DAmico, M. Sapienza, and G. Torrisi, “Stack4Things as a fog computing platform for Smart City applications”, *Computer Communications Workshops (INFOCOM WKSHPS)*, 2016 IEEE Conference on, April, 2016.
- 4) D. Bruneo, S. Distefano, F. Longo, G. Merlino, “An IoT testbed for the Software Defined City vision: the #SmartME project” *Second International Workshop on Sensors and Smart Cities*, IEEE, St Louis, Missouri, USA, May 2016.
- 5) D. Bruneo, S. Distefano, F. Longo, G. Merlino, A. Puliafito, “Turning Messina into a smart city: the #SmartMe experience” *1st Euro-Mediterranean conference and exhibition Smart and Blue City - SBC16*, Limassol, Cyprus, 14-16 April 2016.



- 6) Alex Toshev, Salvatore Distefano, Max Talanov “Evolution of thinking models in automatic incident processing systems” The 10th International KES Conference on Agents and Multi-agent System: Technologies and Applications, Tenerife, Spain, June 17-19, 2016.
- 7) D. Bruneo, F. Longo, G. Merlino, A. Puliafito, S. Distefano, “Deploying advanced services in the #SmartME infrastructure,” 2016 IEEE 2nd International Forum on Research and Technologies for Society and Industry Leveraging a better tomorrow (RTSI), Bologna, 2016, pp. 1-5
- 8) R. Pincioli, S. Distefano, Extending Queuing Networks to Assess Mobile CrowdSensing Application Performance, 6th Workshop on New Frontiers in Quantitative Methods in Informatics, InfQ 2016, OCTOBER 2528, 2016, TAORMINA, ITALY
- 9) D. Bruneo, F. Longo, G. Merlino, A. Puliafito, S. Distefano, “Quantitative evaluation of Cloud-based network virtualization mechanisms for IoT”, 10th EAI International Conference on Performance Evaluation Methodologies and Tools, Valuetools 2016, OCTOBER 2528, 2016, TAORMINA, ITALY
- 10) S. Distefano, M. Scarpa, “Quantitative assessment of workflow performance through PH reduction”, 10th EAI International Conference on Performance Evaluation Methodologies and Tools, Valuetools 2016, OCTOBER 2528, 2016, TAORMINA, ITALY
- 11) S. Distefano, A. Puliafito, G. Merlino, F. Longo and D. Bruneo, “A Stack4Things-based platform for mobile crowdsensing services,” 2016 ITU Kaleidoscope: ICTs for a Sustainable World (ITU WT), Bangkok, 2016, pp. 1-8.
- 12) D. Bruneo, S. Distefano, F. Longo, G. Merlino and A. Puliafito, “IoT-cloud authorization and delegation mechanisms for ubiquitous sensing and actuation,” 2016 IEEE 3rd World Forum on Internet of Things (WF-IoT), Reston, VA, 2016, pp. 222-227.

## Collaborazioni

- C. Papagianni, S. Arkoulis, S. Papavassiliou, NTUA Athens, Greece
- Jordi Vallverdu, Universitat Autònoma de Barcelona, Catalonia, Spain
- Max Talanov, Manuel Mazzara, Kazan Federal University, Russia
- Samuele Rodi, Riccardo Pincioli, Politecnico di Milano
- Davide Cerotti, Univ. del Piemonte Orientale
- Salvatore Catanese, Dottorato di Ricerca in Matematica e Informatica, XXIX ciclo, Università degli Studi di Catania
- Pasquale De Meo, Dipartimento di Civiltà Antiche e Moderne, Università degli Studi di Messina
- Emilio Ferrara, University of South California
- Sebastiano Piccolo, Technical University of Denmark
- Domenico Rosaci, Giuseppe Sarnè, Università degli Studi di Reggio Calabria
- Athanasios Vasilakos, Lulea University of Technology, Sweden
- Mariano Lopez de Haro, Instituto de Energías Renovables, Universidad Nacional Autónoma de México
- Santos Bravo Yuste, Andres Santos, Departamento de Física and Instituto de Computación Científica Avanzada, Universidad de Extremadura
- Carlos F Tejero, Facultad de Ciencias Físicas, Universidad Complutense de Madrid
- Franz Saija, CNR-IPCF, Messina
- Giuseppe Pellicane, School of Chemistry and Physics, University of Kwazulu-Natal, Pietermaritzburg, South Africa
- Angela Ricciardello, Università Kore di Enna
- Arrigo Caserta, Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Roma

## 6.2 GRUPPO DI RICERCA IN ALGEBRA COMMUTATIVA E COMBINATORIA

**Componenti:** Restuccia Gaetana, Crupi Marilena, Utano Rosanna, Imbesi Maurizio

### Descrizione della ricerca

**Algebre simmetriche dell'ideale massimale di algebre con relazioni monomiali.** Sia  $M$  un modulo finitamente generato su un anello noetheriano  $R$ . L'algebra simmetrica  $\text{Sym}(M)$  di  $M$  è un quoziente di un anello di polinomi a coefficienti in  $R$ . Si studiano le proprietà di  $\text{Sym}(M)$  usando la teoria delle successioni, determinando i suoi principali invarianti (depth, dimensione, molteplicità e regolarità) nel caso in cui  $M$  sia la prima sизigia di un ideale massimale graduato di un anello di polinomi a coefficienti in un campo.

**Ideali di grafi e loro proprietà algebriche e geometriche.** Si determinano proprietà algebriche di classi di ideali tipo Veronese con doppia indeterminata, o bi-tipo Veronese, che derivano da grafi con o senza cappi. In particolare si considera la proprietà di questi ideali di essere bi-polimatroidali traendo interessanti conseguenze. Si dà inoltre una struttura completa degli ideali dei ricoprimenti dei vertici per gli ideali grafo generalizzati che si sono studiati.

Ad una configurazione in  $\mathbb{R}^d$ , un insieme finito  $A = \{\underline{a}_1, \dots, \underline{a}_n\}$  in  $\mathbb{Z}^d$ , possono essere associati un omomorfismo di anelli semigruppato, il suo nucleo, ideale torico della configurazione e un grafo. Si studiano i grafi associati alla cosiddetta configurazione Segre squarefree Veronese  $A_{rs}$  associata al prodotto di Segre di un sottoanello  $r$ -squarefree Veronese di un anello di polinomi in  $n$  indeterminate e di un sottoanello  $s$ -squarefree Veronese di un anello di polinomi in  $m$  indeterminate.

Si studiano i legami tra gli ideali chiusi e i grafi intervallo propri. Si deducono, utilizzando solo tecniche tipiche della teoria dei grafi, alcune tra le proprietà fondamentali degli ideali chiusi, proprietà che sono ottenute solitamente mediante tecniche di algebra commutativa.

Nell'ambito della geometria delle varietà proiettive viene inoltre usata la teoria dei grafi per dare una conveniente e completa classificazione dei monoidi effettivi di superfici razionali lisce ottenute come blow up del piano proiettivo in un numero finito di punti non necessariamente in posizione generale. In particolare, si associano i blow up che hanno monoidi effettivi finitamente generati a determinati grafi pesati, di cui viene data una esauriente rappresentazione, sia quando i punti sono generici o allineati sia quando sono infinitamente vicini. In considerazione delle diverse tipologie di grafi ottenuti, si hanno innumerevoli applicazioni in vari contesti quali reti di comunicazione, sistemi di interscambio, trasmissione di dati sensibili, ecc..

**Complessi simpliciali iniziali provenienti da algebre toriche.** Sia  $A$  una  $k$ -algebra monomiale generata da monomi dello stesso grado. Il suo ideale di relazione  $I$  è un ideale monomiale e  $A$  è detta algebra torica. Si definisce complesso simpliciale iniziale associato ad  $A$  un complesso simpliciale il cui ideale di Stanley Reisner è il radicale dell'ideale iniziale di  $I$  rispetto ad un term order. Per l'algebra torica, seconda algebra di Veronese squarefree, tale complesso è detto il secondo ipersimplesso e di esso sono te proprietà e triangolazioni lex e revlex.

**Modelli numerabili di logica dei predicati.** Un problema aperto in calcolo dei predicati è stabilire se un teoria  $T$ , in particolare una formula  $F$ , ha la proprietà del modello finito o numerabile. In tal caso la ricer-

ca del modello può essere più facile e così la sua descrizione. Tale proprietà è studiata in connessione con gli alberi infiniti e con gli anelli non noetheriani.

**Condizioni per l'esistenza di un numero finito o infinito di soluzioni per un sistema algebrico non lineare tramite metodi variazionali**. Si stabiliscono criteri sull'esistenza di soluzioni multiple o infinite per un problema di Dirichlet discreto dipendente da un parametro reale. Più precisamente si determinano intervalli non limitati di parametri tali che i problemi trattati ammettano o una successione illimitata di soluzioni, facendo in modo che la non-linearità abbia un adeguato comportamento all'infinito, o una coppia di successioni distinte di soluzioni che converge fortemente a zero, se un simile comportamento si ha in zero. Inoltre le corrispondenti soluzioni sono positive quando la non linearità si suppone essere non negativa, in virtù di un principio di massimo discreto.

**Classi di moduli e numeri di Betti di risoluzioni minimali di classi di sottomoduli di moduli liberi finitamente generati su anelli di polinomi a coefficienti in un campo.** Si studiano classi di moduli squarefree su anelli di polinomi a coefficienti in un campo. Si studiano particolari numeri di Betti graduati associati alle risoluzioni minimali di classi di moduli: i numeri di Betti estremali. Infine, si caratterizzano tutti i possibili valori di tali numeri di Betti per classi di moduli graduati non squarefree.

#### **Publicazioni ISI**

- 1) G. Failla – C. Peterson - R. Utano, Algorithms and Asymptotics for Generalized Numerical Semigroups in  $N_d$ , Semigroup Forum DOI: 10.1007/s00233-015-9690-8, April 2016, Volume 92, Issue 2, pp 460-473.
- 2) G. Restuccia – Z. Tang - R. Utano, On the Symmetric Algebra of the First Syzygy of a Graded Maximal Ideal, Communications in Algebra, Volume 44, Issue 3, 1110-1118, 2016.
- 3) G. Failla - R. Utano, Connected graphs arising from products of Veronese varieties, Algebra Colloquium 23 : 2 (2016), 281-292.
- 4) M. La Barbiera, G. Restuccia, Computing Groebner bases and invariants of the symmetric algebra, Miskolc Mathematical Notes HU e-ISSN 1787-2413
- 5) M. Crupi, M. La Barbiera, Algebraic properties of universal squarefree lexsegment ideals, Algebra Colloq, 23(2), 293-302, 2016.
- 6) M. Crupi, C. Ferrò, Squarefree monomial modules and extremal Betti numbers, Algebra Colloq., 23(3), 519-530, 2016.
- 7) M. Crupi, Extremal Betti numbers of graded modules, J. Pure Appl. Algebra, 220, 2277--2288, 2016.
- 8) M. Crupi, Closed graphs are proper interval graphs, An. Stiint. Univ. "Ovidius" Constanta Ser. Math., Vol. 24(2), 159-167, 2016
- 9) M. Imbesi – G. Molica Bisci, Discrete Elliptic Dirichlet Problems and Nonlinear Algebraic Systems, Mediterr. J. Math., 13, 1 (2016), 263-278 – ISSN: 1660-5446, doi: 10.1007/s00009-014-0490-2, ISI-IF: 0.868, Wos: 000369912600017, Scopus: 2-s2.0-84957840173.
- 10) M. Imbesi – M. La Barbiera, On algebraic properties of Veronese bi-type ideals arising from graphs, Turk. J. Math., 40, 4 (2016), 753-765 – ISSN: 1300-0098, doi: 10.3906/mat-1505-49, ISI-IF: 0.376, Wos: 000386115300004, Scopus: 2-s2.0-84977080558.

#### **Publicazioni non ISI**

- 1) A.M. Stanganelli, G. Restuccia, On the symmetric algebra of the  $k$ -th Veronese squarefree ideal, Applied Mathematical Sciences, Vol. 10, 2016, no. 26, 1277-1284
- 2) V. Iorfida, G. Restuccia, Simplicial complexes and new applications, Applied Mathematical

### Comunicazioni a Congressi e Scuole

- 1) Utano Rosanna, Generalized numerical semigroups in  $\mathbb{N}^d$ , Workshop *On the Algebraic and Geometric Classifications of Projective Varieties*, Messina, 20-24 Giugno 2016
- 2) Crupi Marilena, Possible extremal Betti numbers of graded modules, Workshop *On the Algebraic and Geometric Classifications of Projective Varieties*, Messina, 20-24 Giugno 2016
- 3) M. Imbesi (relatore), M. Lahyane, J.A. Cerda Rodriguez, Necessary data for some evaluation codes in the 2-dimensional case, Comunicazione nell'ambito del *Minisymposium* Computational methods in algebraic and analytical models, *Congresso SIMAI*, Milano (16/09/2016), p. 316-317.
- 4) M. Imbesi (relatore), M. Lahyane, Graph representation for the blow up of  $\mathbb{P}^2$  at some points, Comunicazione nell'ambito del *Minisymposium* Algebraic Techniques Graph Theory to Analyse-Design Estimation-Prediction Dynamic Systems, *Congresso SIMAI*, Milano (14/09/2016), p. 729-730.
- 5) M. La Barbiera (relatrice), M. Imbesi, Spanning trees of simple graphs, Comunicazione nell'ambito del *Minisymposium* Computational methods in algebraic and analytical models, *Congresso SIMAI*, Milano (16/09/2016), p. 312

### Collaborazioni

- Prof. Zhongming Tang (Suzhou University, Cina)
- Prof. Gioia Failla (Università Mediterranea, Reggio Calabria)
- Prof. Chris Peterson (Colorado State University, USA)
- Prof. Mustapha Lahyane (Michoacán University, Messico)
- Dott.ssa La Barbiera Monica (dottore di ricerca, docente a contratto Università di Catania)
- Dott.ssa Staglianò Paola Lea (dottore di ricerca, docente a contratto Università di Palermo)
- Dott. Cisto Carmelo (dottorando XXXII Ciclo, Consorzio Catania– Messina – Palermo)
- Dott.ssa Stanganelli Anna Maria (dottore di ricerca, MPI)
- Dott. Iorfida Vincenzo (dottore di ricerca, MPI)
- Dott.ssa Carmela Ferrò (dottore di Ricerca)
- Prof. Giovanni Molica Bisci I (Università Mediterranea, Reggio Calabria)
- Prof. Shapour Heidarkhani (Univ. Razi, Iran)

### Organizzazione seminari, congressi e scuole

- Workshop *On the Algebraic and Geometric Classifications of Projective Varieties*, Messina, 20-24 Giugno 2016 (Gaetana Restuccia, Rosanna Utano) (finanziamenti Università di Messina, INDAM-GNSAGA)
- *Computational methods in algebraic and analytical models* – Minisimposio 25 nell'ambito del Congresso SIMAI, Milano, 16/09/2016.
- *Aspetti algebrico-geometrici e combinatorici di varietà proiettive e di grafi, sistemi algebrici non lineari*, Giornate di studio e di ricerca finanziate con contributo straordinario dall'Università di Messina (2016).

## 6.3 GRUPPO DI RICERCA IN ALGEBRE CON IDENTITÀ FUNZIONALI E METODI COMBINATORI.

**Componenti:** Luisa Carini, Vincenzo De Filippis

### Tematiche scientifiche

**Algebre prime e semiprime con identità funzionali.** Una identità funzionale (FI) in un'Algebra può essere informalmente descritta come una identità che involve elementi arbitrari dell'Algebra con funzioni (a priori sconosciute). Più precisamente, un polinomio funzionale è costruito attraverso la composizione di elementi dell'Algebra con le valutazioni delle funzioni in essa definite. L'obiettivo della Teoria delle FI è in generale quello di determinare la forma delle funzioni che compaiono nei polinomi funzionali considerati, ovvero determinare la struttura di un'Algebra soddisfacente opportune FI.

Le FI sono strettamente connesse ai problemi sulle mappe di Lie in anelli, per le quali I.N. Herstein nel 1961 formulò un programma di studi nel caso di anelli associativi primi. Recentemente, una serie di autori (Beidar, Brešar, Mikhalev e Martindale III) hanno fornito soluzioni complete alle congetture di Herstein sugli Omomorfismi di Lie e le Derivazioni di Lie.

L'obiettivo della teoria delle FI è in definitiva quello di ottenere risultati su mappe che preservino le proprietà algebriche degli elementi. In letteratura le FI maggiormente studiate possono assumere denominazioni differenti, in dipendenza delle funzioni tramite le quali vengono costruite.

In particolare, se le funzioni sono polinomi, le FI coincidono con le identità polinomiali (PI). Se le funzioni sono derivazioni, le FI vengono dette identità differenziali (DI). Se le funzioni sono derivazioni generalizzate, le FI sono dette identità differenziali generalizzate (GDI). Infine, se le funzioni sono mappe additive definite tramite derivazioni generalizzate ed automorfismi (meglio note come  $\alpha$ -derivazioni generalizzate o derivazioni generalizzate sghembe o oblique), le FI sono dette identità  $\alpha$ -differenziali generalizzate, note anche come "skew generalized differential identities" (SGDI).

La nostra attenzione è stata rivolta allo studio della forma di derivazioni generalizzate e/o derivazioni generalizzate sghembe soddisfacenti condizioni di tipo Engel e condizioni di nilpotenza. Abbiamo inoltre classificato in modo completo le diverse tipologie degli elementi annullatori di alcuni insiemi definiti tramite derivazioni generalizzate sghembe.

Si sono quindi ottenute sia una completa descrizione delle mappe coinvolte, che una descrizione della struttura delle Algebre soddisfacenti le identità funzionali introdotte.

**Metodi combinatori per il calcolo dei pletismi delle funzioni di Schur.** Tale attività di ricerca si svolge nell'ambito della Teoria delle funzioni simmetriche ed è rivolta allo studio dei pletismi di funzioni di Schur con particolare riferimento al pletismo del polinomio di Newton (o somma di potenze) con una funzione di Schur. Un problema fondamentale in tale ambito è quello di determinare quale di questi pletismi sia privo di molteplicità, nel senso che gli unici coefficienti che intervengono nella loro decomposizione in somma di funzioni di Schur siano 0, 1, -1. Tali pletismi hanno importanti applicazioni nell'ambito della Teoria della rappresentazione del gruppo simmetrico, della Teoria degli invarianti e della Fisica. La ricerca è tuttora in corso di svolgimento.

### Publicazioni ISI

- 1) Carini L., De Filippis V., Scudo G., "Power-commuting generalized skew derivations in prime rings", *Mediterranean Journal of Mathematics*, vol.13 (1), 53-64, (2016).

- 2) Carini L., De Filippis V. , Scudo G., "Identities with product of generalized skew derivations on multilinear polynomials", *Communications in Algebra* 44/7 (2016), 3122-3138.
- 3) Carini L., De Filippis V., Wei F. "Generalized Skew Derivations Cocentralizing Multilinear Polynomials", *Mediterranean Journal of Mathematics* 13 (2016), 2397–2424.
- 4) Carini L., De Filippis V. , Scudo G., "Some results concerning symmetric generalized skew biderivations on prime rings", *Publicationes Mathematicae Debrecen* 89/4 (2016), 449-467.
- 5) De Filippis V., Scudo G., Subsets with Generalized Derivations Having Nilpotent Values on Lie Ideals, *Communications in algebra* 44/9 (2016), 4073-4087.
- 6) Ali A., De Filippis V., Khan S., Power values of generalized derivations with annihilator conditions in prime rings, *Communications in Algebra* 44/7 (2016), 2887-2897.
- 7) De Filippis V., Engel-type conditions involving two generalized skew derivations in prime rings, *Communications in Algebra* 44/7 (2016), 3139-3152.
- 8) De Filippis V., Annihilating and power-commuting generalized skew derivations on Lie ideals in prime rings, *Czechoslovak Mathematical Journal* 66/2 (2016), 481-492.
- 9) De Filippis V., Annihilators and power values of generalized skew derivations on Lie ideals, *Canadian Mathematical Bulletin* 59/2 (2016), 258-270.
- 10) De Filippis V., Automorphisms and generalized skew derivations which are strong commutativity preserving on polynomials in prime and semiprime rings, *Czechoslovak Mathematical Journal* 66/1 (2016), 271-292.

#### **Publicazioni non ISI**

- 1) De Filippis V., Scudo G., Annihilating and Engel conditions on right ideals with generalized derivations, *Beiträge zur Algebra und Geometrie / Contributions to Algebra and Geometry* 57 (2016), 155-172.
- 2) De Filippis V., Generalized skew derivations and  $g$ -Lie derivations of prime rings, *Algebra and its applications, Springer Proceedings in Math. and Statistics* n.174 (2016), 45-57.

#### **Collaborazioni**

- Vesselin Drensky: Institute of Mathematics and Informatics, Bulgarian Academy of Sciences, Bulgaria
- Jeffrey Remmel: University of California, San Diego, USA
- Mike Zabrocki, York University, Toronto, Canada
- F. Wei: Beijing Insitute of Technology, Pechino, Cina
- O.M Di Vincenzo: Università di Potenza
- N. Argac, E. Albas, C. Demir: Ege University, Izmir, Turchia
- B. Dhara: Belda College, Belda, India
- R.K. Sharma: Indian Institute of Technology, India
- S. Ali, A. Ali, N. Rehman, M. Ashraf: Aligarh Muslim University, India
- M.N. Daif: Al-Azhar University, Egitto
- S. Huang: Chuzhou University, Cina

## 6.4 GRUPPO DI RICERCA IN COMBINATORIA E IPERSTRUTTURE

**Componenti** : Mario De Salvo, Giovanni Lo Faro, Antoinette Tripodi.

### Descrizione della ricerca

#### Teoria dei Disegni (Combinatoria)

*“Squashing” di sistemi di cicli.* Nell’articolo “From squashed 6-cycles to Steiner triple systems” Lindner, Meszka e Rosa introducono il concetto di squash di un 6-ciclo in due triangoli e determinano lo spettro per i sistemi di 6-cicli con la proprietà che i loro cicli possono essere “squashed” in maniera tale da produrre sistemi di terne di Steiner. Il risultato precedente è stato esteso dando una risposta al problema dell’esistenza di maximum packing con 6-cicli (ovvero terne  $(X,C,L)$  dove  $C$  è una famiglia di 6-cicli con vertici in  $X$  e senza spigoli in comune ed  $L$ , detto “leave”, è l’insieme degli spigoli di  $K_n$  non appartenenti ad alcun 6-ciclo di  $C$ , con  $L$  di cardinalità minima) che ammettono uno squashing in un maximum packing con terne (e cioè tali che la famiglia  $S(C)$  dei triangoli ottenuta dallo “squashing” dei 6-cicli, con l’aggiunta di una eventuale terna appartenente al “leave”  $L$ , costituisce la famiglia di terne di un maximum-packing di  $K_n$  con terne). I risultati della ricerca sono contenuti in un articolo pubblicato nel 2016.

*Risolubilità.* Quella della risolubilità di un disegno è una tematica che risale al famoso *problema delle quindici scolare* che fu formulato da Kirkman nel 1850 e che poneva, più in generale, il problema dell’esistenza di sistemi di terne di Steiner risolubili, detti in seguito *Sistemi di Kirkman*, i cui blocchi si possono ripartire in classi di parallelismo, ovvero in sottoinsiemi di blocchi a due a due disgiunti e tali che ogni vertice appare in uno ed un solo blocco di ogni sottoinsieme. Da allora il problema dell’esistenza di decomposizioni del grafo completo  $K_n$  i cui blocchi si possono ripartire in classi di parallelismo ha focalizzato l’attenzione di molti matematici; in particolare, il problema è stato studiato nel caso in cui i blocchi sono tutti isomorfi ad un fissato ciclo, path o un sottografo connesso del grafo completo  $K_4$ . In questo contesto si collocano i risultati pubblicati in “Resolvable  $(K_4-e)$ -designs of order  $v$  and index  $\lambda$ ” (Gionfriddo, Lo Faro, Milici e Tripodi, 2016) in cui gli autori determinano le condizioni necessarie e sufficienti per l’esistenza di decomposizioni risolubili di  $\lambda K_n$  (per ogni  $\lambda > 0$ ) i cui blocchi sono copie del grafo  $K_4-e$ .

*$\alpha$ -risolubilità.* L’ $\alpha$ -risolubilità è una naturale estensione del concetto di risolubilità: un disegno si dice  $\alpha$ -risolubile se è possibile ripartire i suoi blocchi in classi (dette classi  $\alpha$ -parallele) tali che ogni vertice del disegno appare in esattamente  $\alpha$  blocchi di ciascuna classe (ovviamente, quando  $\alpha=1$  la definizione di  $\alpha$ -risolubilità restituisce quella di risolubilità). In tale ambito, è stato affrontato lo studio dell’esistenza di  $(K_4-e)$ -disegni  $\alpha$ -risolubili determinandone le condizioni necessarie e sufficienti per ogni indice  $\lambda > 0$ .

*Uniforme risolubilità.* Data una famiglia di grafi  $H$ , un  $H$ -disegno di ordine  $n$  è una decomposizione del grafo completo  $K_n$  in copie di grafi isomorfi a qualche grafo di  $H$  (blocchi). I concetti di classe parallela e di risolubilità possono essere estese ad un  $H$ -disegno con ovvio significato dei termini. Un  $H$ -disegno risolubile è detto anche  $H$ -fattorizzazione del grafo completo e una sua classe è detta  $H$ -fattore. Nel caso in cui  $|H| > 1$ , ai fattori di una  $H$ -fattorizzazione si possono imporre ulteriori restrizioni; ad esempio, un fattore si dice uniforme se ogni blocco della classe è isomorfo a uno stesso grafo di  $H$ . Se i fattori di una  $H$ -fattorizzazione sono tutti uniformi allora la  $H$ -fattorizzazione si dice uniforme. In particolare, quando  $H = \{G_1, G_2\}$  si pone il problema di studiare l’esistenza di  $H$ -fattorizzazioni uniformi con esattamente  $r$   $G_1$ -fattori ed esattamente  $s$   $G_2$ -fattori. In questo ambito si colloca lo studio delle  $H$ -fattorizzazioni del grafo completo nel caso in cui  $H = \{K_2, S(\text{Ch})\}$ , studio che si è concretizzato nell’articolo “On the existence of

uniformly resolvable decompositions of  $K_v$  into 1-factors and  $h$ -suns” pubblicato nel 2016.

### 0-Simple Semihypergroups (Iperstrutture)

Nell’ambito della teoria delle strutture multivoche, viene studiata la classe dei semiipergruppi *fully 0-simple*, ovvero dei semiipergruppi  $H$  tali che tutti i sottosemiipergruppi  $K \subseteq H$  sono 0-simple e, quando  $|K| \geq 3$ , la relazione fondamentale  $\beta_K$  non è transitiva. In particolare si introduce la sottoclasse degli *RO-semiipergruppi*, che sono semiipergruppi *fully 0-simple* tali che  $\{y\} \subseteq xy \subseteq \{0, y\}$  per ogni  $x, y \in H - \{0\}$ . Di tali semiipergruppi viene determinato il numero delle classi di isomorfismo nel caso finito di cardinalità  $(n+1)$ , evidenziando che tale numero costituisce il termine di posto  $(n+1)$  nella sequenza  $\sum_{k=0}^n p(k)$ , dove  $p(k)$  denota il numero delle partizioni non-crescenti di  $k$ .

### Publicazioni ISI

- 1) C.C. Lindner, G. Lo Faro, A. Tripodi : *Squashing maximum packings of 6-cycles into maximum packings of triples*, *Ars Mathematica Contemporanea* 10 (1) (2016), pp. 19-29 ;
- 2) M. Gionfriddo, G. Lo Faro, S. Milici, A. Tripodi : *On the existence of uniformly resolvable decompositions of  $K_v$  into 1-factors and  $h$ -suns*, *Utilitas Math.* 99 (2016), pp. 331-339;
- 3) M. Gionfriddo, G. Lo Faro, S. Milici, A. Tripodi : *The spectrum of  $\alpha$ -resolvable  $\lambda$ -fold  $(K_{4-e})$ -designs*, *Ars Mathematica Contemporanea* 10 (2) (2016), pp. 371-381 ;
- 4) M. Gionfriddo, G. Lo Faro, S. Milici, A. Tripodi : *Resolvable  $(K_{4-e})$ -designs of order  $v$  and index  $\lambda$* , *Utilitas Math.* 101 (2016), pp. 119—127 ;
- 5) M. De Salvo, D. Fasino, D. Freni, G. Lo Faro : *A family of 0-simple semihypergroups related to sequence A000070*, *Journal of Multiple-Valued Logic and Soft Computing* 27 (5-6) (2016), pp. 553- 572 .

### Collaborazioni

- D. Fasino ( Università di Udine ) ;
- D. Freni ( Università di Udine ) ;
- M. Gionfriddo ( Università di Catania ) ;
- C.C. Lindner ( Università di Auburn –USA ) ;
- S. Milici ( Università di Catania ) .



## 6.5 GRUPPO DI RICERCA IN TOPOLOGIA GENERALE.

**Componenti:** Maddalena Bonanzinga, Filippo Cammaroto

### Descrizione della ricerca

**Gruppi Topologici.** Nel 2013 A.V. Arhangel'skii e J. van Mill hanno provato che il carattere di uno gruppo topologico non localmente compatto avente resto primo numerabile non eccede  $\omega_1$ . E' stato inoltre fornito un esempio di gruppo topologico non localmente compatto di carattere  $\omega_1$  avente una compatificazione il cui resto è primo numerabile. Questi risultati sono stati generalizzati nel caso generale di un cardinale infinito arbitrario  $k$ .

### Funzioni cardinali

**a) Assiomi di separazione e funzioni cardinali.** Gli assiomi di separazione giocano un ruolo importante in topologia ed esistono numerose generalizzazioni di essi in vari contesti. In particolare essi assumono grande importanza nella teoria delle funzioni cardinali. In quest'ultimo ambito sembra piuttosto naturale considerare generalizzazioni di tipo combinatorico. Nel 2011 M.Bonanzinga, F.Cammaroto e M.Matveev hanno introdotto una versione combinatorica degli spazi di Urysohn mentre nel 2013 M. Bonanzinga ha introdotto una versione combinatorica degli spazi di Hausdorff. Sono state recentemente introdotte alcune versioni combinatoriche della regolarità investigando e migliorando, alla luce di tali definizioni, alcuni classici risultati sulla limitazione della cardinalità dello spazio e ponendo alcuni problemi. I risultati ottenuti sono contenuti due articoli che sono stati pubblicati nel 2017.

**b) Teorema di Arhangel'skii e funzioni cardinali non regolari.** Negli anni, F. Cammaroto, A. Bella, A. Catalioto e J. Porter hanno lavorato sulla disuguaglianza di Arhangel'skii  $|X| \leq 2^{\chi(X)}$  per ogni spazio di Hausdorff  $X$  portando numerosi e significativi contributi con miglioramenti alla suddetta disuguaglianza per spazi di Urysohn,  $H$ -chiusi. In ambito non regolare e seguendo la suddetta direzione di trovare significative variazioni a note e recenti limitazioni sulla cardinalità di uno spazio topologico, sono stati scritti due preprint inviati per la stampa.

**Principi di selezione definiti mediante le stelle.** In una recente nota, S. Bhowmik ha introdotto, con un nome diverso, la seguente definizione: Uno spazio  $X$  è selettivamente assolutamente star-Lindelof se per ogni ricoprimento aperto  $\mathcal{U}$  di  $X$  e ogni successione numerabile di sottoinsiemi densi, esiste per ciascun denso un sottoinsieme finito tale che la stella dell'unione di tali insiemi finiti rispetto al ricoprimento coincide con  $X$ . Si è osservato che questa nozione, che ovviamente può essere riletta in termini di principi di selezione, si colloca tra la proprietà acc introdotta da M.Matveev nel 1994 e tra la proprietà a-star-Lindelof introdotta da M. Bonanzinga nel 1998. I risultati della ricerca sono contenuti nel lavoro pubblicato nel 2017.

**Versioni monotone di proprietà di ricoprimento.** Sono state date risposte al domande poste da M.Bonanzinga, F.Cammaroto e B.Pansera nel (2011), e solo parzialmente a una domanda posta da R.Levy e M.Matveev nel (2008). In particolare si è provato che (1) ogni spazio monotonicamente debolmente Lindelof soddisfa la proprietà che ogni famiglia di cardinalità  $\aleph_1$  formata da aperti non vuoti ha una sottofamiglia linked più che numerabile; (2) ogni spazio monotonicamente Lindelof ha

calibro forte  $(c+, \omega_1)$ , in particolare uno spazio monotonicamente Lindelof è ereditariamente  $c$ -Lindelof ed ereditariamente  $c$ -separabile. I risultati della ricerca sono contenuti in una nota scientifica pubblicata nel 2017.

#### **Pubblicazioni ISI**

- 1) M. Bonanzinga, M.V. Cuzzupè, On topological groups with remainder of character  $k$ , Appl. Gen. Topol. 17(1) (2016) 51-55.
- 2) M. Bonanzinga, D. Stavrova, P. Staynova, Combinatorial separation axioms and cardinal invariants, Topology and its Applications 201(SI) (2016) 441-451.

#### **Collaborazioni**

- Masami Sakai, Department of Mathematics, Kanagawa University, Japan.
- D. Stavrova, University of Leicester, Department of Mathematics, Leicester, United Kingdom.
- P. Staynova, University of Leicester, Department of Mathematics, Leicester, United Kingdom.
- N. Carlson, Lutheran University of California, USA

## 6.6 GRUPPO DI RICERCA IN METODI VARIAZIONALI E APPLICAZIONI

**Componenti:** Carmela Vitanza, Monica Milasi, Maria Bernadette Donato

### Descrizione della ricerca

**Teoria delle disequazioni variazionali e quasi-variazionali con applicazioni a diversi modelli di equilibrio economico generale.** Nell'ambito di questo argomento, le disequazioni variazionali hanno permesso di descrivere e studiare il problema dell'equilibrio economico generale, introdotto dall'economista francese Leon Walras. In particolare, è stato preso in esame un mercato in cui gli agenti economici consumano e scambiano un numero finito di merci presenti nel mercato. Al fine di ottenere una più vasta applicabilità dei risultati ottenuti si è cercato di assumere ipotesi sempre più generali sulle funzioni utilità, che rappresentano le preferenze dei consumatori sulle merci. Assumendo le funzioni utilità concave e non-differenziabili, si è riusciti a caratterizzare l'equilibrio per mezzo di una opportuna disequazione quasi-variazionale generalizzata che coinvolge la multimappa del subdifferenziale. La principale difficoltà nello studio di tale problema è rappresentata dalla non limitatezza dell'insieme dei vincoli. Usando argomenti di approssimazione e strumenti dell'analisi variazionale e multivoca si è riusciti a provare l'esistenza dell'equilibrio.

**Approssimazioni di funzioni quasi concave.** Si è continuato tale studio e si è mostrato come poter approssimare una funzione quasiconvessa con una successione di funzioni strettamente quasiconvesse in spazi di Banach. Un ruolo chiave per tale costruzione è rappresentato da un funzionale che generalizza il funzionale di Minkowsky e per il quale sono state provate importanti proprietà.

**Ottimizzazione vettoriale.** Si è studiato un problema di ottimizzazione vettoriale infinito dimensionale, in cui il funzionale obiettivo non è convesso. Si è formulato un metodo dei moltiplicatori di Lagrange come condizione necessaria e sufficiente di ottimo, senza assumere che il cono ordinante che definisce i vincoli di segno abbia interno non vuoto. Tali risultati sono stati inoltre generalizzati a problemi di equilibrio vettoriale.

### Publicazioni ISI

- 1) M.B. Donato, M. Milasi, C. Vitanza, On the study of an Economic Equilibrium with Variational Inequality Arguments, *Journal of Optimization Theory and Applications*, 168, pp. 646-660 (2016).
- 2) M.B. Donato, Generalized Lagrange multiplier rule for non-convex vector optimization problems, *Proceedings of the Royal Society of Edinburgh*, 146A, pp. 297-308 (2016).

### Comunicazioni a Congressi e Scuole

- 1) M. Milasi, Titolo della comunicazione: Generalized Variational Inequality and General Equilibrium Problem; Catania 15-17 Settembre 2016, 40th Annual Meeting of the "AMASES".
- 2) M. Milasi, Titolo della comunicazione: Solutions of quasi-variational inequalities through variational inequalities, Catania, 6-7 Ottobre 2016, International Conference "Variational inequalities, Nash equilibrium problems and applications" (comunicazione su invito).
- 3) M. Milasi, Titolo della conferenza: Strictly quasiconvex approximation and applications, Erice (TP), 5-12 Luglio 2016, 66th Workshop su "Advances in Convex Analysis and Optimization" (conferenza su invito).
- 4) M.B. Donato, comunicazione dal titolo "Incomplete markets with nominal assets", 40th Annual Meeting of the "AMASES", Catania 15-17 settembre 2016.

- 5) M.B. Donato, comunicazione su invito dal titolo “Variational inequality approach for the study of an exchange economy with incomplete markets and nominal assets”, International Conference on Variational inequalities, Nash equilibrium problems and applications, VINEPA 2016, Catania, 6-7 ottobre 2016.

### **Collaborazioni**

- Didier Aussel (University of Perpignan),
- Roberto Lucchetti (Politecnico di Milano),
- Antonio Villanacci (Università di Firenze)

### **Organizzazione seminari, congressi, scuole**

M. B. Donato, M. Milasi, C. Vitanza: Organizzatrici del Workshop “Recent Advances on Optimization” Messina, 4 Luglio 2016. in occasione della visita del Prof. Didier Aussel (Università di Perpignan) presso il Dipartimento di Scienze Matematiche e Informatiche, Scienze Fisiche e Scienze della Terra dell'Università di Messina. Il soggiorno del Professore Aussel è stato supportato dal gruppo GNAMPA-INDAM nell'ambito del Programma di soggiorno in Italia di Professori Visitatori.

M. B. Donato, M. Milasi, organizzatrici (su invito) della sessione speciale “Optimization in Equilibrium Problems: Theory, Methods and Applications”, nell'ambito del 40th Annual Meeting of the “AMASES”, Catania 15-17 Settembre 2016.

## 6.7 GRUPPO DI RICERCA IN ANALISI NON LINEARE

**Componenti :** Paolo Cubiotti, Filippo D. Cammaroto, Giovanni Anello.

### Descrizione della ricerca

**Problemi al contorno per equazioni differenziali di tipo ellittico .** E' stato dimostrato un risultato di unicità di minimo globale per un funzionale dell'energia associato ad un problema di Dirichlet su un dominio limitato per una equazione di tipo ellittico con non linearità singolare nello zero e asintoticamente lineare a infinito. Il funzionale dell'energia in esame risulta, a causa della precedente singolarità, non differenziabile nel relativo spazio di Sobolev. Questa circostanza non permette di usare le usuali metodologie del calcolo variazionale. La prova del suddetto risultato ha, quindi, richiesto una accurata analisi delle proprietà variazionali dei minimi globali del funzionale dell'energia. Conseguenza diretta di tale risultato è un teorema di esistenza ed unicità per l'associato problema di Dirichlet con caratterizzazione variazionale della soluzione.

Sempre nell'ambito delle equazioni ellittiche, è stata dimostrata una caratterizzazione della non costanza in ogni intorno dello zero di una funzione reale positiva e non decrescente in un intorno dello zero in termini di esistenza di soluzioni positive per un problema di Dirichlet associato ad una equazione ellittica coinvolgente la suddetta funzione nella non linearità a secondo membro. Tale risultato estende al caso N-dimensionale un precedente risultato provato da B. Ricceri per il problema dei due punti i cui metodi usati nella dimostrazione non sono applicabili al caso di domini con dimensione maggiore di uno.

Infine, sono state studiate questioni di molteplicità di soluzioni per problemi di Dirichlet e di Neumann associati a equazioni differenziali con particolare riferimento a problemi non locali ambientati negli spazi ad esponente variabile e problemi di tipo Kirchhoff coinvolgenti il laplaciano frazionario.

**Problemi di equilibrio per economie astratte.** E' stata dimostrata l'esistenza di punti di equilibrio per economie astratte in presenza di produzione e coinvolgenti utilità quasi concave e localmente Lipschitziane. Tale risultato estende al caso quasi-concavo e *non-smooth* precedenti risultati provati per utilità concave e di classe  $C^1$ . Il metodo della prova consiste nel riformulare il problema in termini di una disequazione quasi variazionale generalizzata (GQVI) della quale si stabilisce l'esistenza di soluzioni mediante un risultato astratto di esistenza per GQVI dovuto a P. Cubiotti.

**Equazioni integrali con secondo membro discontinuo.** E' stato stabilito un risultato di esistenza per una equazione integrale in forma implicita, con secondo membro definito nell'insieme  $[0,a] \times \mathbb{R}^N$  (con  $a > 0$ ), misurabile rispetto alla prima variabile e possibilmente discontinuo nella seconda variabile persino in ogni punto di  $\mathbb{R}^N$ . Tale risultato migliora ed estende al caso N-dimensionale un precedente risultato provato nel caso  $N=1$  e dovuto a G. Anello.

La prova è basata su tecniche di analisi multivoca ed, in particolare, su un teorema di selezione dovuto a P. Cubiotti e J.C. Yao.

### Publicazioni ISI

- 1) G. Anello, F. Faraci, On a singular semilinear elliptic problem with an asymptotically linear nonlinearity, Proceedings of the Royal Society of Edinburgh, 146A, 59–77, 2016.
- 2) G. Anello, F. Rania, Existence of General Competitive Equilibria: A Variational Approach, Abstract and Applied Analysis Volume 2016, Article ID 4969253, 10 pages.
- 3) G. Anello, A characterization related to a Dirichlet problem for an elliptic equation, Funkcialaj Ekvacioj 59 (2016) 113-122.

- 4) F. Cammaroto, L. Vilasi- Weak solutions for a fractional equation in  $\mathbb{R}^n$  with Kirchhoff terms, *Complex Variables and Elliptic Equations*, 61 (10), pp. 1362-1374, 2016.
- 5) F. Cammaroto, L. Vilasi - Existence of three solutions for a nonlocal transmission problem, *Journal of Nonlinear and Convex Analysis*, 17 (3), pp. 421-439, 2016.

### **Collaborazioni**

- Francesca Faraci, Dipartimento di Matematica e Informatica, Università di Catania.
- Francesco Rania, Dipartimento di Scienze Giuridiche, Storiche ed Economiche, Università Magna Graecia di Catanzaro.
- Luca Vilasi, ex assegnista del Dipartimento di Matematica e Informatica, Università di Messina.

## 6.8 GRUPPO DI RICERCA IN PROBLEMI DI EVOLUZIONE IN MECCANICA DEI CONTINUI

**Componenti:** E. Barbera, V. Ciancio, F. Conforto, G. Consolo, C. Currò, D. Fusco, N. Manganaro, A. Palumbo, L. Restuccia, P. Rogolino,

### Descrizione della ricerca

**1. Formazione di sub-shock in soluzioni di tipo struttura d'urto.** Le soluzioni di tipo struttura d'urto per un sistema iperbolico di leggi di bilancio sono state ampiamente studiate in letteratura e, in particolare, il problema della formazione di urti, detti sub-shock, all'interno di una struttura d'urto nel contesto della termodinamica dei fluidi è un problema di grande interesse per il quale esistono diversi risultati sia analitici, che numerici. Com'è ben noto, in questo contesto, almeno tre delle equazioni sono leggi di conservazione (della massa, del momento e dell'energia totali) ed il sistema deve essere compatibile con il secondo principio della termodinamica.

Relativamente al problema della formazione di sub-shock all'interno della struttura d'urto, i risultati più importanti si devono a Boillat e Ruggeri che, alla fine degli anni novanta, hanno dimostrato l'esistenza di una soglia per la velocità del fronte d'onda, data dalla massima velocità caratteristica calcolata nello stato imperturbato (cioè lo stato in cui si propaga l'onda) al di sopra della quale il sistema non ammette soluzioni continue.

Ad oggi, non esiste una dimostrazione rigorosa sull'esistenza di soluzioni di classe  $C^1$  per velocità del fronte al di sotto di tale soglia, sebbene il problema sia stato ampiamente affrontato in diversi contesti. Recentemente, nella termodinamica delle miscele multi-temperatura, sia nel contesto della teoria cinetica, che in quello della termodinamica estesa, si è mostrato che anche al di sotto della suddetta soglia si possono formare sub-shock e che, a seconda della concentrazione delle componenti e dello stato imperturbato, la struttura d'urto può presentare al più tanti sub-shock quante sono le componenti della miscela.

### **2. Studio delle proprietà dinamiche dei materiali ferromagnetici, analizzate su scala mesoscopica mediante la teoria del micromagnetismo.**

Sono stati condotti studi in geometrie "nanostriscia" e "nanopillar".

Nell'ambito delle geometrie "nanostriscia", è stato affrontato lo studio delle dinamiche di pareti di domini magnetici sotto l'azione di campi magnetici e correnti elettriche. Per tali sistemi, l'equazione che governa le dinamiche è l'equazione di Landau-Lifshitz-Gilbert. In particolare, è stato derivato un modello matematico attraverso cui è possibile descrivere le dinamiche stazionarie e precessionali di pareti di dominio in presenza di stress meccanici in sistemi multistrato magnetostrittivi/piezolettrici e dell'effetto Rashba dovuto all'accoppiamento spin-orbita.

Nell'ambito delle geometrie confinate lateralmente denominate "nanopillar", è stato proposto un modello, basato sul formalismo lagrangiano, atto a descrivere le dinamiche autonome nei nano-oscillatori spintronici. A tal fine, si è determinata la funzione lagrangiana per un sistema magnetico e le funzioni di dissipazione associate ai termini di dissipazione (damping e spin-torque). Dalla linearizzazione del suddetto sistema di Equazioni di Lagrange si è così pervenuti ad un problema agli autovalori generalizzato in cui i contributi non conservativi dovuti alla dissipazione ed allo spin-torque figurano separatamente. Il modello proposto fornisce pertanto una descrizione, su scala micromagnetica, delle dinamiche lineari di onde di spin eccitate da correnti continue spin-polarizzate (equivalente al problema classico meccanico delle piccole oscillazioni attorno ad una configurazione di equilibrio). È stato quindi affrontato lo studio della dipendenza funzionale della soglia di instabilità lineare da parametri geometrici e fisici che caratterizzano il materiale ferromagnetico in cui hanno luogo tali dinamiche.

**3. Modellizzazione e studio qualitativo di fenomeni biologici mediante sistemi di E. D. P. iperbolici di tipo reattivo-diffusivo.** Un notevole interesse è oggi rivolto verso lo studio di comportamenti emergenti che scaturiscono da interazioni non-lineari tra le specie coinvolte nonché verso la descrizione di forme di auto-organizzazione (generalmente indicate come "pattern") legate alla presenza di biforcazioni degli stati di equilibrio. Diverse evidenze sperimentali hanno mostrato, difatti, che le specie possono esibire un comportamento oscillatorio nel tempo, nello spazio o in entrambi i domini e ciò è in stretta relazione con instabilità di tipo Hopf, Turing o Wave.

I modelli matematici adoperati per la descrizione di questi fenomeni assumono tipicamente la forma di sistemi di reazione-diffusione di tipo parabolico che, come noto, ammettono il paradosso della diffusione istantanea di disturbi localizzati ed incontrano difficoltà nella descrizione di fenomeni ondosi caratterizzati da profili "shock-like". All'interno dell'attività di ricerca avviata in questo ambito, ci si propone di considerare alcuni modelli parabolici di interesse in biomatematica e di studiarne gli effetti derivanti dal conferimento di un carattere iperbolico. Particolare enfasi è stata posta alla predizione delle soglie di instabilità (attraverso un'analisi di stabilità lineare) e della forma ed ampiezza dei pattern in prossimità della marginale stabilità degli stati di equilibrio di interesse biologico (attraverso un'analisi debolmente non lineare). Più in dettaglio, poiché vicino la soglia di biforcazione il pattern evolve su una scala temporale lenta, è stato utilizzato il metodo delle scale multiple per ottenere un'equazione di evoluzione per l'ampiezza del pattern. Lo studio condotto ha permesso di determinare l'equazione di evoluzione dell'ampiezza del pattern (equazione di Stuart–Landau cubica o quintica associata, rispettivamente, a biforcazioni supercritiche o subcritiche) e di valutare le differenze tra modelli iperbolici e parabolici.

**4. Studio di problemi ai valori iniziali e al contorno per modelli quasilineari iperbolici multicomponenti.**

Utilizzando la teoria dei vincoli differenziali ed il metodo di approccio per la ricerca di soluzioni di onde doppie è stato sviluppato, nell'ambito dei sistemi quasi lineari iperbolici multicomponenti, un procedimento di riduzione per la descrizione di speciali processi evolutivi governati da un sotto sistema  $2 \times 2$  quasilineare iperbolico e descritti da soluzioni esatte di problemi ai valori iniziali e/o al contorno. In questo contesto è stato studiato un modello di viscoelasticità non lineare ed oltre ad aver caratterizzato classi di soluzioni esatte per tale modello, diversi problemi al contorno e processi di interazione sono stati descritti in dettaglio.

La descrizione analitica di processi di interazione nonlineare di onde in termini di soluzioni esatte è stata condotta anche, nel caso di  $2+1$  variabili indipendenti, per sistemi quasi lineari iperbolici del primo ordine di tipo idrodinamico omogenei aventi struttura semi-hamiltoniana (possiedono forma diagonale ed infinite leggi di conservazione). Abbiamo studiato l'interazione di  $N$  onde che emergono come onde semplici dalla regione di collisione e calcolato analiticamente la distorsione in termini dei dati iniziali e/o al bordo. Alcuni dei risultati ottenuti sono stati oggetto di due note scientifiche pubblicate nel 2017.

**5. Termodinamica del non equilibrio**

È noto che le equazioni della termodinamica classica non sono in grado di descrivere perfettamente il comportamento di tutti i materiali se questi sono soggetti a gradienti elevati o a processi lontani dall'equilibrio. In tali casi è stato provato che usando le metodologie della termodinamica estesa è possibile ricavare sistemi di equazioni che descrivono diversi fenomeni con una maggiore precisione.

In tale ambito sono stati proposti alcuni modelli per la descrizione di flussi tridimensionali di gas rarefatti soggetti a gradienti termici. È stato provato che in tali casi le equazioni della termodinamica estesa sono in grado di descrivere comportamenti simili a quelli descritti dalla teoria cinetica dei gas. Inoltre è stato



introdotto un modello per la descrizione di miscele di gas ed è stata studiata sia analiticamente che numericamente la termodiffusione generata da un gradiente termico. Infine è stato introdotto un nuovo modello per la descrizione degli elettroni nei metalli ispirato alla teoria cinetica di Sommerfeld. Si è visto che tale modello è in grado di descrivere alcuni processi in una maniera simile alla teoria cinetica e che, allo stesso tempo, generalizza le leggi di Fourier, Ohm e la legge di Wiedermann-Franz. Anche in questo caso, l'integrazione analitica e numerica di sistemi di equazioni ordinarie e alle derivate parziali permette di descrivere l'interazione stazionaria tra processi termici, elettrici e magnetici.

Nell'ambito della termodinamica irreversibile lineare si è studiato la conduzione del calore in un fluido viscoso. La deviazione dall'equilibrio locale è caratterizzata da una variabile vettoriale interna e da una densità di corrente di entropia generalizzata in termini di un tensore doppio, detto moltiplicatore di corrente. La successiva eliminazione della variabile interna e di tale moltiplicatore consente di ottenere, anche in una teoria lineare, l'accoppiamento dei due effetti dissipativi, viscosità e conduzione del calore. Si ritrovano come casi particolari le ben note equazioni di conduzione del calore di Fourier, Maxwell-Cattaneo-Vernotte, Guyer-Krumhansl, di tipo Jeffreys e di tipo Green-Naghdi.

I fluidi elettroreologici sono particolari fluidi viscosi, caratterizzati da una capacità di subire modifiche significative nelle loro proprietà meccaniche quando viene applicato un campo elettrico. Essi possono essere considerati come sospensioni concentrate di particelle polarizzabili elettricamente in fluidi non conduttori o semiconduttori come ad esempio oli di silicone. Si è affrontato lo studio di tali fluidi nell'ambito della termodinamica estesa, allo scopo di tenere conto degli effetti viscoelastico-plastici, nonché l'accoppiamento tra il movimento del fluido e il campo elettrico.

È stato proposto un modello termodinamico non lineare a due temperature con effetti termoelettrici per materiali che si possono considerare al limite tra metalli e semiconduttori. Si è supposto che il trasporto termoelettrico è dovuto al flusso di fononi ed elettroni responsabili rispettivamente, della conduzione del calore e della corrente elettrica. In particolare

- si è verificata la compatibilità del modello non lineare con la seconda legge della termodinamica,
- si è calcolata l'efficienza dell'energia di conversione termoelettrica in un nanosistema unidimensionale.

Nell'ambito della Termodinamica estesa si sono elaborati dei modelli termodinamici per semiconduttori di tipo n e di tipo p con dislocazioni. Si sono studiate le proprietà termiche, elettriche, meccaniche e la struttura geometrica di tali mezzi e si sono discusse le modificazioni subite dai coefficienti fenomenologici, presenti nelle equazioni costitutive e nelle equazioni di trasporto dei flussi del calore e delle cariche, in presenza di difetti di dislocazioni. Notevoli le applicazioni in Nanotecnologia

### **Pubblicazioni ISI**

- 1) M. Bisi, F. Conforto, G. Martalò, *Sub-shock formation in Grad 10 moment equations for a binary mixture*, Continuum Mech. Thermodyn., 28 (5), 1295-1324 (2016), doi: 10.1007/s00161-015-0476-8.
- 2) Rogolino, P., V. A. Cimmelli, Sellitto, A., *A nonlinear model of thermoelectricity with two temperatures: Application to quasicrystalline nanowires*. Journal of Mathematical Physics, Volume 57, Issue 4, 2016.
- 3) Rogolino, P.; Sellitto, A; I. Carlomagno . *Heat-pulse propagation along nonequilibrium*

nanowires in thermomass theory. *Communications in Applied and Industrial Mathematics*, Volume 7, Issue 2, 2016.

- 4) Rogolino P.; F. Farsaci. A special relativistic approach of non equilibrium thermodynamics with internal variables. *Applied Sciences*, Volume 18, Issue 1, 2016.
- 5) F. Oliveri, A. Palumbo, P. Rogolino, "On a model of mixtures with internal variables: Extended Liu procedure for the exploitation of the entropy principle", *AAPP Atti della Accademia Peloritana dei Pericolanti, Classe di Scienze Fisiche, Matematiche e Naturali*, Volume 94, Issue 1, A2 (2016) (17 pages).
- 6) V. Ciancio, A. Palumbo, "A thermodynamic theory with hidden vectorial variables on possible interactions among heat conduction, diffusion phenomena, viscous flow and chemical reaction in fluid mixture", in *Thermocon 2016, International Conference and Summerschool, Thermal Theories of Continua: Survey and Development*, 2016, Messina (Italy) April 10-22, 2016 (18 pages). (*Atti della Accademia Peloritana dei Pericolanti, Classe di Scienze Fisiche, Matematiche e Naturali*, 2016).
- 7) V. Ciancio, L. Restuccia, "A derivation of heat equation of Guyer-Krumhansl type in classical irreversible thermodynamics with internal variables", in *Thermocon 2016, International Conference and Summerschool, Thermal Theories of Continua: Survey and Development*, 2016, Messina (Italy) April 10-22, 2016 (18 pages). (*Atti della Accademia Peloritana dei Pericolanti, Classe di Scienze Fisiche, Matematiche e Naturali*, 2016).
- 8) Jou, L. Restuccia (2016), *Caloric and entropic temperatures in non-equilibrium steady states*, *Physica A*, vol. 460, 246-253.
- 9) L. Restuccia (2016), *Non-equilibrium temperatures and heat transport in nanosystems with defects, described by a tensorial internal variable*, *Communications in Applied and Industrial Mathematics*, vol. 7 (2), 81-97, doi: 10.1515/caim-2016-0007.
- 10) V. Ciancio, L. Restuccia (2016), *On heat equation in the framework of classic irreversible thermodynamics with internal variables*, *International Journal of Geometric Methods in Modern Physics*, vol. 13, 1640003 (11 pgs), doi: 10.1142/S021988781640003X.

#### Publicazioni non ISI

- 1) M. Bisi, F. Conforto, G. Martalò, *Sub-shock formation in reacting gas mixtures*, in *From Particle Systems to Partial Differential Equations III*, Springer Proceedings in Mathematics & Statistics, **162**, pp. 51-72, Eds. P. Gonçalves and A.J. Soares, Springer International Publishing Switzerland, 2016. DOI 10.1007/978-3-319-32144-8\_3
- 2) G. Consolo, Onset of linear instability driven by electric currents in magnetic systems: a lagrangian approach, *Ricerche di Matematica*, Vol. 65, pp.413-422 (2016), doi: 10.1007/s11587-016-0264-1.
- 3) C.Currò, N. Manganaro, "Generalized Riemann problems and exact solutions for a p-system with relaxation", *Ricerche di Matematica*, vol. 65 n.2, doi: 10.1007/s11587-016-0274-z, 2016.
- 4) L. Restuccia, L. Palese, A. Labianca, On magnetic relaxation equation for anisotropic reacting fluid mixtures, *ROMAI Journal*, vol.12, no.2 (2016), 141–160.

### Comunicazione a congressi e scuole

- 1) G. Consolo, *Pattern formation in a hyperbolic reaction-diffusion-advection vegetation model for semi-arid environments*, 10<sup>th</sup> European Conference on Mathematical and Theoretical Biology (ECMTB 2016), Nottingham (UK), 11-15 Luglio 2016.
- 2) L. Restuccia, L. Palese, A. Labianca, *On magnetic relaxation equation for anisotropic reacting fluid mixtures*, CAIM 2016 (Conference on Applied and Industrial Mathematics), Craiova, September 15-18 Craiova, 2016, Romania.
- 3) L. Restuccia, *Non-equilibrium processes and heat equation in defective extrinsic semiconductors*, SIMAI 2016, Milano, 13-16 September, 2016.
- 4) L. Restuccia, D. Jou, *Temperature, heat transport and dislocations*, International Conference Thermal Theories of Continua: Survey and Developments, THERMOCON 2016, Messina, Italy April 19-22, 2016.
- 5) L. Restuccia, *Approcci didattici in Fisica, Il perenne dibattito: cosa e come insegnare*, Convegno Mathesis, Serra S. Bruno, Vibo Valentia, Italia, 28-30-2016.
- 6) L. Restuccia, *Termodinamica irreversibile con variabili interne per mezzi complessi, ciclo di seminari presso l'Università di Bari, 21-30 luglio, 2016*.
- 7) V. Ciancio, *"A derivation of heat equation and diffusion phenomena in the framework of classic irreversible thermodynamics with internal variables"* International Conference Thermal Theories of Continua: Survey and Developments, THERMOCON 2016, Messina, Italy April 19-22, 2016.
- 8) N. Manganaro, *Multiple waves in Continuum Mechanics*, New Frontiers in Continuum Mechanics, Accademia Nazionale dei Lincei, 21-22 giugno, 2016

### Organizzazione congressi, seminari e scuole

- 1) F. Conforto: M&MKT 2016, 8<sup>th</sup> Summer school on Methods and models of Kinetic Theory, Porto Ercole (GR), 5 - 11 giugno 2016.
- 2) V. Ciancio e L. Restuccia, D. Jou, B. Maruszewski, W. Muschik e Peter Van: International Conference THERMOCON2016 (Thermal Theories of Continua: Survey and Developments) 19- 22 Aprile 2016, Messina, Italy.
- 3) L. Restuccia, D. Jou, M. S. Mongiovì, M. Sciacca: Minisimposi dal titolo *Mathematical\_Physical Models for Dynamic and Thermodynamic Processes*, all'interno del XIII Congresso Nazionale della Società Italiana di Matematica Applicata e Industriale, SIMAI 2016 (13- 16 Settembre 2016, Milano).
- 4) V. Ciancio e L. Restuccia: ciclo di seminari svolte dal Prof. Peter Vàn (Budapest University of Technology and Economics), presso i locali del MIFT dal 19 Marzo al 19 Aprile 2016 sul tema *"Extension of Classical Irreversible Thermodynamics"*.

### Collaborazioni

- T. Ruggeri, F. Brini, A. Mentrelli, Università di Bologna.
- M. Sammartino, M. C. Lombardo, G. Gambino, M. S. Mongiovì, Università di Palermo.
- S. Federico, Department of Mechanical and Manufacturing Engineering, The University of Calgary (Canada)
- M. Bisi, Dipartimento di Matematica e Informatica, Università di Parma.

- L. Desvillettes, Université Paris Diderot, Paris, France.
- G. Martalò, Université de Bordeaux, CNRS, INRIA, Bordeaux, France.
- R. Monaco, Politecnico di Torino.
- V. Artale, A. Ricciardello, Università di Enna “Kore”
- M.Sugiyama, Nagoya Institute of Technology.
- D. Jou, Università Autonoma di Barcelona di Spagna
- B. Maruszewski , Technological University of Poznan, Polonia.
- W. Muschik, Technische Universität Berlin, Germania.
- L. Palese, Università di Bari.
- S. Preston, Portland State University, Portland, OR, USA.
- P. Vàn, University of Technology and Economics of Budapest, Hungary.
- V. A. Cimmelli, I. Carlomagno, Università della Basilicata.
- Sellitto, Università di Salerno.

## 6.9 GRUPPO DI RICERCA IN METODI E MODELLI IN FISICA MATEMATICA

**Componenti strutturati:** Francesco Oliveri, Maria Speciale

### Descrizione della ricerca

L'attività del gruppo di Ricerca "Metodi e Modelli in Fisica Matematica", in cui sono coinvolti il prof. Francesco Oliveri, la dott.ssa Maria Speciale, e i due dottorandi (Dottorato in Matematica e Informatica, Consorzio Università di Catania, Messina e Palermo, XXIX Ciclo) Rosa Di Salvo e Matteo Gorgone, ha riguardato le seguenti tematiche:

1. Simmetrie di Lie di equazioni alle derivate parziali; determinazione di soluzioni invarianti e di leggi di conservazione; condizioni necessarie e sufficienti per la trasformazione di sistemi non lineari del primo ordine non omogenei e non autonomi in forma quasilineare, o polinomialmente omogenea nelle derivate, omogenea e autonoma; simmetrie approssimate di Lie; sviluppo di programmi di calcolo simbolico per la determinazione di simmetrie di Lie e la caratterizzazione dei sistemi ottimali di sottoalgebra di Lie.
2. Procedure generalizzate di Liu e di Coleman-Noll per l'analisi della seconda legge della termodinamica in mezzi continui con variabili interne scalari e/o vettoriali e microstruttura con uno spazio degli stati non locale: applicazione a fluidi di Korteweg.
3. Modelli operatoriali, mutuati dalla meccanica quantistica, di sistemi classici (ecosistemi chiusi, con applicazione a colonie batteriche sottoposte a stress e a processi di desertificazione) e loro risoluzione numerica.

### Publicazioni ISI

- 1) F. Bagarello, A. Cherubini, F. Oliveri. An operatorial description of desertification. *SIAM Journal on Applied Mathematics*, vol. 76, pp. 479-499, 2016.
- 2) F. Oliveri, A. Palumbo, P. Rogolino. On a model of mixtures with internal variables: extended Liu procedure for the exploitation of entropy principle. *Atti dell'Accademia Peloritana dei Pericolanti, Classe di Scienze Matematiche, Fisiche e Naturali*, vol. 95, pp. 1-17, 2016; doi: 10.1478/AAPP.941A2.
- 3) R. Di Salvo, F. Oliveri. On fermionic models of a closed ecosystem with application to bacterial populations. *Atti dell'Accademia Peloritana dei Pericolanti, Classe di Scienze Matematiche, Fisiche e Naturali*, vol. 95, pp. 1-21, 2016; doi: 10.1478/AAPP.942°5.
- 4) V.A. Cimmelli, F. Oliveri, A.R. Pace. Phase-field evolution in Cahn-Hilliard-Korteweg fluids. *Acta Mechanica*, vol. 227, pp. 2111-2124, 2016.
- 5) M. Gorgone, F. Oliveri. Nonlinear first order PDEs reducible to autonomous form polynomially homogeneous in the derivatives. *Journal of Geometry and Physics*, vol. 113, pp. 57-64, 2017 (pubblicato online nel 2016).
- 6) M. Ruggieri, M.P. Speciale. Approximate symmetries in viscoelasticity. *Theoretical and Mathematical Physics*, vol. 189, pp. 1500-1508, 2016.

### Publicazioni non ISI

- 1) R. Di Salvo, F. Oliveri. An operatorial model for long-term survival in bacterial populations. *Ricerche di Matematica*, vol. 65, pp. 435-447, 2016.
- 2) M. Gorgone, F. Oliveri. Nonlinear first order partial differential equations reducible to first order homogeneous and autonomous quasilinear ones. *Ricerche di Matematica*, vol. 66, pp.

51-63, 2017 (pubblicato online nel 2016).

- 3) M. Ruggieri, M.P. Speciale Lie group analysis of a wave equation with a small nonlinear dissipation. *Ricerche di Matematica*, vol. 66, p.. 27-34, 2017 (pubblicato online nel 2016).
- 4) Donald E. Knuth. *Numeri surreali*. FrancoAngeli, Milano, 2016, ISBN: 978-88-917-2801-2: Traduzione e Introduzione a cura di F. Oliveri.

### **Comunicazione a congressi e scuole**

- 1) M. Gorgone, "Decoupling of first order quasilinear systems of PDEs". Workshop on Integrable Systems and Related Mathematical Structures 2016; Gottingen, Germania, 30 Marzo-1 Aprile 2016.
- 2) F. Oliveri. "Nonlinear first order PDEs reducible to autonomous systems polynomially homogeneous in the derivatives". Workshop on Integrable Systems and Related Mathematical Structures 2016; Gottingen, Germania, 30 Marzo-1 Aprile 2016.
- 3) R. Di Salvo. "Quantum dynamics of political party groups and the role of turncoats". IQSA Quantum Structures Leicester 2016, University of Leicester, UK, 11-15 Luglio 2016.
- 4) F. Oliveri. "An operatorial model of interplaybetween politicians' turncoat habits in central and local governments". IQSA Quantum Structures Leicester 2016, University of Leicester, UK, 11-15 Luglio 2016.

### **Collaborazioni**

- Fabio Bagarello (Università di Palermo);
- Annamaria Cherubini (Università del Salento);
- Vito Antonio Cimmelli (Università della Basilicata);
- Marianna Ruggieri (Università Kore di Enna);
- Rosa Di Salvo (dottoranda del XXIX Ciclo di Dottorato in Matematica e Informatica, Consorzio Università di Catania, Messina e Palermo);
- Matteo Gorgone (dottorando del XXIX Ciclo di Dottorato in Matematica e Informatica, Consorzio Università di Catania, Messina e Palermo).

## 6.10 GRUPPO DI RICERCA IN MODELLI MATEMATICI NELLE SCIENZE APPLICATE

**Componenti:** Riccardo Fazio, Alessandra Jannelli, Luigia Puccio

### Descrizione della ricerca

Gli afferenti al gruppo coprono tutti gli aspetti dell'analisi numerica e della matematica computazionale con riferimento allo studio di modelli di interesse applicativo, allo sviluppo e all'analisi di algoritmi con relativo software specializzato.

I modelli matematici descritti da sistemi di equazioni differenziali rivestono un importante ruolo in molte moderne applicazioni. Uno degli obiettivi principali dell'attività di ricerca consiste nello studio e nello sviluppo di metodi numerici per l'integrazione di tali modelli nei diversi ambiti delle scienze applicate e nell'implementazione del software relativo. In particolare ci si propone di sviluppare metodi numerici alle differenze finite ed ai volumi finiti per l'integrazione numerica di problemi di interesse applicativo, anche in ambito industriale, come per esempio problemi di evoluzione e di frontiera libera. Lo studio e l'analisi di tali metodi, inoltre, sono completati dallo sviluppo di software integrato in librerie di sottoprogrammi in FORTRAN ed in MATLAB.

In relazione all'attività di ricerca sopra descritta, le principali tematiche sono:

1. Modelli matematici e metodi numerici per problemi di evoluzione;
2. Invarianza di scala e metodi numerici;
3. Metodi numerici per problemi ai valori al contorno su domini infiniti.
4. Metodi numerici per problemi definiti da equazioni alle derivate frazionarie.

L'interesse scientifico del gruppo di ricerca è rivolto verso le applicazioni della matematica anche in ambito industriale, applicazioni che comprendono problemi di sicurezza informatica e biometria, elaborazione di segnali e di immagini con applicazioni anche in ambiente biomedico, restoration di immagini, approssimazione di dati sperimentali e costruzione del relativo software scientifico.

In relazione all'attività di ricerca sopra descritta, le principali tematiche sono:

1. Metodi di approssimazione in vari spazi di funzione con particolare riferimento a funzioni wavelet. Studio, costruzione, implementazione e analisi di algoritmi per l'applicazione dei metodi a problemi di elaborazione di segnali e immagini.
2. Nel settore dell'elaborazione di dati si sono analizzate la teoria e le applicazioni di specifiche classi di sistemi di suddivisione, wavelets e relativi sistemi di filtri per mezzo di nuove tecniche di suddivisione con formulazione stocastica.

### Publicazioni ISI

- 1) R. Fazio, A. Insana e A. Jannelli. (2016) Front fixing finite difference schemes for American put options model. AIP Conference Proceedings,1738, 480123. DOI: 10.1063/1.4952359.
- 2) R. Fazio. (2016) A non-iterative transformation method for Blasius equation with moving wall or surface gasification. International Journal of Non-Linear Mechanics, 78, pp 156-159.

## **Pubblicazioni non ISI**

- 1) Iovane Gerardo, Lamponi Giuseppe, Puccio Luigia (2016). Metodi matematici per l'analisi delle immagini. Applicazioni e laboratorio. p. 1-236, Ariccia (RM):Aracne, ISBN: 978-88-548-9616-1

## **Comunicazioni a Congressi e Scuole**

- 1) A Jannelli, M. Ruggieri and M. P. Speciale. (2016) Analytical and Numerical Solutions of Fractional type Advection--diffusion Equation. International Conference of Numerical Analysis and Applied Mathematics (ICNAAM 2016), Settembre 2016, Rodi, Grecia.

## **Collaborazioni**

Mario Versaci, Dipartimento di Ingegneria Civile, dell'Energia, dell'Ambiente e dei Materia, Università Mediterranea di Reggio Calabria.

Marianna Ruggieri, Facoltà di Ingegneria e di Architettura, Università Kore, Enna.

Alessandra Insana, PhD student, Dipartimento di Economia, Università di Messina.

Matthias Holschneider, Universität Potsdam, Potsdam (Germania).

Mariantonia Cotronei, Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione, delle Infrastrutture e dell'Energia Sostenibile, Università Mediterranea di Reggio Calabria.

Gerardo Iovane, Dipartimento di Informatica, Università di Salerno.

Francesca Pitolli, Dipartimento di Scienze di Base e Applicate per l'Ingegneria, Università di Roma "La Sapienza".

## **Organizzazione seminari, congressi, scuole**

L. Puccio organizzatore, assieme a M. Cotronei e F. Pitolli, del Minisimposio "MS-37: Approximation Methods for Data, Images and Operators", SIMAI 2016, Milano 13-16 settembre 2016.



## 6.11 ATTIVITÀ DI RICERCA DI G. NORDO

### Descrizione della ricerca

**Topologia Generale – Topologia per Fibre - Geometria e Topologia Digitale.** L'obiettivo delle discipline ricadenti nell'ambito della Geometria e della Topologia Digitale riguarda soprattutto lo studio delle proprietà topologiche delle immagini prodotte da apparati digitali (come telecamere, scanner, apparecchiature mediche, ecc.) al fine di ottenere strategie e criteri di valutazione per metodologie di pattern recognition alternative a quelle offerte dalla Morfologia Matematica. In quest'area di ricerca, l'iniziale approccio di Rosenfeld costruito sulla teoria dei grafi è stato progressivamente affiancato da quello di Khalimsky basato sulle topologie discrete e da quello di Kovalevsky imperniato sui complessi di celle ed i vari tipi di relazioni di adiacenza tra essi. In particolare, i due modelli più diffusi in letteratura, ossia quello della griglia dei punti  $Z^n$  ed i complessi cellulari astratti (ACC), vengono normalmente utilizzati in modo indipendente e sono stati usati a seconda della necessità senza mai evidenziare alcun legame.

Nel corso del 2016 l'attività di studio e ricerca si è concentrata principalmente sulle relazioni tra gap (una porzione elementare di un oggetto digitale tridimensionale che un segmento discreto può attraversare senza intersecare alcun voxel dell'oggetto stesso) e dimensione di un oggetto digitale bidimensionale e, conseguentemente, sulle relazioni tra lo spazio digitale considerato come struttura di adiacenza e i complessi cellulari astratti. Ciò consente di affrontare uno stesso problema sotto entrambi i punti di vista e di scegliere lo strumento matematico più adatto a trattare un determinato problema. Tali risultati tecnici finora rivolti esclusivamente alla stesura di un articolo scientifico che riguarda la trattazione di una specifica questione inerente le curve negli spazi 3D potranno costituire il punto di partenza per un lavoro più generale riguardo la costruzione di un "framework per lo spazio digitale" di arbitraria dimensione  $n$ . Parte delle ricerche su esposte sono state oggetto di una nota scientifica che è stata pubblicata nel 2017.

### Collaborazioni

- Angelo Maimone (dottore di ricerca).

## 6.12 GRUPPO DI RICERCA IN "TEORIA E SIMULAZIONE DI SISTEMI ATOMICI E MOLECOLARI"

**Componenti:** Maria C. Abramo, Carlo Caccamo, Dino Costa, Paolo V. Giaquinta, Gianpietro Malescio, Gianmarco Munao', Santi Prestipino Giarritta, Alessandro Sergi

### Descrizione della ricerca

#### 1. Analisi teorica esatta delle proprietà statistiche di un fluido di dimeri anfifilici

Sono state risolte [1], nel limite di associazione completa, le equazioni integrali a due densità di Wertheim per una miscela fluida di sfere dure (specie A) e sfere dure adesive (specie B). Il risultato è una teoria integrale risolta in forma chiusa per dimeri Janus asimmetrici, in cui lo strato superficiale attrattivo delle sfere B è infinitamente sottile. Questo studio estende al caso asimmetrico una teoria preesistente di Wu e Chiew, esclusivamente valida per monomeri A e B aventi lo stesso diametro.

#### 2. Studio teorico e computazionale della stabilità di fase di sistemi con repulsione finita

Il comportamento statistico delle dispersioni macromolecolari è descritto solitamente in termini di interazioni effettive fra i centri di massa delle particelle di soluto. Per sistemi come, ad esempio, catene polimeriche o dendrimeri, il potenziale a due corpi effettivo ha un valore finito nell'origine. Utilizzando un potenziale caratterizzato da un'interazione repulsiva gaussiana integrata con una debole attrazione anch'essa di tipo gaussiano quale caso paradigmatico, si è studiato [2] il comportamento statistico di un sistema inizialmente fluido in funzione della forza di attrazione  $U$ . Sopra una certa soglia  $U_c$ , la fase fluida è instabile secondo Ruelle, ovvero collassa prima o poi in un "cluster" di volume finito. Avvicinandosi ad  $U_c$  da sotto, la linea di coesistenza liquido-gas si allarga in modo anomalo a basse temperature, e in corrispondenza della soglia di stabilità la densità del liquido appare divergere. Al di sopra della soglia il sistema mostra due differenti comportamenti. In una regione del piano termodinamico (alte densità) il collasso avviene rapidamente, mentre nell'altra (basse densità) il tempo di collasso è molto maggiore (più grande della durata delle simulazioni effettuate). Lo studio condotto suggerisce quindi che sopra la soglia di stabilità pur essendo il sistema termodinamicamente instabile, a seconda dei valori dei parametri termodinamici il collasso può avvenire secondo una dinamica caratterizzata da tempi (e processi) molto differenti. Se si modifica il potenziale aggiungendo un piccolo nocciolo duro, il fluido ridiventa stabile e la linea che delimita le regioni identificate sopra per il sistema instabile si trasforma nella curva spinodale di una transizione tra fasi fluide.

#### 3. Studio simulativo del self-assembly di una miscela di sfere e dimeri anfifilici

Mediante simulazione Monte Carlo, è stata investigata [3] la struttura a bassa temperatura di una miscela diluita di dimeri asimmetrici a carattere anfifilico e particelle sferiche, un modello rilevante per l'incapsulamento di molecole "ospiti" all'interno di una dispersione colloidale. Sia i dimeri che le sfere sono particelle rigide, e in più vi è un'attrazione fra sfere e monomeri piccoli. Nel corso della simulazione, assistiamo alla comparsa di aggregati di sfere tenute assieme dai dimeri, la cui forma e dimensioni tipiche dipendono dalla concentrazione delle sfere. A bassa concentrazione (meno del 10%), le sfere sono in maggioranza isolate e ricoperte da uno strato di dimeri. Al crescere della concentrazione, gli aggregati diventano sempre più grandi e più elongati finché, raggiunta una dimensione massima, essi tornano a rimpicciolirsi a seguito di un ulteriore aumento della concentrazione delle sfere. All'aumentare della

temperatura, gli aggregati diventano più piccoli finché la miscela diventa omogenea a tutte le scale. Invece, aumentando progressivamente la densità della miscela, gli aggregati al suo interno diventano sempre più grandi fino a dare origine ad un network percolante, che riempie l'intera scatola di simulazione.

#### **4. Teoria dell'attrito stick-slip con dinamica markoviana tra stati metastabili**

I "Markov state models" (MSM) sono di recente assurti al ruolo di tecniche di prima scelta per l'identificazione delle variabili collettive e l'analisi di eventi rari nelle simulazioni molecolari. In biochimica, questo approccio è stato impiegato con successo nella ricerca degli stati metastabili di sistemi molecolari complessi. La fisica dell'attrito da scivolamento in presenza di forze esterne rappresenta un problema di non equilibrio in cui le variabili rilevanti sono virtualmente sconosciute e di cui ancora manca una teoria in grado di descrivere eventi rari e violenti come lo stick-slip. In questo lavoro [4] mostriamo che la tecnica MSM può essere estesa allo studio dell'attrito. L'approccio è messo alla prova sul modello di Frenkel-Kontorova. Dimostriamo che il metodo permette l'identificazione (la più imparziale possibile) di un insieme minimo di variabili naturali utili alla descrizione della dinamica di scivolamento. Infine, mettiamo in luce i passi necessari per estendere la procedura numerica a sistemi d'attrito più realistici.

#### **5. Sviluppi della teoria RISM per lo studio di fluidi molecolari**

In questo studio [5] dimostriamo che la teoria per fluidi molecolari a molti siti d'interazione nota come RISM (Reference Interaction Site Model) può beneficiare dell'implementazione di uno schema a "chiusure molecolari". Questo schema, applicato già con successo nell'approccio semplificato noto come polymer-RISM, può dunque essere esteso al formalismo matriciale intrinsecamente più complesso della RISM. Un test del formalismo RISM completato da chiusure molecolari è condotto su due molecole prototipo come dimeri square-well e Lennard-Jones.

#### **6. Modelli mesoscopici di soluzioni di proteine globulari**

In questo studio [6] applichiamo una tecnica di inversione accoppiata a calcoli di dinamica molecolare per derivare un potenziale d'interazione microscopico per il lisozima in soluzione acquosa, direttamente dal fattore di struttura statico ottenuto tramite esperimenti SANS. Il potenziale è caratterizzato da una repulsione soffice a corte distanze, seguita da un'attrazione a distanze intermedie. Simulazioni Gibbs ensemble Monte Carlo mostrano che una descrizione del lisozima in termini di interazioni non-sferiche è più adatta per riprodurre le proprietà di separazione di fase osservabili sperimentalmente.

#### **7. Insorgenza di anomalie di tipo "water-like" in fluidi dimerici interagenti con potenziali soffici**

Tramite l'utilizzo di simulazioni Monte-Carlo, indaghiamo [7] la struttura e la termodinamica di un fluido costituito da dimeri interagenti tra loro tramite potenziali soffici. In particolare, consideriamo due differenti tipi di potenziale, che esibiscono rispettivamente una singola e una doppia scala di lunghezza e in entrambi i casi osserviamo l'insorgenza, sotto opportune condizioni, di anomalie strutturali e termodinamiche simili a quelle dell'acqua. Ricontriamo infatti un massimo della densità e un comportamento non monotono dell'entropia traslazionale; inoltre, mettiamo in relazione la comparsa di questi comportamenti con l'elongazione delle molecole dimeriche, mostrando come configurazioni più elongate sopprimano le anomalie e facilitino l'insorgenza di fasi cristalline.

#### **8. Fisica teorica e computazionale dello stato liquido della materia**

È stato indagato [8], con metodi di simulazione dinamica *ab initio*, il fenomeno della mobilità ionica, dell'idrolisi e del conseguente trasporto protonico in una soluzione acquosa di cloruro di sodio sotto

l'azione di campi elettrici stazionari. Si è trovato che per intensità del campo non troppo elevate gli ioni cloro hanno una mobilità superiore rispetto agli ioni sodio dal momento che questi sono in grado di trascinare con sé l'acqua solvatata. La situazione si capovolge invece per intensità maggiori di circa  $0.15 \text{ V \AA}^{-1}$ . La presenza degli ioni in soluzione abbassa la soglia di dissociazione dell'acqua. Il comportamento Ohmico rimane, tuttavia, simile a quello dell'acqua pura, ma con una conducibilità elettrica significativamente inferiore a quella dell'acqua a causa della rottura dei legami idrogeno indotta dagli ioni in soluzione, che ostacola il processo di migrazione dei protoni.

Rimanendo nell'ambito della Dinamica Molecolare classica, è stato anche studiato e sviluppato un metodo per controllare la temperatura configurazionale di sistemi classici simulati al computer [9]. Inoltre è stata studiata la meccanica statistica di sistemi quantistici aperti [10,11], con pozzi o sorgenti di probabilità, utilizzando una descrizione basata su Hamiltoniane non Hermitiane. Particolare attenzione è stata prestata alle possibili definizioni dell'entropia quantistica come indicatore del flusso di informazione associato alla dinamica del sistema.

## 9. Biologia teorica e quantistica

Questa linea di ricerca si propone di derivare un approccio teorico-formale adatto a definire le caratteristiche universali dei sistemi viventi da un punto di vista fisico. Mancando la definizione fisico-matematica stessa di materia vivente, si è subito reso evidente come fosse necessario un profondo ripensamento (o approfondimento) epistemologico della questione. Questo ha portato ad uno "sconfinamento" in campi non tradizionali per un fisico teorico quali antropologia, teoria dei sistemi e neuroscienze, in generale. Tali interessi si sono concretizzati in una pubblicazione su una rivista indicizzata da Web of Science [12].

## 10. Teoria e simulazione di sali fusi di alogenuri alcalini

È stato intrapreso lo studio dei sali fusi di alcuni alogenuri alcalini, in particolare del cloruro di sodio e del cloruro di potassio sia mediante simulazione di dinamica molecolare che di teorie integrali quali la Modified Hypernetted Chain (MHNC). Il modello usato per questo studio è il Born-Huggins-Mayer-Fumitosi (BHMFT). Tale modello, opportunamente modificato ad ogni temperatura nella parte repulsiva dell'interazione che dipende dai diametri del catione e dell'anione, consente di riprodurre i dati sperimentali disponibili per la compressibilità isoterma di molti alogenuri alcalini. Il protocollo usato è estensibile a tutta la famiglia degli alogenuri alcalini e permette pertanto di predire la compressibilità anche per quei sali di cui non si dispone il dato sperimentale. Inoltre per il NaCl è stato determinato il diagramma di fase in ottimo accordo con i dati sperimentali disponibili. La procedura adottata consente di ricavare il diagramma di fase anche per altri sali e quindi potrebbe essere applicata a miscele di fluoruri alcalini che vengono utilizzati per il funzionamento dei reattori nucleari di ultima generazione.

### Publicazioni ISI

- 1) D. Gazzillo, G. Munaò, and S. Prestipino, *Analytic solution of two-density integral equations for sticky Janus dumbbells with arbitrary monomer diameters*, J. Chem. Phys. **144**, 234504 (2016).
- 2) S. Prestipino and G. Malescio, *Characterization of the structural collapse undergone by an unstable system of ultrasoft particles*, Physica A **457**, 492 (2016).
- 3) G. Munaò, D. Costa, S. Prestipino, and C. Caccamo, *Encapsulation of spherical nanoparticles by colloidal dimers*, Phys. Chem. Chem. Phys. **18**, 24922 (2016).
- 4) F. Pellegrini, F. P. Landes, A. Laio, S. Prestipino, and E. Tosatti, *Markov state modeling of sliding friction*, Phys. Rev. E **94**, 053001 (2016).

- 5) G. Munaò, D. Costa, and C. Caccamo, *Development of molecular closures for the reference interaction site model theory with application to square-well and Lennard-Jones homonuclear diatomics*, J. Phys.: Condens. Matter, **28**, 414007 (2016).
- 6) Baumketner, R. Melnyk, M. F. Holovko, W. Cai, D. Costa, and C. Caccamo, *Softness and non-spherical shape define the phase behavior and the structural properties of lysozyme in aqueous solutions*, J. Chem. Phys. **144**, 015103 (2016).
- 7) G. Munaò and F. Saija, *Density and structural anomalies in soft-repulsive dimeric fluids*, Phys. Chem. Chem. Phys. **18**, 9484 (2016).
- 8) G. Cassone, F. Creazzo, P. V. Giaquinta, F. Saija, and A. M. Saitta. *Ab initio molecular dynamics study of an aqueous NaCl solution under an electric field*. Phys. Chem. Chem. Phys. **18**, 23164 (2016).
- 9) D. Beckedahl, E. O. Obaga, D. A. Uken, A. Sergi, and M. Ferrario, *On the Configurational Temperature Nosè-Hoover Thermostat*, Physica A **416**, 19 (2016).
- 10) A. Sergi and K. G. Zloshchastiev, *Quantum entropy of systems described by non-Hermitian Hamiltonians*, Journal Statistical Mechanics: Theory and Experiment **3**, 033102 (2016).
- 11) A. Sergi and P. V. Giaquinta, *Linear Quantum Entropy and Non-Hermitian Hamiltonians*, Entropy **18**, 451 (2016).
- 12) A. Sergi, *The Scientific Method in Giuseppe Sergi's Pedagogy*, History of Education & Children's Literature **XI** 151 (2016).

#### Comunicazioni a congressi e scuole

- 1) G. Munaò, *Encapsulation of spherical nanoparticles by colloidal dimers* in "Italian Soft Days, 2nd Edition" (Milano, 23-24 Giugno 2016).
- 2) G. Munaò, *Self-assembly of colloidal dimers around spherical nanoparticles: a simple model for encapsulation* in "30th Conference on the European Colloid and Interface Society" (Roma, 4-9 Settembre 2016).
- 3) D. Costa, *La fisica delle evidenze nella Medicina di Regolazione* nel corso residenziale "Evidenze in Medicina Integrata" (Reggio Calabria, 12 Novembre 2016).
- 4) A. Sergi, *Qualsiasi cosa diventa super-interessante se la si studia in profondità* in 11esimo Salone dell'Orientamento (Palacultura di Messina. 29 Novembre 2016).
- 5) G. Cassone, P. V. Giaquinta, F. Saija, and A. M. Saitta, *Ab initio molecular dynamics study of aqueous solutions under an electric field* in "Materials.it 2016" (Aci Castello, 12-16 Dicembre 2016).
- 6) G. Munaò, *Density and structural anomalies in soft-repulsive dimeric fluids* in "Materials.it 2016" (Aci Castello, 12-16 Dicembre 2016).
- 7) G. Munaò, *Self-assembled bio-nanostructures from Janus dimers* in "Materials.it 2016" (Aci Castello, 12-16 Dicembre 2016).
- 8) S. Prestipino, *Encapsulation of dissolved guest molecules: a minimal model* in "Materials.it 2016" (Aci Castello, 12-16 Dicembre 2016).

## **Attività editoriale**

P. V. Giaquinta, nella qualità di Presidente del Comitato Editoriale della rivista scientifica intitolata “*Atti della Accademia Peloritana dei Pericolanti - Classe di Scienze Fisiche, Matematiche e Naturali*” (ISSN: 1825-1242; URL: <http://www.actapeloritana.it>), ha curato nel corso del 2016 la pubblicazione del volume N. 94, composto da due fascicoli ordinari [DOI: <http://dx.doi.org/10.1478/Vol94>].

## **Collaborazioni**

- Francesco Aliotta (CNR-IPCF, Messina)
- Andrij Baumketner (National Academy of Ukraine, Lviv)
- Wei Cai (Shanghai Jiao Tong University, China & UNC Charlotte, North Carolina, USA)
- Giuseppe Cassone (Czech Academy of Sciences, Brno)
- Fabrizio Creazzo: (Université d'Evry val d'Essonne & Université Paris-Saclay, Evry, France)
- Domenico Gazzillo (Università di Venezia)
- Myroslav F. Holovko (National Academy of Ukraine, Lviv)
- Alessandro Laio (SISSA, Trieste)
- Francois P. Landes (ICTP, Trieste)
- Roman Melnyk (National Academy of Ukraine, Lviv)
- Gianmarco Munaò (Università di Salerno)
- Leonardo Pachon (Universidad de Antioquia, Colombia)
- Franco Pellegrini (SISSA, Trieste)
- Franz Saija (CNR-IPCF, Messina)
- Antonio Marco Saitta (Université Pierre et Marie Curie, Parigi)
- Erio Tosatti (SISSA e ICTP, Trieste)
- K. G. Zloshchastiev (Durban University of Technology, South Africa)

## 6.13 GRUPPO DI RICERCA IN MICRO E NANOSISTEMI (MNS)

**Componenti:** Fortunato Neri, Enza Fazio, Salvatore Patanè, Angela Maria Mezzasalma, Letteria Silipigni, Rosalba Saija, Salvatore Savasta, Giovanni Finocchio

### Descrizione della ricerca

#### 1. Sintesi e diagnostica di materiali nanostrutturati

L'attività di ricerca ha riguardato lo sviluppo di tematiche di sintesi e diagnostica nel settore della scienza dei materiali. Sono state realizzate, mediante la tecnica di ablazione laser, nanostrutture metalliche e di ossidi metallici anche assemblate in matrici carboniose/polimeriche/biologiche. Si è effettuato lo studio delle proprietà chimico-fisiche, anche in termini di distribuzione dimensionale e composizionale, dei materiali investigati mediante l'ausilio di diverse tecniche diagnostiche: spettroscopia fotoelettronica a raggi X (XPS), ottica convenzionale (spettroscopia di assorbimento ottico e di riflettività nella regione UV-VIS-NIR, spettroscopia FTIR e Raman anche in configurazione SERS), Dynamics Light Scattering (DLS) e microscopia elettronica (SEM). I sistemi investigati sono: 1) sistemi micro/mesoporosi silicati contenenti Zr, Al per studiarne la loro risposta catalitica di interesse nel settore della conversione delle biomasse, attività svolta in collaborazione con un gruppo dell'Università di Aveiro (Portogallo); 2) nanocolloidi di ossido di ferro-zinco o Ag/ZnO, polveri di ossido di grafene per valutarne il grado di funzionalizzazione e la chimica di superficie in vista di applicazioni biomedicali; 3) nanocompositi Pt/TiO<sub>2</sub>/CNTs e ossidi metallici/nanofibre di carbonio, preparati mediante le tecniche sol-gel ed elettrospinning, utilizzabili come sensori di gas o per la realizzazione di batterie a ioni di Li. In collaborazione con ricercatori dell'IMM-CNR di Catania, si è continuato lo studio delle proprietà chimico-fisiche di nanostrutture di TiO<sub>2</sub> sintetizzati mediante tecnica co-sputtering. I film così ottenuti sono stati analizzati mediante diffrazione a raggi X, spettroscopia Raman, XPS e microscopia elettronica, ottenendo anche informazioni sulla risposta di questi sistemi in vista della realizzazione di celle solari.

#### 2. Biomarcatori e diagnostica molecolare e sistemi di drug delivery

Sono stati caratterizzati diversi sistemi cellulari (cellule tumorali e batteri ad esempio) utilizzando un sistema di spettroscopia micro-Raman, acquisendo un numero statisticamente rilevante di spettri Raman, opportunamente trattati ed analizzati mediante "principal component analysis (PCA)" per l'identificazione degli acidi nucleici e delle proteine presenti nei sistemi. In definitiva, queste attività rientrano nell'ambito di attività di ricerca relativa a diagnostica molecolare ad alta risoluzione, alta sensibilità ed elevate selettività. Tali attività hanno inoltre previsto la sintesi di sistemi biosensoristici (sensori basati su peptidi espressi su fagi M13 funzionalizzati con nanoparticelle metalliche prodotte per ablazione laser) che consentono la selezione di peptidi in grado di riconoscere e legare in modo selettivo batteri e cellule. Infine, sono stati realizzati nanocompositi polimerici di PEG-PLGA e membrane polimeriche, mediante elettrospinning, addizionate con nanoparticelle di Ag controllabili otticamente e magneticamente per il rilascio locale e controllato di farmaci in terapia locale. E' stato infine valutato il grado di compatibilizzazione dei nanocompositi per massimizzare la loro affinità ai tessuti target.

#### 3. Realizzazione di sensori ottici basati sulle tecnologie di detection di tipo SERS liquido

Lo scopo delle indagini portate avanti è stato quello di mettere a punto e cercare di ottimizzare un protocollo per la funzionalizzazione e la biocompatibilità di nanoparticelle (NPs) metalliche, direttamente in

fase colloidale, tramite agenti funzionalizzanti specifici (fagi, anticorpi) per la messa a punto di sensori ottici basati sulle tecnologie di detection di tipo SERS. In tale contesto è stato evidenziato, tramite uno studio dettagliato sulla capacità di funzionalizzazione delle nano particelle di argento al variare del clone fagico e del pH delle soluzioni tampone, che l'influenza della tipologia di buffer di reazione nell'assemblaggio tra il fago e le nano particelle metalliche è fondamentale. La natura delle interazioni che si stabiliscono è, infatti, fortemente dipendente dalla tipologia e dalla dimensione degli ioni presenti in soluzione, e ovviamente dalla loro concentrazione. A tal riguardo, ulteriori studi sono stati fatti variando la concentrazione dei sali buffer, e in particolare come soluzioni buffer sono stati utilizzati phosphate buffer e PBS a differenti valori di pH nell'intorno del punto isoelettrico (pI) del fago utilizzato per la creazione del network fago-AgNPs. Tali risultati aprono la strada ad un'ulteriore ottimizzazione del network per applicazioni sensoristiche in ambito biologico per la cattura, rilevamento e discriminazione di cellule procariotiche tramite spettroscopia SERS.

#### **4. Materiali a bassa dimensionalità e loro film: sintesi, intercalazione e caratterizzazione**

In collaborazione con altri ricercatori dell'Ateneo e del CNR, sono stati sintetizzati film di un nuovo nanocomposito ibrido mediante la tecnica dell'intercalazione- esfoliazione- restacking a partire da ossido di grafene (guest) e tiofosfato di manganese (host). I film sottili così ottenuti sono stati investigati attraverso l'uso combinato di tecniche di microscopia, diffrazione e spettroscopia per ricavare informazioni sull'interazione tra guest e host. In particolare i dati XPS, XRD e Raman indicano che l'ossido di grafene si riduce parzialmente quando si intercala nel tiofosfato di manganese. Il seguente lavoro è stato presentato al congresso "Materials2016 - Materials Science and Technology" tenutosi a Catania, dal 12 al 16 Dicembre 2016 ed è stato pubblicato nel BOOK OF ABSTRACTS a pag.172. Un articolo dal titolo " Partial reduction of graphene oxide upon intercalation into exfoliated manganese thiophosphate" è stato inviato per la pubblicazione su Philosophical Magazine.

#### **5. Spintronics e Spin-orbitronics**

L'attività di ricerca si incentra sullo studio di dinamiche magnetiche in dispositivi spintronici di dimensioni nanometriche, dove la magnetizzazione può essere manipolata oltre che da un campo magnetico anche da correnti spin-polarizzate. In particolare, l'attività di ricerca si incentra sulla progettazione di sistemi tri-layer composti da due materiali ferromagnetici separati da un non-magnete (metallo o isolante di spessore < di 2nm) che possono essere usati come memorie non-volatili, nano-oscillatori e ricevitori di microonde. In presenza di accoppiamento spin-orbita è possibile aggiungere diversi gradi di libertà ai dispositivi spintronici, quali l'interazione Dzyaloshinskii Moriya (DMI) e l'effetto spin-Hall. Il primo permette di stabilizzare solitoni con topologia non triviale (i.e. skyrmions), mentre il secondo consente la generazione di correnti di spin in modo efficiente. In quest'anno ci siamo occupati di studiare come realizzare racetrack memories basate su skyrmion e effetto spin-Hall.

#### **6. Nano ottica e ottica quantistica**

L'attività di ricerca collocata nel settore scientifico-disciplinare di Fisica della Materia, viene svolta a livello teorico pur in stretta collaborazione con gruppi sperimentali. Essa è focalizzata su diversi aspetti dell'interazione luce-materia che comprendono i) lo scattering elettromagnetico di micro e nanoparticelle dielettriche, metalliche ed ibride; ii) l'optomeccanica e lo studio delle forze ottiche per l'intrappolamento e la manipolazione di strutture anche a dimensionalità ridotta (optical tweezers); iii) l'ottica quantistica con particolare riferimento all'elettrodinamica quantistica di cavità (cavity-QED) in regime di accoppiamento forte ed ultra-forte. Tale attività comprende anche lo studio di risonatori ottici superconduttori con atomi artificiali realizzati mediante giunzioni Josephson.



## 7. Nanoscienze e nanotecnologie applicate alla fotonica ed all'optoelettronica

L'attività Lo studio di aggregati molecolari con particolari proprietà ottiche ed in grado di nanoaggregarsi rappresenta oggi un argomento di considerevole interesse per i suoi risvolti applicativi e per le caratteristiche di modulabilità delle proprietà dei materiali in oggetto. Il ruolo della chiralità a livello molecolare e la sua espressione su scala nano e micrometrica sono tra i più intriganti argomenti in biologia molecolare. Molti blocchi molecolari di entità biologiche, come aminoacidi e zuccheri, sono costituiti da strutture chirali. La chiralità è tipicamente associata al cosiddetto Dicroismo circolare (CD).

In questo ambito sono stati studiati con tecniche di microscopia in modulazione di polarizzazione in campo prossimo di nanoaggregati di TPPS3 ancorati ad un substrato di vetro. Questa particolare tecnica di indagine ha consentito di evidenziare le proprietà chirali delle singole nanostrutture ed in particolare di studiarne il Dicroismo circolare e lineare mediante un modello basato sul formalismo matriciale di Mueller. L'analisi ha chiarito che il dicroismo circolare delle nanostrutture è intimamente legato alla struttura molecolare, mentre le proprietà di dicroismo lineare sono dovute alla considerevole anisotropia strutturale. Le nanotecnologie trovano oggi ampiamente applicazione anche nella sintesi di materiali adatti alla realizzazione di sistemi per la conservazione e/o la conversione dell'energia, tematica, quest'ultima, oggi particolarmente di moda vista la crescente richiesta di batterie per il trasporto basato su motori elettrici. Un punto di rilievo consiste nella realizzazione degli elettrodi che devono esibire particolari performances in termini di durabilità, leggerezza ed efficienza. In questo ambito è stata studiata la possibilità di realizzare elettrodi "paper-like" costituiti da nanoparticelle di  $\text{Co}_3\text{O}_4$  incapsulate in fibre di carbonio drogate con azoto. Utilizzando la tecnica dell'elettrospinning è stato possibile ottenere superfici costituite da un network tridimensionale di fibre di carbonio. Lo studio delle caratteristiche di questi materiali ha mostrato che, contrariamente a quanto riportato in letteratura, il loro uso nella realizzazione di elettrodi per batterie basate sulla tecnologia degli ioni litio, produce un beneficio molto limitato. È stato inoltre chiarito che i risultati incoraggianti trovati in letteratura derivano solo da un errato ed imprudente confronto fra tecnologie.

I recenti sviluppi della microelettronica hanno portato alla miniaturizzazione estrema dei dispositivi con il dichiarato obiettivo di migliorare le performances e diminuire i consumi. Le nuove topologie strutturali consentono la realizzazione di dispositivi come i Fin-FET le cui dimensioni scendono al di sotto dei 10 nm. Il design di questi dispositivi, tuttavia, richiede ancora molte migliorie ed è estremamente interessante studiare la dipendenza dei parametri funzionali dalla temperatura perché da un punto di vista operativo, in dispositivi complessi come le CPU dei moderni elaboratori elettronici, questo parametro varia moltissimo. Utilizzando un programma di simulazione numerica, è stata valutato il peggioramento dei parametri elettrici di un Fin-FET a triplo gate all'aumentare della temperatura con particolare riferimento alla corrente di leakage, alla corrente di ON ed alla transconduttanza. Con lo stesso feeling è stata simulata una struttura Fin-FET con dimensioni di gate pari ad 8 nm e dielettrico  $\text{Al}_2\text{O}_3$ . Nella simulazione sono stati tenuti in considerazione gli effetti quantistici dovuti alla ridotta dimensionalità della struttura che conducono ad un generale peggioramento delle caratteristiche del dispositivo. È stato inoltre verificato che l'uso di materiali con costante dielettrica maggiore può dar luogo ad un miglioramento della corrente di drain ed una diminuzione della corrente di leakage mentre la riduzione dello spessore dei "Fin" entro certi limiti si ripercuote positivamente nelle caratteristiche elettriche del dispositivo. Tecnologie sub micrometriche sono il key point anche nei dispositivi per altissima frequenza. Recentemente è nato un certo interesse nello studio del comportamento di questi dispositivi quando vengono illuminati nella regione di gate con opportune lunghezze d'onda perché in queste particolari condizioni si ottengono sensibili modifiche dei parametri di scattering lineare. In questo ambito è stato caratterizzato un HEMT basato sul GaN confrontando i suoi parametri di scattering e di rumore in condizioni di buio ed illuminato

utilizzando una radiazione continua a 375nm. E' stata osservata una prevedibile modifica dei parametri di scattering ed una mai osservata variazione nei parametri di rumore attribuita agli effetti della maggiore conduzione della regione di gate durante l'illuminazione.

## **8. Caratterizzazione elettrica micro strutturale ed infrarossa di dispositivi elettronici per applicazioni di potenza.**

La valutazione dell'affidabilità dei dispositivi di potenza rappresenta uno dei parametri più importanti in tutte quelle situazioni in cui i componenti svolgono un ruolo "mission critical", in cui cioè la funzionalità di un sistema complesso (ad esempio un'automobile) viene seriamente compromessa in caso di fallimento del componente. La predizione del fallimento e la valutazione del tempo medio di vita avviene solitamente utilizzando la legge di Coffin-Manson. Quest'ultima è una legge semiempirica che si basa sulla stima delle deformazioni plastiche di un sistema meccanico. L'elettronica di potenza utilizza un'ulteriore approssimazione che consiste nell'attribuire alla temperatura effetti termomeccanici di stress delle metallizzazioni dei dispositivi. In tal modo. Studiando i repentini gradienti termici a cui sono sottoposti i transistor di potenza è possibile ottenere una stima reale del tempo medio di fallimento. Nel corso dell'ultimo anno di attività è stata messa a punto una tecnica interferometrica che consente di valutare le deformazioni termomeccaniche direttamente, eliminando quindi una fonte di incertezza e/o di errore che risiede nella valutazione dei coefficienti di emissività dei materiali, coefficienti, questi ultimi, spesso ignoti a causa della loro stessa natura. È stato quindi possibile formulare dei modelli di affidabilità più semplici e più realistici che sono stati efficacemente applicati a diversi casi studio proposti dalla ST Microelectronics di Catania con la cui collaborazione è stata condotta la ricerca. Questa attività è coperta da un accordo NDA.

### **Publicazioni ISI**

- 1) M. M. Antunes, S. Lima, P. Neves, Ana L. Magalhães, E. Fazio, F. Neri, M. T. Pereira, A.F. Silva, C. M. Silva, S. M. Rocha, M. Pillinger, A. Urakawa, A. A. Valente: " *Integrated reduction and acid-catalysed conversion of furfural in alcohol medium using Zr,Al-containing ordered micro/mesoporous silicates*", Applied Catalysts B: Environmental,182, 485-503 (2016).
- 2) E. Fazio, M. Santoro, G. Lentini, D. Franco, S. P. P. Guglielmino, F.Neri: " *Iron oxide nanoparticles prepared by laser ablation: synthesis, structural properties and antimicrobial activity*" , Colloids and Surfaces A: Physicochem. Eng. Aspects 490 (2016) 98–103.
- 3) P. Frontera, A. Malara, S. Stelitano, S.G. Leonardi, A. Bonavita, E. Fazio, P. Antonucci, G. Neri, F. Neri, S. Santangelo: " *Characterisation and H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> sensing properties of TiO<sub>2</sub>-CNTs/Pt electrocatalysts*", Mat. Chem. And Phys. 170, 129-137 (2016)
- 4) S. Filice, D. D'Angelo, S.F. Spanò, G. Compagnini, M. Sinatra, L. D'Urso, E. Fazio, V. Privitera, S. Scalese: " *Modification of graphene oxide and graphene oxide-TiO<sub>2</sub> solutions by pulsed laser irradiation for dye removal from water*" , Materials Science in Semiconductor Processing 42, 50-53 Part 1 (2016).
- 5) E. Fazio, S. Trusso, D. Franco, M. Nicolò, A. Allegra, F. Neri, C. Musolino, S. P. P. Guglielmino: " *A micro-Raman spectroscopic investigation of leukemic U-937 cells in aged cultures*", Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy 159 21–29 (2016).
- 6) N. Lavanya, E. Fazio, F. Neri, A. Bonavita, G. Leonardi, G. Neri, C. Sekar: " *Electrochemical sensor for simultaneous determination of ascorbic acid, uric acid and folic acid based on Mn-SnO<sub>2</sub> nanoparticles modified glassy carbon electrode*" , Journal of Electroanalytical Chemistry 770, 23-32 (2016).

- 7) S. Scibilia, G. Lentini, E. Fazio, D. Franco, F. Neri, A. M. Mezzasalma and S. P. P. Guglielmino: *"Self-assembly of silver nanoparticles and bacteriophage"*, Sensing and Bio-Sensing Research 7 (2016) 146–152.
- 8) M. A. Buccheri, D. D'Angelo, S. Scialese, S. F. Spanò, S. Filice, E. Fazio, G. Compagnini, M. Zimbone, M. V. Brundo, R. Pecoraro, A. Alba, F. Sinatra, G. Rappazzo, V. Privitera: *"Modification of graphene oxide by laser irradiation: a new route to enhance antibacterial activity"* Nanotechnology 27 (2016) 245704 (12pp).
- 9) S. Sanzaro, A. La Magna, E. Smecca, G. Mannino, G. Pellegrino, E. Fazio, F. Neri, A. Alberti: *"Controlled Al<sup>3+</sup> incorporation in the ZnO lattice at 1888°C by soft reactive co-sputtering for transparent conductive oxides"*, Energies 9, 433 (2016) (13pp)
- 10) G. Lentini, D. Franco, E. Fazio, L.M. De Plano, S. Trusso, S. Carnazza, F. Neri, S. P. P. Guglielmino: *"Rapid detection of Pseudomonas aeruginosa by phage-capture system coupled with micro-Raman spectroscopy"*, Vibrational Spectroscopy 86 (2016) 1-7.
- 11) L. D'Urso, S. Santangelo, S. Spadaro, S. Scibilia, A. M. Mezzasalma, F. Neri, E. Fazio: *"Enhanced optical response of ZnO nanocolloids prepared by a picosecond laser source"*, J. of Luminescence 178 (2016) 204-209.
- 12) F. Neri, A. Scala, M. Santoro, S. Grimato, S. Spadaro, F. Barreca, F. Cimino, A. Sajja, G. Grassi, E. Fazio: *"Biocompatible silver nanoparticles embedded in a PEG-PLA polymeric matrix for stimulated laser light drug release"*, J. Nanoparticles Research 18, 153 (2016) pp 14.
- 13) D. Sami, E. Fazio, F. Barreca, F. Neri, H. Ezzaouia: *"Porous aluminum room temperature anodizing process in a fluorinated-oxalic acid solution"*, Appl. Phys. A 122:746 (2016).
- 14) F. Pantò, Y. Fan, P. Frontera, S. Stelitano, E. Fazio, S. Patanè, M. Marelli, P. Antonucci, F. Neri, N. Pinna, S. Santangelo: *"Are electrospun carbon/metal oxide composite fibres relevant electrode materials for Li-ion batteries?"*, Journal of The Electrochemical Society, 163 (14) A2930-A2937 (2016)
- 15) A. Malara, S. G. Leonardi, A. Bonavita, E. Fazio, G. Neri, F. Neri, S. Santangelo: *"Origin of the different behavior of some platinum decorated nanocarbons towards the electrochemical oxidation of hydrogen peroxide"*, Mat. Chem. Phys. 184 (2016) 269-278.
- 16) G. Neri, N. Micale, A. Scala, E. Fazio, A. Mazzaglia, P. G. Mineo, M. Montesi, S. Panseri, A. Tampieri, G. Grassi, A. Piperno: *"Silibinin-Conjugated Graphene Nanoplatfrom: Synthesis, Characterization and Biological Evaluation"*, Flat. Chem. 1 (2016) 34-41.
- 17) E. Fazio, L. D'Urso, S. Santangelo, R. Sajja, G. Compagnini, F. Neri: *"The activation of non-linear optical response in Ag@ZnO nanocolloids under an external highly intense electric field"*, IL Nuovo Cimento 39 C (2016) 307; DOI 10.1393/ncc/i2016-16307-9.
- 18) V. Puliafito, A. Giordano, A. Laudani, F. Garescì, M. Carpentieri, B. Azzerboni, G. Finocchio *"Scalable synchronization of spin-Hall oscillators in out-of-plane field"*, Appl. Phys. Lett., vol. 109, 202402, November 2016. DOI: 10.1063/1.4967842.
- 19) A. Giordano, R. Verba, R. Zivieri, A. Laudani, V. Puliafito, G. Gubbiotti, R. Tomasello, G. Siracusano, B. Azzerboni, M. Carpentieri, A. Slavin, G. Finocchio, *"Spin-Hall nano-oscillator with oblique magnetization and Dzyaloshinskii-Moriya interaction as generator of skyrmions and nonreciprocal spin-waves"*, Scientific Reports (NPG), vol. 6, 36020, October 2016. DOI: 10.1038/srep36020
- 20) G. Finocchio - F. Buttner - R. Tomasello - M. Carpentieri - M. Kluei, *"Magnetic skyrmions from fundamental to applications"*. Journal of Physics D: Applied Physics, vol. 49, 42300, September 2016. Topical review. DOI: 10.1088/0022-3727/49/42/423001
- 21) G. Siracusano - R. Tomasello - A. Giordano - V. Puliafito - B. Azzerboni - O. Ozatay - M. Carpentieri - G. Finocchio, *"Magnetic radial vortex stabilization and efficient manipulation driven"*

- by the Dzyaloshinskii–Moriya Interaction and spin-transfer torque". *Physical Review Letters*, vol. 117, 087204, August 2016. DOI: 10.1103/PhysRevLett.117.087204
- 22) G. Siracusanò - F. Lamónaca - R. Tomasello - F. Garesci - A. La Corte - D. L. Carnì - M. Carpentieri - D. Grimaldi - G. Finocchio "Damage evaluation through Hilbert Huang Transform of acoustic emission signals". *Mechanical Systems and Signal Processing*, vol. 75, 109–122, June 2016. DOI: 10.1016/j.ymssp.2015.12.004
  - 23) T. Liu - V. Puliafito - F. Montaigne - S. Petit - C. Deranlot - O. Ozatay - G. Finocchio - T. Hauet : "Mechanism of single bubble formation in patterned dot array under in-plane magnetic field". *Journal of Physics D: Applied Physics*, vol. 49, 245002, April 2016. Highlighted by IOP as being particularly significant to the community (<https://jphysplus.iop.org/2016/05/13/reproducible-formation-of-single-magnetic-bubbles/>) DOI: 10.1088/0022-3727/49/24/245002
  - 24) R. Verba - M. Carpentieri - G. Finocchio - V. Tiberkevich - A. Slavin "Excitation of propagating spin waves in ferromagnetic nanowires by microwave voltage-controlled magnetic anisotropy". *Scientific Reports*, vol. 6, 25018, 1-9, April 2016. DOI: 10.1038/srep25018.
  - 25) A. Fang - M. Carpentieri - X. J. Hao - H. W. Jiang - J. A. Katine - I. N. Krivorotov - B. Ocker - J. Langer - K. L. Wang - B. S. Zhang - B. Azzerboni - P. Khalili Amiri - G. Finocchio - Z. M. Zeng "Giant spin-torque diode sensitivity at low input power in the absence of bias magnetic field". *Nature Communications*, vol. 7, 11259, April 2016. DOI: 10.1038/ncomms11259.
  - 26) V. PULIAFITO - A. GIORDANO - B. AZZERBONI - G. FINOCCHIO, "Nanomagnetic logic with non-uniform states of clocking". *Journal of Physics D: Applied Physics*, vol. 49, 145001, March 2016. DOI: 10.1088/0022-3727/49/14/145001
  - 27) A. Fazio, P. Artoni, M. A. Iatì, C. D'Andrea, M. J. Lo Faro, S. Del Sorbo, S. Pirotta, P. G. Gucciardi, P. Musumeci, C. S. Vasi, R. Saija, M. Galli, F. Priolo, A. Irrera, Strongly enhanced light trapping in a two-dimensional silicon nanowire random fractal array, *Light: Science and Applications*, 5, e16062 Nature Publishing Group (2016)
  - 28) A. Spadaro, M. A. Iatì, J. Pérez-Piñeiro, C. Vázquez-Vázquez, M. A. Correa-Duarte, M. G. Donato, P. G. Gucciardi, R. Saija, G. Strangi, and O. M. Maragò, Optical Trapping of Plasmonic Mesocapsules: Enhanced Optical Forces and SERS, *J. Phys. Chem. C*, 121, 691–700 (2016)
  - 29) V. Macrì, L. Garziano, A. Ridolfo, O. Di Stefano, S. Savasta, Deterministic synthesis of mechanical NOON states in ultrastrong optomechanics, *Phys. Rev. A* 94 , 013817 (2016)
  - 30) L. Garziano, V. Macrì, R. Stassi, O. Di Stefano, F. Nori, S. Savasta, One photon can simultaneously excite two or more atoms, *Phys. Rev. Lett.* 117, 043601 (Editor's suggestion) (2016)
  - 31) R. Stassi, S. Savasta, L. Garziano, B. Spagnolo, F. Nori, Output field-quadrature measurements and squeezing in ultrastrong cavity-QED, *New Journal of Physics* 18 (12), 123005 (2016)
  - 32) N. Boukourt, B. Hadri, A. Caddemi, G. Crupi, and S. Patanè, "Electrical Characteristics of 8-nm SOI n-FinFETs" *Silicon* 8, 497-503 (2016).
  - 33) N. Boukourt, B. Hadri, and S. Patanè, "Effects of high-k dielectric materials on electrical characteristics of DG n-FinFETs" *International Journal of Computer Applications* (0975 – 8887) Volume 139 – No.10, (2016).
  - 34) N. Boukourt, B. Hadri, A. Caddemi, G. Crupi, and S. Patanè, "The temperature dependence of electrical parameters of TG SOI n-FinFET" *Trans. Electr. Electron. Mater.* Vol. 17, No. 6, pp. 329-334, December 25, 2016
  - 35) S. Russo, A. Testa, S. De Caro, T. Scimone, S. Panarello, S. Patanè, G. Scelba, G. Scarcella, Reliability "Assessment of Power MOSFETs Working in Avalanche Mode Based on a Thermal Strain Direct Measurement Approach" *IEEE TRANSACTIONS ON INDUSTRY APPLICATIONS*, VOL. 52, NO. 2, 1688, (2016)

- 36) A. Caddemi, E.Cardillo, G.Salvo, S. Patanè, "Microwave effects of UV light exposure of a GaN HEMT: Measurements and model extraction", MICROELECTRONICS RELIABILITY, 65, pp. 310-317 (2016)
- 37) G. Lazzini ; M. Castriciano ; M. Trapani ; N. Micali ; F. Tantussi ; L. Monsù Scolaro ; S. Patanè ; F. Fuso ; M. Allegrini , "Multichannel near-field nanoscopy of circular and linear dichroism at the solid-state", Proc. SPIE 9925, Nanoimaging and Nanospectroscopy IV, 99250G (September 15, 2016); doi:10.1117/12.2235806
- 38) S. Panarello, F. Garesci, C. Triolo, S. Patanè, D. Patti, S. Russo. "Reliability model application for power devices using mechanical strain real time mapping", Proceedings of the International Symposium on Power Semiconductor Devices and ICs Volume 2016-July, 25 July 2016, Article number 7520794, Pages 127-130 (2016)

### Comunicazioni a Congressi e Scuole

- 1) **G. Neri**, N. Micale, A. Scala, E. Fazio, A. Mazzaglia, P.G. Mineo, M. Montesi, S. Panseri, A. Tampieri, G. Grassa, A. Piperno: "Silibilin-conjugated graphene and hyaluronic acid platforms for osteosarcoma targeting", OMICS Annual Conference and Expo on Biomaterials March 14-16, 2016 London, UK, Vol. 6, Issue 1 ISSN: 2155-952X .This contribution is published on: J Biotechnol Biomater 2016, 6:1(Suppl); <http://dx.doi.org/10.4172/2155-952X.C1.050>
- 2) **S. Santangelo**, P.Frontera, F. Pantò, S. Stelitano, Y.Fan, N. Pinna, E. Fazio, M. Marelli, F. Neri, P. Antonucci:"Electro-Spun Self-Standing CoOx/C/Graphene Mats as Binder-Free Anodes for Flexible Li-ion Batteries: Performances and Perspectives", Graphene Conference (which will be held in Genova, April 18-22, 2016), topic "Composites for Energy applications"; [http://www.grapheneconf.com/2016/Scienceconferences\\_Graphene2016.php](http://www.grapheneconf.com/2016/Scienceconferences_Graphene2016.php)
- 3) **D. D'Angelo**, M.A. Buccheri, S. Filice, E. Fazio, G. Compagnini, M. Zimbone, M. V. Brundo, V.Privitera and S. Scalese: "Laser irradiation of graphene oxide: a new route to enhance antibacterial activity", EMRS2016.
- 4) L. D'Urso, E. Fazio, **G. Compagnini**, F. Neri:"Enhanced optical response of Noble Metal-ZnO hybrid nanostructures prepared by pulsed laser ablation in polymeric water solutions", 4th Conference on Advanced Nanoparticle Generation and Excitation by Lasers in Liquids (ANGEL); 9–12 May 2016, Essen (Germany).
- 5) **G. Compagnini**, R. Fiorenza, S. Scirè, L. D'Urso, M. E. Fragalà, O. Puglisi, E. Fazio, S. Filice, S. Scalese: "'In liquid' laser modification and photocatalytic water splitting activity of TiO2 nanoparticles", 4th Conference on Advanced Nanoparticle Generation and Excitation by Lasers in Liquids (ANGEL); 9–12 May 2016, Essen (Germany).
- 6) **M.Santoro**, A. Scala, S. Grimato, F. Barreca, S. Spadaro, G. Grassi, F. Neri, E. Fazio: "New remotely-triggered drug delivery system based on PEG-PLA\_ag nanocomposites", IONS Napoli 2016 International OSA Network of Students 6-8 Luglio 2016; <http://ionsnaples.osahost.org/>
- 7) G.Compagnini, L.D'urso, O.Puglisi, M.E. Fragalà, R.Fiorenza, S.Scirè, **S.Filice**, S.Scalese, E.Fazio: "Photocatalytic water splitting activity in laser treated TiO2 nanoparticles", 3<sup>rd</sup> International Conference on Nanojoining and Microjoining 2016, 25-28 Settembre 2016 Niagara Falls, Ontario (Canada), <http://www.nmj2016.org/>
- 8) **P. M. Ossi**, M. Santoro, E. Fazio, S. Trusso, P. Calandra, M. Tommasini, R. Saija, F. Neri: "Nanosecond vs picosecond laser ablation in liquid to synthesize noble metal nanoparticles. Comparing

- structure, morphology and optical properties”, ICPEPA-10 10<sup>th</sup> International Conference on Photoexcited processes and applications, 29 August-2 September, Brasov, Romania
- 9) **M. Santoro**, E. Fazio, S. Trusso, P.M. Ossi, M. Tommasini, F. Neri: “Rhodium nanoparticles synthesized by nanosecond and picosecond Pulsed Laser Ablation in Liquid” , Congresso GISR2016 Italian Meeting on Raman Spectroscopies and Non Linear Optical Effects, 14-16 September 2016, Padova (Italia).
  - 10) **A. Scala**, S. Grimato, G.Grassi, F. Neri, E. Fazio: “Laser light triggered release of Silibinin from metal/polymer nanocomposites”, Nanomedicine Congress Viterbo 2016, 21-23 Settembre 2016 Università of Tuscia (Italia); <http://nanodrug.cnr.it/index.php>.
  - 11) **E. Fazio**, S.G. Leonardi, M. Santoro, G. Neri, F. Neri, “Sensing properties of rhodium oxide nanoparticles prepared by pulsed laser ablation in liquids”, Italian National Conference on Materials Science and Technology, Catania 12-16 dicembre 2016 (Fazio E. relatore con contributo orale)
  - 12) V. Modafferi, S. Santangelo, E. Fazio, S. Patanè, F. Neri, M. **G. Musolino**, “Synthesis of CoxOy/graphene oxide and CoxOy/functionalised graphene oxide composites for rechargeable battery applications”, Italian National Conference on Materials Science and Technology, Catania 12-16 dicembre 2016
  - 13) **S. Santangelo**, P. Frontera, F. Pantò, S. Stelitano, E. Fazio, S. Patanè, M. Marelli, Y. Fan, N. Pinna, F. Neri, P.L. Antonucci, “Self-standing graphene-enriched anodes for lightweight lithium ion batteries”, Italian National Conference on Materials Science and Technology, Catania 12-16 dicembre 2016.
  - 14) **S. Filice**, G. Compagnini, R. Fiorenza, S.Scirè, L.D’Urso, M.E.Fragalà, E. Fazio, S. Scalese, “Laser processing of TiO<sub>2</sub> colloids for an enhanced photocatalytic water splitting activity”, Italian National Conference on Materials Science and Technology, Catania 12-16 dicembre 2016
  - 15) S. Savasta, presentazione orale su invito: "Anomalous quantum Rabi oscillations in the light-matter ultrastrong coupling regime", Workshop: "Present and future trends in ultrastrong light-matter coupling", at Chicheley Hall of the Kavli Royal Society International Centre, Regno Unito dal 02-03-2016 al 03-03-2016
  - 16) S. Savasta, Presentazione orale su invito: Strong Coupling with Organic Molecules - SCOM16, Donostia-San Sebastián, Spagna dal 19-10-2016 al 21-10-2016.
  - 17) L. Silipigni , A. Basile, F. Barreca, G. De Luca, L. Monsù Scolaro, B. Fazio, G. Salvato, Co-depositing graphene oxide and exfoliated manganese thiophosphate: a simple route to new 2D nanocomposites. Materials2016 - Materials Science and Technology- Catania 12- 16 Dicembre 2016 BOOK OF ABSTRACTS pag.172-173

## Collaborazioni

**Dottorandi:** M. Santoro, V. Macrì

**Assegnisti:** Anna Giordano, Vito Puliafito

**Collaboratori:** S. Spadaro, M. Bonsignore, A. Ridolfo, A. Cacciola, O. Di Stefano.

## Collaboratori esterni:

- Fritz Haber Institute of the Max Planck Society (Berlin),
- Dr. Nicola Pinna. Dipartimento di Energia – Politecnico di Milano,
- Prof. P. Ossi Dipartimento di Chimica – Università di Catania, Prof. G. Compagnini, Dr.ssa L.D’Urso Dipartimento di Meccanica & Materiali - Università Mediterranea di Reggio Calabria

- Prof.ssa S. Santangelo Istituto C.N.R.:
- Dr. S. Trusso, Dr. A. Mazzaglia, Dr. G. Salvato, Dr. B. Fazio, Dr. F. Aliotta, O. Maragò, A. Iatì- CNR, Istituto per i Processi Chimico Fisici, Messina.
- Dip.to Ingegneria Elettronica, Chimica e Ingegneria Industriale, Università di Messina, Prof. G. Neri, prof. B. Azzerboni.
- Dipartimento di Scienze biologiche e ambientali - Università di Messina, Prof. S. Guglielmino.
- Dipartimento di Chirurgia generale, Oncologia e Anatomia Patologica - Università di Messina, Dr. A. Allegra.
- Dr. M. Chiappini - Dirigente di Ricerca, INGV - Via di Vigna Murata, 605 - 00143 Roma
- *Prof. E. Cardelli* Dipartimento di Ingegneria Industriale, Università di Perugia – Perugia
- *Prof. L. Torres, Prof. L. Lopez Diaz*, “Departamento de Fisica Aplicada” , Universidad de Salamanca – Salamanca (Spagna)
- *Prof. I. N. Krivorotov*, Department of Physics and Astronomy, Irvine University – Irvine, CA (USA)
- *Prof. D. C. Ralph, Prof. B. Buhrman*, Laboratory of Atomic and Solid State Physics, Cornell University – Ithaca, NY (USA)
- *Prof. O. Ozatay* Bogazici University, Physics Department, KB 331-O –34342 Bebek/Istanbul, Turkey
- *Prof. S. Komineas*, Department of Applied Mathematics, University of Crete, Heraklion, Greece.
- *Dr. P. Tiberto*, INRIM – Istituto di Ricerca Metrologica, Elettromagnetica Division, Torino, Italy
- *Dr. M. Carpentieri*, POLITECNICO OF BARI - Department of Elettrotecnica ed Elettronica, Bari, Italy
- *Prof. Z. Zeng*, Suzhou Institute of Nanotech and Nanobionics, Suzhou, China
- Southampton University Prof. S. De Liberato, Center for Emergent Matter Science (CEMS), in RIKEN, F. Nori, R. Stassi, A. F. Kockum, University College London, dr. Phil Jones.
- G. Volpe, University of Gothenburg, Sweden.
- Dipartimento di Fisica, Università di Pisa, Prof.ssa M. Allegrini, Prof. Francesco Fuso
- Dipartimento di Matematica e Fisica “E. de Giorgi” - Università del Salento, Via Monteroni, 73100, Lecce (Italy), Prof. G. Gigli
- NNL CNR Istituto Nanoscienze, Via per Amesano 16, 73100, Lecce (Italy), Prof. Marco Mazzeo
- ST Microelectronics, Stabilimento di Catania, Dott. Davide Patti, Ing. Sebastiano Russo.
- University of Mostaganem, Algeria, Prof. Baghdad Hadri.

### **Organizzazione seminari, congressi, scuole**

Componente del Comitato Organizzatore e Program co-chair del workshop **“Frontiers in magnetism II”** sponsorizzato dalla IEEE Magnetic Society (Chapter of Italy). Messina, 15 Giugno 2016.

Componente dello Steering Committee della serie di conferenze **Advances in Magnetism (AIM)**. Organizzatore della special session "Micromagnetics of multiphysics spin-dependent phenomena toward petascale micromagnetic solver" dell'AIM 2016 a Bormio 14-16 Marzo 2016.

## 6.14 GRUPPO DI RICERCA IN “ BIOFISICA , FISICA SPERIMENTALE DEI SISTEMI COMPLESSI E FISICA APPLICATA AI BENI CULTURALI E AMBIENTALI”

**Componenti:** Giacomo Maisano, Giuseppe Carini, Maria Cutroni, Salvatore Magazù, Domenico Majolino, Vincenza Crupi, Ulderico Wanderlingh, Giovanna D'Angelo, Caterina Branca, Andrea Mandanici, Valentina Venuti, Mauro Federico.

### Tematiche scientifiche

#### 1-Fisica sperimentale della materia e Fisica applicata ai Beni culturali

L'attività di ricerca svolta nell'anno 2016 ha previsto un'approfondita indagine chimico-fisica delle proprietà strutturali e dinamiche di sistemi supramolecolari di interesse biofisico, con particolare riguardo ai sistemi drug/carriers aventi idonee caratteristiche di solubilità e stabilità per la loro applicazione in campo farmaceutico. L'attenzione è stata prevalentemente rivolta ai complessi di inclusione con ciclodestrine sia native che modificate e ai sistemi nanoaggregati, in grado di incapsulare farmaci diversi e capaci di controllare il rilascio degli stessi. Tali formulazioni rendono, inoltre, possibile la somministrazione per vie alternative. Tale attività di ricerca, che ha previsto l'impiego congiunto di differenti e complementari tecniche spettroscopiche supportate da simulazioni quanto-meccaniche, è stata portata avanti nell'ambito di un'ampia collaborazione con il Dipartimento di Chimica, dei Materiali e di Ingegneria Chimica “G. Natta” del Politecnico di Milano, con Elettra – Sincrotrone Trieste S.C.p.A, con il Dipartimento di Chimica dell'Università di Torino e con il Dipartimento di Scienze Chimiche, biologiche, Farmaceutiche ed Ambientali dell'Università di Messina.

Per quanto riguarda l'attività di ricerca nel campo dei beni culturali, essa è stata finalizzata alla caratterizzazione chimico-fisica, mineralogico-petrografica e tecnologica di varie tipologie di manufatti, con particolare riferimento a ceramiche e intonaci decorati. In particolare, l'uso di protocolli metodologici innovativi, non invasivi o per lo più micro distruttivi, e di strumentazioni portatili per un'analisi in situ di manufatti inamovibili, si è rivelato cruciale per una completa caratterizzazione del reperto che ha portato ad una sua corretta collocazione storico-geografica, nonché alla ricostruzione della tecnologia di manifattura. Le sopraccitate linee di ricerca possono pertanto essere dettagliate secondo le seguenti tematiche:

##### a) Studio delle proprietà strutturali e dinamiche di sistemi supra-molecolari

È stato innanzitutto effettuato uno studio vibrazionale mediante spettroscopie UV-Raman e FTIR-ATR su soluzioni acquose di sulfobutyl ether  $\beta$ -cyclodextrin (SBE- $\beta$ -CD), al variare della concentrazione e della temperatura, con lo scopo di fornire una spiegazione su scala molecolare della migliore efficacia di questo carrier rispetto alle ciclodestrine naturali. L'attenzione è stata principalmente rivolta alle modifiche indotte sulla banda di stretching O-H, correlata al riarrangiamento dinamico del network a legame idrogeno (HB) delle molecole d'acqua. I risultati mostrano un caratteristico effetto "structure-breaker" sugli arrangiamenti HB tetraedrici, indotto aumentando sia la concentrazione che la temperatura, permettendo inoltre di estrarre parametri termodinamici.

Per quanto concerne i sistemi nanoaggregati, è stato condotto uno studio spettroscopico di acqua adsorbita in un idrogel polisaccaride modello, sensibile al pH, con lo scopo di comprendere come la riorganizzazione del network HB dell'acqua sia influenzata dalla combinazione di nanoconfinement e di effetti di solvatazione idrofobica/idrofilica. Gli effetti della temperatura, del livello di idratazione e del pH sulla dinamica vibrazionale associata alle molecole d'acqua e allo scheletro del polimero sono stati disaccoppiati e analizzati tramite l'uso complementare di scattering UV-Raman e spettroscopia IR. I dati speri-



mentali dimostrano che gli effetti della solvatazione nella matrice dell'idrogel sono essenzialmente dominati dall'idratazione delle parti più idrofobiche del network polimerico, mentre l'effetto del pH sulla riorganizzazione del network HB delle molecole d'acqua confinata è simile a quello indotto dal raffreddamento del sistema.

#### b) Metodologie fisiche applicate ai beni culturali

E' stata condotta un'indagine, mediante small angle neutron scattering (SANS), su calcareniti ampiamente utilizzate nell'architettura barocca di Modica (Sicilia orientale). Lo scopo era quello di correlare il deterioramento dovuto alla cristallizzazione di sali e, successivamente, il consolidamento (utilizzando il nanolime come prodotto consolidante) alle caratteristiche mesoscopiche, con particolare riguardo alla struttura dei pori, che determina l'interazione tra superficie e agenti ambientali/consolidanti. I risultati sperimentali sono stati interpretati in termini di un modello frattale che si è rivelato di successo nel caratterizzare le proprietà fisiche indotte dal trattamento, al fine prevedere il comportamento della pietra consolidata contro il deterioramento salino.

Ancora, è stata effettuata un'indagine complementare, mediante spettroscopia FT-IR, micro-Raman convenzionale, e scattering UV-Raman, dei minerali costituenti il bulk e una varietà di pigmenti di affreschi murari provenienti dal prestigioso sito archeologico di Villa dei Quintili (Roma). L'approccio multi-tecnica ha permesso di ricostruire la tecnica pittorica, fornendo informazioni utili per eventuali interventi di restauro.

Infine è stata effettuata un'indagine a diverse scale spaziali, mediante microscopia ottica (OM), elettronica (SEM-EDS), diffrazione di raggi X (XRD) e prompt gamma activation analysis (PGAA) su frammenti di ceramica provenienti dal sito archeologico di Agsu (Azerbaijan) e risalenti al XIX secolo d. C., chiarendo le caratteristiche tecnologiche riguardanti il processo di preparazione. Il lavoro prodotto apre la strada a numerosi studi archeometrici su quest'area, ad oggi priva di documentazione.

## **2. Caratterizzazione strutturale e dinamica di sistemi materiali di interesse biofisico.**

Le tematiche di ricerca trattate nel corso del 2016 sono state molteplici e sotto alcuni aspetti anche diverse, per quanto emerga un comune motivo conduttore: l'uso integrato di tecniche di indagine sperimentali per la caratterizzazione delle correlazioni spazio-temporali di sistemi materiali di interesse biofisico; tali sistemi sono caratterizzati da una struttura dinamica parametrizzabile per mezzo di opportune scale spazio-temporali che possono essere investigate sperimentalmente e mediante approcci teorici e simulativi. In questo riferimento i temi di ricerca possono così sintetizzarsi: a) studio delle distanze e dei tempi caratteristici, per cui il concetto di ordine risulta dominante; b) studio delle influenze che tali proprietà di ordine esercitano sui meccanismi microscopici e sui comportamenti macroscopici (processi di rilassamento, idratazione, coordinazione, denaturazione, resilienza, flessibilità, etc...). I sistemi sottoposti ad indagine hanno compreso soluzioni di disaccaridi in presenza di glicerolo e glucosio, proteine, bioprotettori, polimeri e sistemi complessi di interesse biotecnologico. Particolare attenzione è stata rivolta all'analisi delle proprietà chimico-fisiche rilevanti nei meccanismi di bioprotezione. In questo riferimento si inserisce lo studio di sistemi binari bioprotettore/solvente e ternari macromolecola/bioprotettore/solvente. Più specificatamente sono stati analizzati i dati relativi a sistemi glass-forming a differente concentrazione. In questo riferimento, la trasformata wavelet si è rivelata un potente strumento per l'analisi e l'elaborazione dei segnali registrati.

### **3. Metodologie fisiche applicate al settore ambientale; meteorologia e modellistica ambientale.**

Nell'ambito della Fisica applicata al settore ambientale, sono state impiegate alcune tecnologie fisiche per la misurazione dei valori di inquinamento acustico e del campo elettromagnetico che sono stati trattati mediante l'impiego di Sistemi Informativi Territoriali (Geographic Informative Systems, GIS) ai fini dell'analisi e della trasposizione multimediale delle informazioni. Per quanto attiene l'attività di ricerca nel settore meteorologia e modellistica ambientale particolare riguardo è stato rivolto agli eventi estremi che hanno interessato la Sicilia al fine di stabilire delle correlazioni quantitative tra i parametri fisici monitorati. Si è inoltre proceduto allo sviluppo di un modello fisico – matematico ad area limitata e ad alta risoluzione per la previsione meteorologica, con specifico riferimento alla Regione Sicilia. Al riguardo si è utilizzato il “core” ARW (Advanced Research WRF) del modello WRF (Weather Research Forecast). La configurazione del modello è stata ottimizzata mediante: a) l'acquisizione di parametri meteo mediante stazioni portatili e stazionarie specificamente predisposte e utilizzate per migliorare l'inizializzazione del modello; b) l'aumento della risoluzione dei dati geografici statici iniziali e l'ottimizzazione dei parametri locali di uso del suolo e copertura vegetativa; c) l'analisi fisica e l'adozione di configurazioni parametriche ad hoc per l'ottimizzazione delle performances del modello; d) l'acquisizione dei dati delle temperature del mare in modalità dinamica. La validazione degli approcci applicati è stata effettuata mediante analisi wavelet.

### **4. Dinamica vibrazionale e di rilassamento di vetri densificati ad elevate pressioni.**

Sono state studiate le modifiche strutturali, le proprietà termiche, la dinamica vibrazionale e di rilassamento in vetri densificati mediante l'applicazione di alte pressioni a temperature superiori alla temperatura di transizione vetrosa  $T_g$ . E' stata osservata una sensibile diminuzione della eccitazioni vibrazionali addizionali di bassa energia all'aumentare della densità. In particolare è stato effettuato uno studio comparativo di scattering inelastico dei neutroni e della luce (scattering Raman), e di calore specifico a basse temperature. Da tale confronto è stato dedotto che le anomalie vibrazionali e termiche dei solidi amorfi sono causate dall'eccesso di volume (minore densità) del vetro, e non dal disordine strutturale. Le osservazioni ottenute su un ampio intervallo di densità vetrose sono state confrontate con le predizioni di vari modelli teorici che spiegano la natura del BP, ottenendo consistenza con i risultati di uno studio di simulazione in base al quale le vibrazioni di un sistema di particelle compresse diminuiscono al crescere della frazione di impacchettamento. Queste osservazioni dimostrano che le vibrazioni “soffici” supplementari dei vetri derivano da unità specifiche, che rappresentano la base strutturale dell'ordine a medio raggio e si formano a causa dello scarso impacchettamento atomico della struttura. Inoltre è stato provato che i rilassamenti termicamente attivati di queste unità super-strutturali, unitamente all'anarmonicità vibrazionale, regolano l'attenuazione e la velocità del suono nei vetri. Questi difetti strutturali, localmente mobili, sono assenti nella fase cristallina il cui comportamento acustico è determinato solo dall'accoppiamento anarmonico tra onde acustiche e vibrazioni termiche.

### **5. Proprietà strutturali dei vetri su scala atomiche ed intermedia**

E' stata investigata l'origine del primo intenso picco di diffrazione (FSDP) che appare nel fattore di struttura statico dei vetri e dei liquidi glass-forming. Tale picco caratterizza l'ordinamento strutturale su scale di lunghezze nanometriche e cambia in maniera anomala con la temperatura, la pressione e la composizione chimica, rispetto agli altri picchi presenti nello spettro di diffrazione. Attualmente, l'origine strutturale del FSDP è oggetto di controversie teoriche. L'analisi dei risultati di una serie di esperimenti di diffrazione neutronica condotti in vetri borati alcalini, contenenti differenti concentrazioni di ossido metal-

lico, ha permesso di sviluppare un modello in cui il FSDP descrive la periodicità dei contorni di vuoti strutturali di dimensioni nanometriche, omogeneamente distribuiti nel network vetroso. Tali vuoti in un vetro sono definiti dalla disposizione disordinata delle unità formanti il network. Le variazioni nell'intensità e nella posizione del FSDP con la pressione riflettono le variazioni nelle distribuzioni delle dimensioni e del numero di tali vuoti strutturali.

## **6. Rilassamento strutturale e fragilità dei polimeri**

Molti polimeri mostrano una elevata ed enigmatica dipendenza del loro tempo di rilassamento strutturale dalla temperatura (fragilità) rispetto ai liquidi di piccole molecole. Per comprendere l'origine di tale comportamento sono state analizzate le correlazioni di molte proprietà dei polimeri alla loro fragilità considerando come caso studio un polimero di polistirene a vari pesi molecolari (PM). Lo studio ha dimostrato che le correlazioni funzionano nel caso di polimeri con catene corte (oligomeri), ma falliscono progressivamente nei polimeri ad elevato PM. Sorprendentemente è stato verificato che la fragilità determinata dal rilassamento della catena segue le correlazioni, qualunque sia il peso molecolare del polimero. Questi risultati suggeriscono che esiste una differenza fra rilassamento del livello molecolare e il rilassamento segmentale e ci hanno portato ad ipotizzare che molti polimeri non possano raggiungere uno stato ergodico sulla scala temporale della dinamica segmentale a causa della connettività e della rigidità della catena. Ciò comporta una più marcata diminuzione dell'entropia configurazionale durante la fase di raffreddamento del fuso e determina una maggiore dipendenza dalla temperatura del rilassamento segmentale. Lo scenario proposto fornisce una nuova importante visione delle specifiche della dinamica dei polimeri: il ruolo del tempo necessario per raggiungere lo stato di ergodicità e lunghezza associata a tale stato. Infine, viene suggerito che uno scenario simile possa essere applicato anche ad altri sistemi molecolari con gradi di libertà intramolecolari e a sistemi chimicamente complessi in cui la scala temporale delle fluttuazioni chimiche risulta essere più lunga della scala temporale del rilassamento strutturale.

## **7. Conducibilità e processi di rilassamento in liquidi ionici e materiali glass-forming.**

In molti materiali glass-forming e nei liquidi ionici possono essere osservati simultaneamente aspetti legati alla conducibilità ionica e fenomeni di rilassamento. Per lo studio di questi fenomeni risulta particolarmente utile la tecnica di spettroscopia dielettrica a larga banda: viene utilizzato un sistema di misura, sviluppato in sede, per lo studio della costante dielettrica complessa dei materiali in funzione della frequenza nel range fra 100 mHz e 3 GHz. Con un singolo campione ed un singolo setup è possibile determinare la parte reale e la parte immaginaria della permittività complessa nell'intero range di frequenza considerato. I dati sperimentali ottenuti sono stati analizzati sulla base di diverse equazioni fenomenologiche mirando ad identificare quelle che forniscono la descrizione più accurata, anche al variare della temperatura, ed effettuando un confronto con modelli per la conduzione ionica disponibili in letteratura.

## **8. Proprietà dinamiche e strutturali di sostanze anfifiliche e loro miscele**

Studi basati sulla spettroscopia dielettrica e su tecniche di indagine strutturale hanno mostrato che miscele di sostanze anfifiliche quali l'acido ottanoico e la bis(2-ethyl-hexyl)ammine hanno conducibilità elettrica molto superiore rispetto ai componenti puri, grazie alla costituzione di aggregati su scala nanometrica che consentono una conduzione protonica [JOURNAL OF MATERIALS CHEMISTRY C, 3 (2015) 3198-3210 e riferimenti in esso citati]. In vista di potenziali applicazioni, sono state studiate miscele di sostanze anfifiliche al variare della struttura molecolare, osservando il comportamento della conducibilità e dei rilassamenti dielettrici, in relazione alla viscosità, alle proprietà calorimetriche, ai rilassamenti meccanici ed alla costituzione di nanoaggregati. Questa ricerca è svolta in collaborazione con il dr. Pietro

Calandra, CNR-Istituto per i Materiali Nanostrutturati, Roma, con il prof. Aleksandar Matic, Chalmers University of Technology, Goteborg, e con il prof. Roland Bohmer, Technische Universität Dortmund.

### **9. Sviluppo di applicazioni per controllo di strumentazione scientifica ed elaborazione di dati sperimentali con software libero di calcolo scientifico**

In collaborazione con i proff. G. Fiumara e G. Mandaglio dell'Università di Messina sono state progettate e sviluppate applicazioni per il controllo di strumentazione scientifica utilizzando software libero Python, prevalentemente su piattaforma Linux. Sono state anche messe a punto applicazioni basate su hardware Raspberry Pi, con sistema operativo Raspbian, per la gestione di misure dielettriche in funzione della temperatura e in funzione della frequenza, sia nel range 20Hz-1MHz, sia nella regione delle microonde. Per l'elaborazione, l'analisi e la rappresentazione grafica dei dati sono stati sviluppati codici in linguaggio Python e sono stati utilizzati gli strumenti software messi a disposizione dal framework libero ROOT (root.cern.ch). Collaboratori : Alessandro Biondo, Giuseppe De Franco, Giuseppe Mastrovito, Valerio Nania.

### **10. Simulazione della risposta di sistemi sperimentali con software per calcolo scientifico.**

Utilizzando il software Mathcad, e risorse open source quali il software ROOT ed il linguaggio Python, in collaborazione con i proff. G. Fiumara e G. Mandaglio, sono stati sviluppati codici per simulare la risposta di sistemi sperimentali: una linea di trasmissione costituita da guide d'onda rettangolari per misure delle proprietà dielettriche dei materiali nella regione delle microonde (collaboratore: Elia Ardino); una matrice di trasduttori ultrasonici per l'intrappolamento acustico (collaboratore: Dario Siracusa).

### **11. Struttura e dinamica di Membrane Biomimetiche**

Le biomembrane sono un esempio di sistemi colloidali e mostrano particolari proprietà fisiche che sono essenziali per la funzionalità biologica. Nonostante la loro complessità, lo studio delle membrane ci permette di esplorare le relazioni tra modulazioni bio-chimiche e proprietà fisiche dei biomateriali e la loro implicazione nel controllo delle funzioni biologiche.

Esperimenti di Scattering Quasielastico di neutroni su biomembrane modello, formate da doppi strati di fosfolipidi separati da strati di solvente acquoso, hanno permesso di determinare le principali dinamiche presenti in tali sistemi a temperatura ambiente, nel range dal nano alle centinaia di pico secondi. In particolare, tramite lo sviluppo di uno modello semplificato della struttura del fosfolipide, si è messa in evidenza la notevole differenza di mobilità tra i vari segmenti della catena lipidica, ed è stata inoltre caratterizzata la geometria della dinamica diffusiva locale.

E' stata inoltre investigata la dinamica collettiva vibrazionale dei doppi strati fosfolipidici nelle fasi gel e liquida mediante simulazione di dinamica molecolare, tecniche di scattering coerente di neutroni e di spettroscopia far-FTIR. Questi studi hanno mostrato che lo spettro delle eccitazioni vibrazionali collettive nei doppi strati lipidici consiste di modi acustici e longitudinali modificati dal disordine e di una serie di modi ottici. E' stata inoltre fornita evidenza di una interazione risonante fra il modo acustico longitudinale e il modo ottico di più bassa frequenza.

### **12. Nanocompositi a matrice polimerica**

I nanocompositi polimerici sono utilizzati nei più svariati campi di applicazioni grazie alle loro eccezionali prestazioni meccaniche e funzionali. Infatti le proprietà meccaniche, ottiche, termiche e chimico fisiche sono notevolmente superiori rispetto ai microcompositi particellari tradizionali. Particolare interesse hanno suscitato i nanocompositi realizzati a partire da biopolimeri quali i carboidrati in cui è presente

una fase di rinforzo sotto forma di particelle, lamelle o fibre dell'ordine nanometrico. Viste le alte potenzialità di questa particolare classe di compositi, negli ultimi anni c'è un crescente interesse nella sintesi e caratterizzazione delle loro proprietà che non dipendono banalmente dalle proprietà dei singoli componenti bensì dalla morfologia e dalle caratteristiche all'interfaccia.

Obiettivo del gruppo di ricerca è la sintesi e lo studio delle proprietà dinamico-strutturali di nanocompositi formati da polisaccaridi, quali il chitosano, la guar gum e l'alginato di sodio, in presenza di un'argilla quale la montmorillonite. In particolare, vengono prima studiate le proprietà strutturali e morfologiche tramite FTIR e XRD e SEM, in modo da evidenziare la presenza di particolari conformazioni morfologiche quali l'intercalazione, l'esfoliazione o la presenza di tattoidi. Vengono inoltre investigate le proprietà dinamiche e reologiche tramite spettroscopia a correlazione di fotoni e tecniche reometriche classiche e microreometriche tramite diffusing wave spectroscopy. Questo studio ha consentito di evidenziare lo stretto legame esistente tra le proprietà diffusive e strutturali dei nanocompositi e la loro morfologia come quest'ultima sia fortemente influenzata da molteplici fattori ambientali.

### **Pubblicazioni su riviste ISI**

- 1) C. Cannava', R. Stancanelli, M. R. Marabeti, V. Venuti, C. Cascio, P. Guarneri, C. Bongiorno, G. Sortino, D. Majolino, A. Mazzaglia, S. Tommasini, C. A. Ventura (2016). Nanospheres based on PLGA/amphiphilic cyclodextrin assemblies as potential enhancers of Methylene Blue neuroprotective effect. *RSC ADVANCES*, vol. 6, p. 16720-16729.
- 2) V. Crupi, V. Allodi, C. Bottari, F. D'amico, G. Galli, A. Gessini, M. F. La Russa, F. Longo, D. Majolino, G. Mariotto, C. Masciovecchio, A. Pezzino, B. Rossi, S. A. Ruffolo, V. Venuti (2016). Spectroscopic investigation of Roman decorated plasters by combining FT-IR, micro-Raman and UV-Raman analyses. *VIBRATIONAL SPECTROSCOPY*, vol. 83, p. 78-84.
- 3) V. Venuti, B. Rossi, V. Crupi, F. D'amico, A. Gessini, D. Majolino, C. Masciovecchio, R. Stancanelli, C. A. Ventura (2016). Solute-solvent interactions in aqueous solutions of sulfobutyl ether-beta-cyclodextrin as probed by UV-Raman and FTIR-ATR analysis. *JOURNAL OF PHYSICAL CHEMISTRY B*, vol. 120, p. 3746-3753.
- 4) B. Rossi, V. Venuti, A. Mele, C. Punta, L. Melone, F. D'amico, A. Gessini, V. Crupi, D. Majolino, F. Trotta, C. Masciovecchio (2016). Vibrational signatures of the water behaviour upon confinement in nanoporous hydrogels. *PHYSICAL CHEMISTRY CHEMICAL PHYSICS*, vol. 18, p. 12252-12259.
- 5) C. Bottari, G. M. Crisci, V. Crupi, V. Ignazzitto, M. F. La Russa, D. Majolino, M. Ricca, B. Rossi, S. A. Ruffolo, J. Teixeira, V. Venuti (2016). SANS investigation of the salt-crystallization- and surface-treatment-induced degradation on limestones of historic-artistic interest. *APPLIED PHYSICS A*, vol. 122, p. 1-9.
- 6) V. Crupi, M. Interdonato, F. Longo, G. Maisano, D. Majolino, B. Rossi, V. Venuti (2016). Coulometry for the detection of water content in archaeological findings. *AAPP – ATTI DELLA ACCADEMIA PELORITANA DEI PERICOLANTI CLASSE DI SCIENZE FISICHE MATEMATICHE E NATURALI*, vol. 94, p. A3(13 pagine).
- 7) V. Crupi, Z. Kasztovszky, F. Khalilli, M. F. La Russa, A. Macchia, D. Majolino, B. Rossi, N. Rovella, S. A. Ruffolo, V. Venuti (2016). Evaluation of complementary methodologies applied to a preliminary archaeometric study of glazed pottery from Agsu (Azerbaijan). *INTERNATIONAL JOURNAL OF CONSERVATION SCIENCE*, vol. 7, p. 901-912.
- 8) B. Rossi, V. Venuti, F. D'amico, A. Gessini, A. Mele, C. Punta, L. Melone, V. Crupi, D. Majolino, C. Masciovecchio (2016). Guest-matrix interactions affect the solvation of cyclodextrin-based polymeric hydrogels: a UV Raman scattering study. *SOFT MATTER*, vol. 12, p. 8861-8868.

- 9) M.T. Caccamo, E. Calabrò, A. Cannuli, S. Magazù “Wavelet Study of Meteorological Data Collected by Arduino-Weather Station: Impact on Solar Energy Collection Technology”, “MATEC Web of Conferences 55, 02004 (2016)” – ACPEE 2016. DOI: 10.1051/mateconf/20165502004.
- 10) S. Magazù, E. Calabrò, M.T. Caccamo, A. Cannuli “The Shielding Action of Disaccharides for Typical Proteins in Aqueous Solution Against Static, 50 Hz and 1800 MHz Frequencies Electromagnetic Fields”, “Current Chemical Biology” 2016.
- 11) Emanuele Calabrò, Salvatore Magazù, “Interactions of Bovine Muscle Tissue with 2450 MHz Microwaves Studied in the Mid-Infrared Region”, International Journal of Food Properties, Vol.19(6), 1353-1361, 2016.
- 12) Emanuele Calabrò, Salvatore Magazù, “Parallel  $\beta$ -sheet Vibration Band Increases with Proteins Dipole Moment under Exposure to 1765 MHz Microwaves”, Bioelectromagnetics, Vol. 37 (2), 99-107, 2016.
- 13) Emanuele Calabrò, “Competition between Hydrogen Bonding and Protein Aggregation in Neuronal-Like Cells under Exposure to 50 Hz Magnetic Field”, International Journal of Radiation Biology, Vol. 92(7), 395-403, 2016.
- 14) Emanuele Calabrò, Editorial of the Thematic Issue “Effects of Man-Made Electromagnetic Fields on Simple Organic Systems and Cellular Functions”, Current Chemical Biology 10 (1), pag. 1, 2016.
- 15) Emanuele Calabrò and Salvatore Magazù, “Correlation between Increases of the Annual Global Solar Radiation and the Ground Albedo Solar Radiation due to Desertification—A Possible Factor Contributing to Climatic Change”, Climate 4(4), 64; 2016, DOI:10.3390/cli4040064
- 16) Caccamo, M.T; Magazù, S. “Tagging the oligomer-to-polymer crossover on EG and PEGs by infrared and Raman spectroscopies and by wavelet cross-correlation spectral analysis”. In Vibrational Spectroscopy 85, pp. 222-227, 2016 - ISSN:0924-2031 DOI:10.1016/j.vibspec.2016.04.017.
- 17) Lombardo, Domenico; Calandra, Pietro; Barreca, Davide; Magazù, Salvatore; Kiselev, Mikhail A. “Soft interaction in liposome nanocarriers for therapeutic drug delivery”. In NANOMATERIALS - vol. 6 (125) pp.1-26, 2016 ISSN:2079-4991 DOI:10.3390/nano6070125.
- 18) Dalle-Ferrier C, Kisliuk A, Hong L, Carini Jr G, Carini G., D’Angelo G., Alba-Simionesco C., Novikov V. N. and Sokolov A.P., “Why many polymers are so fragile: A new perspective”, The Journal of Chemical Physics 145 (15), 154901 (2016).
- 19) Branca C, D’Angelo G, Crupi C, Khouzami K, Rifichi S, Ruello G and Wanderlingh U., ... “Role of the OH and NH vibrational groups in polysaccharide-nanocomposite interactions: A FTIR-ATR study on chitosan and chitosan/clay films” Polymer 99, 614-622 (2016).
- 20) G D’Angelo, C Branca, G Carini, G Ceccio, C Crupi, S Rifichi, G Ruello, U. Wanderlingh and L. Torrisi, “Structural investigation and laser plasma diagnostics of borate glasses containing silver nanoparticles”, Journal of Instrumentation 11 (05), C05005 (2016)
- 21) G Baldi, G Carini Jr, G Carini, A Chumakov, R Dal Maschio, G D’Angelo,....M. Zanatta, “New insights on the specific heat of glasses” Philosophical Magazine 96 (7-9), 754-760 (2016).
- 22) C Crupi, G Carini, G Ruello, G D’Angelo, Intermediate range order in alkaline borate glasses Philosophical Magazine 96 (7-9), 788-799 (2016).
- 23) G Carini Jr, G Carini, D Cosio, G D’Angelo, F Rossi , Low temperature heat capacity of permanently densified SiO<sub>2</sub> glasses, Philosophical Magazine 96 (7-9), 761-773 (2016)
- 24) S Rifichi, G D’Angelo, C Crupi, C Branca, V Conti Nibali, C Corsaro, and U. Wanderlingh, Influence of Alcohols on the Lateral Diffusion in Phospholipid Membranes, The Journal of Physical Chemistry B 120 (7), 1285-1290 (2016)

## Pubblicazioni non ISI

- 1) V. Crupi, S. D'amico, F. Longo, D. Majolino, R. Persico, M. Saccone, G. V. Spagnolo, V. Venuti. "Indagini multidisciplinari e rilievo 3D fotogrammetrico presso il sito archeologico di Scifi (Messina)". RIASSUNTI ESTESI DELLE COMUNICAZIONI - 35° CONVEGNO NAZIONALE GRUPPO NAZIONALE DI GEOFISICA DELLA TERRA SOLIDA (GNGTS) – Lecce, 22-24 Novembre 2016, p. 553-557, ISBN: 978-88-940442-7-0.
- 2) Castorina, G.; Colombo, F.; Insinga, V.; Maiorana, E.; Magazù, S. "Global Climate Changes and Global Warming: Effects Related to Extreme Weather Events on Local Scale", In Activity Report 2016 - Dottorato di Ricerca in Fisica, Università di Messina, Lorenzo Torrisi editore, ISSN: 2038-5889 pp.71-74.
- 3) Castorina, G.; Caccamo, M.T.; Colombo, F.; Insinga, V.; Maiorana, E.; Magazù, S. "Sviluppo e ottimizzazione di un modello fisico – matematico ad area limitata e ad alta risoluzione per la previsione di dati meteorologici". In XX Conferenza Nazionale ASITA - ISBN: 978-88-941232-6-5, pp.185-192.
- 4) Cannuli, E. Calabrò, M.T. Caccamo, S. Magazù "A Study of Monitoring High Frequency Electromagnetic Field Pollution in Urban Area", "Fourth International Conference on Radiation and Applications in Various Fields of Research", Serbia 23-27 May 2016.
- 5) Cannuli, E. Calabrò, M.T. Caccamo, S. Magazù "Measurements and Effects of Microwave Radiation Emitted by Wireless Communication Devices", "Fourth International Conference on Radiation and Applications in Various Fields of Research", Serbia 23-27 May 2016.
- 6) E. Calabrò, S. Magazù, Microwave radiation at 1800 MHz induces increase of  $\beta$ -turn and  $\beta$ -sheet features in typical proteins, RAD 2016, Fourth International Conference on Radiation and Applications in Various Fields of Research, May 23-27, 2016, Niš, Serbia. Book of Abstracts, pag. 222. ISBN: 978-86-6125-160-3.
- 7) E. Calabrò, S. Magazù, Reorientation of polymer chains can be produced by extremely low frequency electromagnetic field radiation, RAD 2016, Fourth International Conference on Radiation and Applications in Various Fields of Research, May 23-27, 2016, Niš, Serbia. Book of Abstracts, pag. 223. ISBN: 978-86-6125-160-3.
- 8) E. Calabrò, S. Magazù, Modulation of Proteins Unfolding under Exposure to High Frequency Electromagnetic Field following Proteins Dipole Moment, 30th Anniversary Symposium of the Protein Society, Baltimore, 16-19 July 2016.
- 9) E. Calabrò, S. Magazù, Amide A Band Decreases in a Tetrameric Hemeprotein under Exposure to Static or 50 Hz Electromagnetic Fields, 30th Anniversary Symposium of the Protein Society, 16-19 July 2016, Baltimore, USA.
- 10) E. Calabrò, S. Magazù, "A Review of Advances in the Analysis of Biological Systems by means of Fourier Transform Infrared (FTIR) Spectroscopy", Chapter 1 in "Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR): Methods, Analysis and Research Insights", Nova Science Publishers, NY, 2016, ISBN: 978-1-53610-383-0 (softcover), ISBN: 978-1-53610-401-1 (eBook).
- 11) Monica Currò, Emanuele Calabrò, Nadia Ferlazzo, Daniela Caccamo, Salvatore Magazù, Riccardo Ientile, FTIR Spectroscopy to Study Bioeffects of Static Magnetic Fields on Neuronal-like Cell Cultures, Current Metabolomics, published online 2016. DOI: 10.2174/2213235X04666161019144151.
- 12) Nadia Ferlazzo, Emanuele Calabrò, Monica Currò, Daniela Caccamo, Salvatore Magazù, Riccardo Ientile, FTIR Spectroscopy Analysis can Highlight Induced Damage in Neuronal-like Cells and Bio-protective Effectiveness of Agmatine, Current Metabolomics, published online 2016. DOI: 10.2174/2213235X04666161118144545.

- 13) Mezei, F.; Caccamo, M. T.; Migliardo, F.; Magazù, S. Enhanced Performance Neutron Scattering Spectroscopy by Use of Correlation Techniques. In Instrumentation and Detectors, pp.1-17, 2016
- 14) A.Cannuli, M. T. Caccamo, S. Magazù, "Design, Realization and Optimization of an Acoustic Levitator addressed to Condensed Matter Studies" In Activity Report 2016 - Dottorato di Ricerca in Fisica, Università di Messina, Lorenzo Torrisi editore, ISSN: 2038-5889 pp.67-71.
- 15) Caccamo, M.T.; Cannuli, A.; Castorina, G.; Colombo, F.; Insinga, V.; Maiorana, E.; Magazù, S.; Highlights on Extreme Meteorological Events in Sicily; Scirea Journal Of Geosciences 1(2) 78-87, 2016
- 16) F. Colombo ,G. Castorina, V. Insinga, E. Maiorana, "Climatic analysis of some places of Sicily using simple graphics tools and wavelet" In Activity Report 2016 - Dottorato di Ricerca in Fisica, Università di Messina, Lorenzo Torrisi editore, ISSN: 2038-5889 pp.75-78.
- 17) S. Coppolino, M.T. Caccamo, S. Magazù, "Effects of Instrumental Energy Resolution on the Measured MSD as Obtained by Elastic Incoherent Neutron Scattering Data" In Activity Report 2016 - Dottorato di Ricerca in Fisica, Università di Messina, Lorenzo Torrisi editore, ISSN: 2038-5889 pp.19-22.

#### **Comunicazione a congressi e scuole**

- 1) V. Venuti , "FT-IR spectroscopy to study inclusion complexes"- Comunicazione orale , 3RD INTERNATIONAL SUMMER SCHOOL ON CYCLODEXTRINS 29 Giugno – 1 Luglio 2016, Asti.
- 2) V. Venuti, "Le metodologie neutroniche in archeometria"- Comunicazione orale (Relatore Prof. V. Venuti- SCUOLA NAZIONALE "SCIENZA E BENI CULTURALI – DALL'ANALISI NON INVASIVA ALLA RICOSTRUZIONE 3D", 19-23 Settembre 2016, Messina-Valle D'Agrò.
- 3) S. Magazù, "Reports on COSMO, Le Studium Research Consortium",Orlèans (F) 25 Febbraio 2016.
- 4) S. Magazù, "Fragility and complexity in biophysics systems", The international Conference Thermocon'16 (Thermal Theories of Continua: Survey and Developments, 2016), Messina, 19 Aprile 2016.

#### **Collaborazioni:**

**Dottorandi:** Dott. Giuseppe Paladini, Dott.ssa Khaoula Khouzami, Dott.ssa Giovanna Ruello, Dr. Valentino Romano.

**Collaboratori :** Prof.ssa Federica Migliardo, Dr.ssa Maria Teresa Caccamo, Dr. Emanuele Calabrò, Dr. Antonio Cannuli, Dr. Giuseppe Castorina, Dr. Franco Colombo, Dr.ssa Salvina Coppolino, Dr. Cristina Crupi, Dr. Giovanni Carini, Dr. Valeria Conti Nibali, Dr. Simona Rifici.

#### **Collaboratori Esterni:**

- M. F. La Russa, S. A. Ruffolo, M. Ricca, G. M. Crisci, Dipartimento di Biologia, Ecologia e Scienze della Terra, Università degli Studi della Calabria.
- R. Stancanelli, C. A. Ventura, S. Tommasini, Dipartimento di Scienze chimiche, biologiche, farmaceutiche e ambientali, Università degli Studi di Messina
- B. Rossi, F. D'Amico, A. Gessini, C. Masciovecchio, Elettra Sincrotrone Trieste, Basovizza (Ts)



- Mazzaglia, CNR-Istituto per i Materiali Nanostrutturati, c/o Dipartimento di Scienze chimiche, biologiche, farmaceutiche e ambientali, Università degli Studi di Messina
- Mele, C. Punta, L. Melone, Dipartimento di Chimica, dei Materiali e di Ingegneria Chimica "G. Natta", Politecnico di Milano.
- F. Trotta, Dipartimento di Chimica, Università degli Studi di Torino.
- Z. Kasztovszky, Centre for Energy Research, Hungarian Academy of Sciences
- S. D'Amico, Department of Geosciences, University of Malta
- R. Persico, Istituto per I Beni Archeologici e Monumentali del CNR (IBAM-CNR), Lecce
- M. Saccone, Dipartimento di Architettura, Università degli Studi Roma Tre, Roma
- G. V. Spagnolo, Dipartimento di Civiltà Antiche e Moderne, Università degli Studi di Messina
- Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (INFN).
- Ente Aeronautico - avamposto meteorologico di Messina.
- Dipartimento della Protezione Civile (DPRC) – Regione Siciliana.
- Le Studium, Institute for Advanced Studies, Orléans and Tours, Francia.
- Centre de Biophysique Moleculaire (CBM)-CNRS, Orleans, Francia.
- Laboratoire Interfaces, Confinement, Matériaux et Nanostructures (ICMN) - CNRS - Université d'Orléans, Francia.
- European Spallation Source, Lund, Svezia.
- Dipartimento di Chimica-Fisica, Università di Pavia, prof. P. Mustarelli;
- Department of Applied Physics, Chalmers Univ. of Technology (Sweden), Condensed Matter Physics Group, prof. A. Matic;
- Prof. R. Richert, Department of Chemistry and Biochemistry, Arizona State University;
- Dott. F. Rocca, CNR – ITC Trento, Istituto per la Fotonica e le Nanotecnologie;
- Dipartimento di Fisica, Università di Trento, prof. G. Dalba;
- Dott. D. Lombardo, CNR- Istituto per i Processi Chimico-Fisici, Messina;
- Dr. P. Calandra, Istituto per lo Studio dei Materiali Nanostrutturati, CNR-ISMN, Consiglio Nazionale delle ricerche, Roma;
- prof. Vincenzo Turco Liveri, Dipartimento di Scienze e Tecnologie Biologiche, Chimiche e Farmaceutiche "STEBICEF", Università degli Studi di Palermo;
- Prof. G. B. McKenna, Department of Chemical Engineering, Texas Tech University; prof. R. Bohmer, Fakultät Physik, Technische Universität Dortmund.
- Ruhr-University Bochum Institute for Physical Chemistry, Germany;
- Dipartimento di Fisica-Università di Perugia, Italy;
- CNRS UHP, Université de Lorraine, Nancy, France;
- IPCF-CNR, UOS di Messina, Italy

### **Organizzazione seminari, congressi, scuole**

-Prof. V. Venuti: Membro del Comitato Organizzatore del IX Congresso Nazionale di Archeometria A.I.Ar. (Associazione Italiana di Archeometria) "Un ponte tra arte e scienza: passato, presente e prospettive future", Arcavacata di Rende, 9-11 Marzo 2016.

-Prof. V. Crupi, Prof. V. Venuti: Chairperson della Sessione "Caratterizzazione e diagnostica" del IX Congresso Nazionale di Archeometria A.I.Ar. (Associazione Italiana di Archeometria) "Un ponte tra arte e scienza: passato, presente e prospettive future", Arcavacata di Rende, 9-11 Marzo 2016.

-Prof. V. Crupi, Prof. V. Venuti: Organizzatore e chairperson della Special Session “The “Spatial evolution” of “Metrology for Archaeology”: From Large Facilities to handheld equipments” per la IMECO TC4 International Conference on Metrology for Archaeology and Cultural Heritage, Torino, 19-21 Ottobre 2016.

-Prof. D. Majolino, Prof. V. Crupi, Prof. V. Venuti : Direzione, Membro del Comitato Scientifico e Membro del Comitato Organizzatore della Scuola Nazionale “Scienza e Beni Culturali – dall’Analisi non Invasiva alla Ricostruzione 3D”, Messina – Valle D’Agrò, 19-23 Settembre 2016.

- Workshop Internazionale “Opportunities at the European Spallation Source: Elastic, Quasi Elastic and Inelastic Neutron Scattering and Their Optical Counterparts at ESS”, Lampedusa, 17-20 Giugno 2016

- Meeting Internazionale “Effects of Energy Resolution in Elastic, Quasi Elastic and Inelastic Neutron Scattering”, Lampedusa, 20-24 Giugno 2016

### **Mobilità internazionale**

Progetto Erasmus + , studente di dottorato Max Fraenkl, Department of General and Inorganic Chemistry, FCHT, University of Pardubice: traineeship presso il Dipartimento MIFT per 6 mesi, dal 7 dicembre 2016. Supervisore A. Mandanici

## 6.15 GRUPPO DI RICERCA: STUDIO DI REAZIONI NUCLEARI AD ENERGIE INTERMEDIE E SVILUPPO DI CALORIMETRIA PER ESPERIMENTI SUI RAGGI COSMICI NELLO SPAZIO

**Componenti** : A.Trifirò, A.Italiano, M.Trimarchi

### Descrizione della ricerca

#### Reazioni nucleari ad energie intermedie

Nell'ambito dell'esperimento INFN NEWCHIM, svolto mediante il multirivelatore CHIMERA dei LNS, negli ultimi anni sono stati intrapresi studi di correlazione fra le particelle emesse in processi nucleari, al fine di approfondire i meccanismi di reazione nonché la struttura di nuclei esotici e risonanze.

Questi studi richiedono altissime risoluzioni angolari ed energetiche: è stato dunque sviluppato il correlatore FARCOS, da accoppiare all'apparato CHIMERA, che ha una geometria variabile: a seconda del caso fisico in studio, verrà posizionato in modo da migliorare la risoluzione energetica ed angolare in alcune porzioni strategiche dell'angolo solido totale.

Per la sua elevata segmentazione, FARCOS richiede un'elettronica capace di acquisire migliaia di canali di rivelazione paralleli, tramite dispositivi di basso costo, ingombro e consumo energetico.

Per soddisfare questa esigenza è stato svolto un intenso lavoro per lo sviluppo dell'elettronica GET (Generic Electronics for TPC), progettata inizialmente per le *Time Projection Chamber*, che può adattarsi alle esigenze di Farcos con ottimi risultati, confermati dai primi test con fasci di particelle eseguiti nelle ultime settimane del 2016.

E' stato inoltre sviluppato un sistema di posizionamento, basato su un laser ed uno specchio movimentato, accoppiato ad un software di ricostruzione sviluppato ad hoc, al fine di conoscere con altissima precisione la posizione angolare di ciascun pixel rispetto alla linea di fascio.

Nell'ambito poi dell'esperimento ISODEC, che studia l'influenza dell'arricchimento neutronico sui possibili canali di decadimento delle reazioni  $^{78,86}\text{Kr} + ^{40,48}\text{Ca}$  a 10 AMeV, il gruppo ha contribuito al confronto dei dati sperimentali raccolti presso i LNS con il codice GEMINI++, basato sul modello statistico.

#### Sviluppo di Calorimetria per esperimenti sui raggi cosmici nello spazio.

Recentemente il gruppo è stato coinvolto nell'esperimento Calocube, che si propone lo sviluppo di un calorimetro di eccellenza in termini di fattore geometrico, risoluzione energetica e capacità di identificare adroni e leptoni, al fine di studiare i raggi cosmici di alta energia, fino alla regione del PeV, nell'ambito di missioni spaziali.

Calocube è un calorimetro omogeneo, la cui geometria è cubica ed isotropa, e l'accettanza è tale da rivelare particelle che giungono da qualsiasi direzione nello spazio. Il prototipo ha inoltre un'elevata granularità, ed è omogeneamente segmentato sia lateralmente che in profondità. Il suo design unico permette di ottenere un'eccellente risoluzione energetica mediante l'uso di algoritmi di ricostruzione della forma degli sciami, un'ottima separazione tra adroni ed elettroni, ed un'ampia accettanza, ottenuta massimizzando il numero di finestre di ingresso al detector. Il tutto è concentrato in una massa inferiore a 1.6 tonnellate, per un volume di 1 metro cubo, il che in particolare rende Calocube molto adatto alle missioni spaziali.

Nell'ambito dello sviluppo del prototipo, il nostro gruppo ha collaborato innanzitutto alla valutazione, anche grazie all'uso del linac di elettroni da 5 MeV presente presso il Dipartimento, del danneggiamento da radiazione e della risposta dei rivelatori.

Inoltre il gruppo ha partecipato a numerosi test dell'apparato presso le più prestigiose facilities internazionali, quali la BTF di Frascati e l'SPS del CERN, ed all'analisi della risposta in luce dei Csl.

In particolare è in studio la possibilità di rivelare simultaneamente la luce di scintillazione e la componente Cherenkov, per avere informazioni sulle diverse componenti degli sciami, e migliorare di conseguenza le performances del calorimetro.

## Publicazioni ISI

- 1) P. Russotto, S. Gannon, S. Kupny, P. Lasko, L. Acosta, M. Adamczyk, A. Al-Ajlan, M. Al-Garawi, A. Al-Homaidhi, F. Amorini, L. Auditore, T. Aumann, Y. Ayyad, Z. Basrak, J. Benlliure, M. Boisjoli, K. Boretzky, J. Brzychczyk, A. Budzanowski, C. Caesar, G. Cardella, P. Cammarata, Z. Chajecski, M. Chartier, A. Chbihi, M. Colonna, M. D. Cozma, B. Czech, E. De Filippo, M. Di Toro, M. Famiano, I. Gasparic, L. Grassi, C. Guazzoni, P. Guazzoni, M. Heil, L. Heilborn, R. Introzzi, T. Isobe, K. Kezzar, M. Kis, A. Krasznahorkay, N. Kurz, E. La Guidara, G. Lanzalone, A. Le Fevre, Y. Leifels, R. Lemmon, Q. F. Li, I. Lombardo, J. Lukasik, W. G. Lynch, P. Marini, Z. Matthews, L. May, T. Minniti, M. Mostazo, A. Pagano, E. V. Pagano, M. Papa, P. Pawlowski, S. Pirrone, G. Politi, F. Porto, W. Reviol, F. Riccio, F. Rizzo, E. Rosato, D. Rossi, S. Santoro, D. G. Sarantites, H. Simon, I. Skwirczynska, Z. Sosin, L. Stuhl, W. Trautmann, A. Trifirò, M. Trimarchi, M. B. Tsang, G. Verde, M. Veselsky, M. Vigilante, Yongjia Wang, A. Wieloch, P. Wigg, J. Winkelbauer, H. H. Wolter, P. Wu, S. Yennello, P. Zambon, L. Zetta, M. Zoric  
"Results of the ASy-EOS experiment at GSI: The symmetry Energy at suprasaturation density"  
Phys. Rev. C 94 (2016) 034608  
ISI: 000383239900002 SCOPUS: 2-s2.0-84990036815
- 2) S. Pirrone, G. Politi, J. P. Wieleczko, B. Gnoffo, E. De Filippo, M. La Commara, P. Russotto, M. Trimarchi, M. Vigilante, G. Ademard, L. Auditore, C. Beck, I. Berceanu, E. Bonnet, B. Borderie, G. Cardella, A. Chbihi, M. Colonna, A. D'Onofrio, J. D. Frankland, G. Lanzalone, P. Lautesse, D. Lebhertz, N. Le Neindre, I. Lombardo, K. Mazurek, A. Pagano, E. V. Pagano, M. Papa, E. Piasecki, F. Porto, L. Quattrocchi, F. Rizzo, G. Spadaccini, A. Trifirò, G. Verde  
"Isospin influence on the decay modes of compound nuclei produced in the 78,86Kr + 40,48Ca at 10 MeV/nucleon"  
Il Nuovo Cimento della Società Italiana di Fisica C 39(2016) 366  
ISI: 000397345400002 SCOPUS: 2-s2.0-85013929725
- 3) R. D'Alessandro, O. Adriani, A. Agnesi, S. Albergo, L. Auditore, A. Basti, E. Berti, G. Bigongiari, L. Bonechi, S. Bonechi, M. Bongi, V. Bonvicini, S. Bottai, P. Brogi, G. Carotenuto, G. Castellini, P. W. Cattaneo, D. Cauz, M. Chiari, N. Daddi, S. Detti, M. Fasoli, N. Finetti, A. Gregorio, P. Lenzi, P. Maestro, P. S. Marrocchesi, M. Miritello, N. Mori, L. Pacini, P. Papini, G. Pauletta, F. Pirzio, G. F. Rappazzo, A. Rappoldi, S. Ricciarini, L. G. Santi, P. Spillantini, O. Starodubtsev, J. E. Suh, A. Sulaj, A. Tiberio, A. Tricomi, A. Trifirò, M. Trimarchi, E. Vannuccini, A. Vedda, G. Zampa, N. Zampa and B. Zerbo  
"Calocube – A highly segmented calorimeter for a space based experiment"  
Nuclear Instruments and Methods in Physics Research A 824 (2016) 609-613  
ISI: 000375408700206; SCOPUS: 2-s2.0-84965124235

- 4) Parascandolo C, Pierroutsakou D, Alba R, Del Zoppo A, Maiolino C, Santonocito D, Agodi C, Baran V, Boiano A, Colonna M, Coniglione R, De Filippo E, Di Toro M, Emanuele U, Farinon f, Guglielmetti A, La Commara M, Martin B, Mazzocchi C, Mazzocco M, Rizzo C, Romoli M, Signorini C, Silvestri R, Soramel F, Strano E, Torresi D, Trifirò A, Trimarchi M  
 “Evidence of dynamical dipole excitation in the fusion-evaporation of the  $40\text{Ca}+152\text{Sm}$  heavy system”  
 PHYSICAL REVIEW C93, 044619 (2016)  
 ISI: 000375203300002; SCOPUS: 2-s2.0-84964805477
- 5) D. Dell’Aquila, I. Lombardo, L. Acosta, R. Andolina, L. Auditore, G. Cardella, M. B. Chatterjee, E. De Filippo, L. Francalanza, B. Gnoffo, G. Lanzalone, A. Pagano, E. V. Pagano, M. Papa, S. Pirrone, G. Politi, F. Porto, L. Quattrocchi, F. Rizzo, E. Rosato, P. Russotto, A. Trifirò, M. Trimarchi, G. Verde, M. Vigilante  
 “New experimental investigation of the structure of  $10\text{Be}$  and  $16\text{C}$  by means of intermediate-energy sequential breakup”  
 PHYSICAL REVIEW C93, 024611(2016)  
 ISI: 000370799800006; SCOPUS: 2-s2.0-84959421093
- 6) L. Acosta, R. Andolina, L. Auditore, C. Boiano, G. Cardella, A. Castoldi, M. D’Andrea, E. De Filippo, S. De Luca, D. Dell’Aquila, L. Francalanza, B. Gnoffo, C. Guazzoni, G. Lanzalone, I. Lombardo, N. Martorana, T. Minniti, S. Norella, A. Pagano, E. V. Pagano, M. Papa, T. Parsani, S. Pirrone, G. Politi, F. Porto, L. Quattrocchi, F. Rizzo, P. Russotto, G. Saccà, A. Trifirò, M. Trimarchi, G. Verde, M. Vigilante, P. Zambon  
 “Campaign of measurements to probe the good performance of the new array FARCOS for spectroscopy and correlations”  
 39th Symposium on Nuclear Physics 2016, Cocoyoc (MEXICO), 5-8 January 2016  
 Journal of Physics 730 (2016) 012001  
 ISI: 000383027000001 SCOPUS: 2-s2.0-84988805196
- 7) R. Najman, R. Płaneta, A. Sochoka, F. Amorini, L. Auditore, T. Cap, G. Cardella, E. De Filippo, E. Geraci, A. Grzeszczuk, S. Kowalski, T. Kozik, G. Lanzalone, I. Lombardo, Z. Majka, N. G. Nicolis, A. Pagano, E. Piasecki, S. Pirrone, G. Politi, F. Rizzo, P. Russotto, K. Siwek-Wilczyńska, I. Skwira-Chalot, A. Trifiró, M. Trimarchi, J. Wilczyński and W. Zipper  
 “Investigation of the freeze-out configuration in the  $197\text{Au}+197\text{Au}$  reaction at  $23\text{A MeV}$ ”  
 XXXIV Mazurian Lakes Conference on Physics, Piaski (POLAND), 6-13 September 2015  
 ACTA PHYSICA POLONICA B 47 (2016) 975-981  
 ISI: 000373495500047; SCOPUS: 2-s2.0-84962910524
- 8) T. Cap, K. Siwek-Wilczynska, J. Wilczynski, F. Amorini, L. Auditore, G. Cardella, E. De Filippo, E. Geraci, L. Grassi, A. Grzeszczuk, E. La Guidara, J. Han, T. Kozik, G. Lanzalone, I. Lombardo, R. Najman, NG Nicolis, A. Pagano, M. Papa, E. Piasecki, S. Pirrone, R. Planeta, G. Politi, F. Rizzo, P. Russotto, I. Skwira-Chalot, A. Trifirò, M. Trimarchi, G. Verde, W. Zipper  
 “Determination of impact parameters in aligned breakup of projectile-like fragments in  $197\text{Au}+197\text{Au}$  collisions at  $23\text{ A MeV}$ ”  
 XXXIV Mazurian Lakes Conference on Physics, Piaski (POLAND), 6-13 September 2015  
 ACTA PHYSICA POLONICA B 47 (2016) 983-990  
 ISI: 000373495500048; SCOPUS: 2-s2.0-84962793764
- 9) G. Lanzalone, C. Altana, A. Anzalone, F. Cappuzzello, M. Cavallaro, L. A. Gizzi, L. Labate, L. Lamia, D. Mascali, A. Muoio, F. Negroita, F. Odorici, H. Petrascu, A. Trifirò, M. Trimarchi and S. Tudisco  
 “Study of nuclear reactions in laser plasmas at future ELI-NP facility”  
 12th International Conference on Nucleus-Nucleus Collisions NN2015, Catania (Italy) 21-26 June 2015  
 EPJ Web of Conferences, 117 (2016) 05008  
 ISI: 000392252000051 SCOPUS: 2-s2.0-84974621412

- 10) G. Cardella, L. Acosta, L. Auditore, M. B. Chatterjee, A. Castoldi, E. De Filippo, D. Dell'Aquila, S. De Luca, B. Gnoffo, C. Guazzoni, L. Francalanza, G. Lanzalone, I. Lombardo, N. Martorana, S. Norella, A. Pagano, E. V. Pagano, M. Papa, S. Pirrone, G. Politi, L. Quattrocchi, F. Rizzo, P. Russotto, A. Trifirò, M. Trimarchi, G. Verde, M. Vigilante  
 "Using CHIMERA detector at LNS for gamma-particle coincidences"  
 12th International Conference on Nucleus-Nucleus Collisions NN2015, Catania (Italy) 21-26 June 2015  
 EPJ Web of Conferences, 117 (2016) 06008  
 ISI: 000392252000060 SCOPUS: 2-s2.0-84974622229
- 11) D. Dell'Aquila, L. Acosta, F. Amorini, R. Andolina, L. Auditore, I. Berceanu, G. Cardella, M. B. Chatterjee, E. De Filippo, L. Francalanza, B. Gnoffo, A. Grzeszczuk, G. Lanzalone, I. Lombardo, A. Pagano, E. V. Pagano, M. Papa, S. Pirrone, G. Politi, A. Pop, F. Porto, L. Quattrocchi, F. Rizzo, E. Rosato, P. Russotto, A. Trifirò, M. Trimarchi, G. Verde and M. Vigilante  
 "Study of cluster structures in  $^{10}\text{Be}$  and  $^{16}\text{C}$  neutron-rich nuclei via break-up reactions"  
 12th International Conference on Nucleus-Nucleus Collisions NN2015, Catania (Italy) 21-26 June 2015  
 EPJ Web of Conferences, 117 (2016) 06011  
 ISI: 000392252000063 SCOPUS: 2-s2.0-84974559998
- 12) P. Russotto, M. Chartier, M. D. Cozma, E. De Filippo, A. Le Fevre, S. Gannon, I. Gasparic, M. Kis, S. Kupny, Y. Leifels, R. C. Lemmon, Q. Li, J. Lukasic, P. Marini, P. Pawlowski, W. Trautmann, L. Acosta, M. Adamczyk, A. Al-Ajlan, M. Al-Garawi, S. Al-Homaidi, F. Amorini, L. Auditore, T. Aumann, Y. Ayyad, V. Baran, Z. Basrak, R. Bassini, J. Benlliure, C. Boiano, M. Boisjoli, K. Boretzky, J. Brzychczyk, A. Budzanowski, G. Cardella, P. Cammarata, Z. Chajecski, A. Chbihi, M. Colonna, B. Czech, M. Di Toro, M. Famiano, V. Greco, L. Grassi, C. Guazzoni, P. Guazzoni, M. Heil, L. Heilborn, R. Introzzi, T. Isobe, K. Kezzar, A. Krasznahorkay, N. Kurz, E. La Guidara, G. Lanzalone, P. Lasko, I. Lombardo, W. G. Lynch, Z. Matthews, L. May, T. Minniti, M. Mostazo, A. Pagano, M. Papa, S. Pirrone, R. Pleskac, G. Politi, F. Porto, R. Reifarth, W. Reisdorf, F. Riccio, F. Rizzo, E. Rosato, D. Rossi, S. Santoro, H. Simon, I. Skwirczynska, Z. Sosin, L. Stuhl, A. Trifirò, M. Trimarchi, M. B. Tsang, G. Verde, M. Veselsky, M. Vigilante, A. Wieloch, P. Wigg, H. H. Wolter, P. Wu, S. Yennello, P. Zambon, L. Zetta, M. Zoric  
 "The ASY-EOS experiment at GSI"  
 12th International Conference on Nucleus-Nucleus Collisions NN2015, Catania (Italy) 21-26 June 2015  
 EPJ Web of Conferences, 117 (2016) 07010  
 ISI: 000392252000088 SCOPUS: 2-s2.0-84974588577
- 13) E. De Filippo, A. Pagano, P. Russotto, L. Acosta, L. Auditore, V. Baran, T. Cap, G. Cardella, M. Colonna, L. Francalanza, B. Gnoffo, G. Lanzalone, I. Lombardo, G. Marquez-Duran, C. Maiolino, T. Minniti, S. Norella, E. V. Pagano, M. Papa, E. Piasecki, S. Pirrone, G. Politi, F. Porto, L. Quattrocchi, F. Rizzo, E. Rosato, A. Trifirò, M. Trimarchi, G. Verde, M. Vigilante, K. Siwek-Wilczyńska and J. Wilczyński  
 "Sensitivity of N/Z ratio in projectile break-up of isobaric systems"  
 12th International Conference on Nucleus-Nucleus Collisions NN2015, Catania (Italy) 21-26 June 2015  
 EPJ Web of Conferences, 117 (2016) 07017  
 ISI: 000392252000095 SCOPUS: 2-s2.0-84974530373
- 14) L. Quattrocchi, L. Acosta, F. Amorini, A. Anzalone, L. Auditore, I. Berceanu, G. Cardella, A. Chbihi, E. De Filippo, D. Dell'Aquila, L. Francalanza, B. Gnoffo, A. Grzeszczuk, G. Lanzalone, I. Lombardo, I. Martel, T. Minniti, S. Norella, A. Pagano, E. V. Pagano, M. Papa, S. Pirrone, G. Politi, F. Porto, F. Rizzo, E. Rosato, P. Russotto, A. Trifirò, M. Trimarchi, G. Verde, M. Veselsky and M. Vigilante  
 "Study of two- and multi-particle correlations in  $^{12}\text{C}+^{24}\text{Mg}$  and  $^{12}\text{C}+^{208}\text{Pb}$  reactions at  $E=35$  A MeV"  
 12th International Conference on Nucleus-Nucleus Collisions NN2015, Catania (Italy) 21-26 June 2015  
 EPJ Web of Conferences, 117 (2016) 07020  
 ISI: 000392252000098 SCOPUS: 2-s2.0-84974602535

- 15) B. Gnoffo, S. Pirrone, G. Politi, M. La Commara, J.P. Wieleczko, E. De Filippo, P. Russotto, M. Trimarchi, M. Vigilante, G. Ademard, F. Amorini, L. Auditore, C. Beck, I. Berceanu, E. Bonnet, B. Borderie, G. Cardella, A. Chbihi, M. Colonna, A. D'Onofrio, J.D. Frankland, E. Geraci, E. Henry, E. La Guidara, G. Lanzalone, P. Lantesse, D. Lebhertz, N. Le Neindre, I. Lombardo, K. Mazurek, S. Norella, A. Pagano, E.V. Pagano, M. Papa, E. Piasecki, F. Porto, L. Quattrocchi, M. Quinlann, F. Rizzo, W.U. Schroeder, G. Spadaccini, A. Trifirò, J. Toke, G. Verde  
 "Isospin Influence on the decay modes of the systems produced in the  $78,86\text{Kr}+40,48\text{Ca}$  reactions at  $10\text{A MeV}$ "  
 12th International Conference on Nucleus-Nucleus Collisions NN2015, Catania (Italy) 21-26 June 2015  
 EPJ Web of Conferences, 117 (2016) 08012  
 ISI: 000392252000117 SCOPUS: 2-s2.0-84974574914
- 16) C. Parascandolo, D. Pierrousakou, R. Alba, A. Del Zoppo, C. Maiolino, D. Santonocito, C. Agodi, V. Baran, A. Boiano, M. Colonna, R. Coniglione, E. De Filippo, M. Di Toro, U. Emanuele, F. Farinon, A. Guglielmetti, M. La Commara, B. Martin, C. Mazzocchi, M. Mazzocco, C. Rizzo, M. Romoli, C. Signorini, R. Silvestri, F. Soramel, E. Strano, D. Torresi, A. Trifirò and M. Trimarchi  
 "Dynamical dipole mode in the  $40,48\text{Ca}+152,144\text{Sm}$  fusion reactions at  $11\text{ MeV/nucleon}$ "  
 12th International Conference on Nucleus-Nucleus Collisions NN2015, Catania (Italy) 21-26 June 2015  
 EPJ Web of Conferences, 117 (2016) 08016  
 ISI: 000392252000121 SCOPUS: 2-s2.0-84974530657
- 17) E.V. Pagano, L. Acosta, L. Auditore, C. Boiano, G. Cardella, A. Castoldi, M. D'Andrea, D. Dell'Aquila, E. De Filippo, S. De Luca, F. Fichera, L. Francalanza, N. Giudice, B. Gnoffo, A. Grimaldi, C. Guazzoni, G. Lanzalone, I. Lombardo, T. Minniti, S. Norella, A. Pagano, M. Papa, S. Pirrone, G. Politi, F. Porto, L. Quattrocchi, F. Rizzo, P. Russotto, G. Saccà, A. Trifirò, M. Trimarchi, G. Verde and M. Vigilante  
 "Status and perspective of FARCOS: A new correlator array for nuclear reaction studies"  
 12th International Conference on Nucleus-Nucleus Collisions NN2015, Catania (Italy) 21-26 June 2015  
 EPJ Web of Conferences, 117 (2016) 10008  
 ISI: 000392252000158 SCOPUS: 2-s2.0-84974633262
- 18) S. Pirrone, G. Politi, J.P. Wieleczko, E. De Filippo, B. Gnoffo, P. Russotto, M. Trimarchi, M. La Commara, M. Vigilante, G. Ademard, L. Auditore, C. Beck, I. Berceanu, E. Bonnet, B. Borderie, G. Cardella, A. Chbihi, M. Colonna, A. D'Onofrio, J.D. Frankland, E. Geraci, E. Henry, E. La Guidara, G. Lanzalone, P. Lantesse, D. Lebhertz, N. Le Neindre, I. Lombardo, K. Mazurek, S. Norella, A. Pagano, E.V. Pagano, M. Papa, E. Piasecki, F. Porto, L. Quattrocchi, M. Quinlan, F. Rizzo, W.U. Schroeder, G. Spadaccini, A. Trifirò, J. Toke, G. Verde  
 "Isospin Influence on the decay modes of compound systems produced in the  $78,86\text{Kr}+40,48\text{Ca}$  at  $10\text{A MeV}$ "  
 5th Internat. Workshop on Compound-Nuclear Reactions and related Topics-CNR\*15, Tokio (Japan), 19-23 Oct 2015  
 EPJ Web of Conferences, 122 (2016) 13001  
 ISI: 000389877200057 SCOPUS: 2-s2.0-84978121664
- 19) E. De Filippo, A. Pagano, P. Russotto, L. Acosta, L. Auditore, V. Baran, T. Cap, G. Cardella, M. Colonna, D. Dell'Aquila, S. De Luca, L. Francalanza, B. Gnoffo, G. Lanzalone, I. Lombardo, C. Maiolino, N.S. Martorana, T. Minniti, S. Norella, E.V. Pagano, M. Papa, E. Piasecki, S. Pirrone, G. Politi, F. Porto, L. Quattrocchi, F. Rizzo, E. Rosato, K. Siwek-Wilczynska, A. Trifirò, M. Trimarchi, G. Verde, M. Vigilante, J. Wilczynski  
 "Sensitivity to N/Z ratio in fragment productions for the isobaric systems  $124\text{Xe}+64\text{Zn}$ ,  $64\text{Ni}$  and  $124\text{Sn}+64\text{Ni}$  at  $E/A = 35\text{ MeV}$ "

- International Workshop on Multifacets of EOS and Clustering IWM-EC 2016, GANIL (Caen, France), 9th-12th May 2016  
 Il Nuovo Cimento C 39 (2016) 379  
 ISI: 000397324600004
- 20) D. Dell'Aquila, L. Acosta, L. Auditore, G. Cardella, E. De Filippo, S. De Luca, L. Francalanza, B. Gnoffo, G. Lanzalone, I. Lombardo, N.S. Martorana, S. Norella, A. Pagano, E.V. Pagano, M. Papa, S. Pirrone, G. Politi, L. Quattrocchi, F. Rizzo, P. Russotto, A. Trifirò, M. Trimarchi, G. Verde, M. Vigilante  
 "New experimental investigation of cluster structures in 10Be and 16C neutron – rich nuclei"  
 International Workshop on Multifacets of EOS and Clustering IWM-EC 2016, GANIL (Caen, France), 9th-12th May 2016  
 Il Nuovo Cimento C 39 (2016) 385  
 ISI: 000397324600010
- 21) M. Papa, I. Berceanu, L. Acosta, C. Agodi, L. Auditore, G. Cardella, M.B. Chatterjee, D. Dell'Aquila, E. De Filippo, L. Francalanza, G. Lanzalone, I. Lombardo, C. Maiolino, N. Martorana, A. Pagano, E.V. Pagano, S. Pirrone, G. Politi, L. Quattrocchi, F. Rizzo, P. Russotto, A. Trifirò, M. Trimarchi, G. Verde, M. Vigilante  
 "Isospin equilibration processes and dipolar signals: coherent cluster production"  
 International Workshop on Multifacets of EOS and Clustering IWM-EC 2016, GANIL (Caen, France), 9th-12th May 2016  
 Il Nuovo Cimento C 39 (2016) 387  
 ISI: 000397324600012
- 22) L. Quattrocchi, L. Acosta, F. Amorini, A. Anzalone, L. Auditore, I. Berceanu, G. Cardella, A. Chbihi, E. De Filippo, S. De Luca, D. Dell'Aquila, L. Francalanza, B. Gnoffo, A. Grzeszczuk, G. Lanzalone, I. Lombardo, I. Martel, N.S. Martorana, T. Minniti, S. Norella, A. Pagano, E.V. Pagano, M. Papa, S. Pirrone, G. Politi, F. Porto, F. Rizzo, E. Rosato, P. Russotto, A. Trifirò, M. Trimarchi, G. Verde, M. Veselsky, M. Vigilante  
 "Three-alpha particle correlations in quasi-projectile decay in 12C+24Mg collisions at 35 A MeV"  
 International Workshop on Multifacets of EOS and Clustering IWM-EC 2016, GANIL (Caen, France), 9th-12th May 2016  
 Il Nuovo Cimento C 39 (2016) 391  
 ISI: 000397324600016
- 23) B. Gnoffo, S. Pirrone, G. Politi, M. La Commara, J.P. Wieleczko, E. De Filippo, P. Russotto, M. Trimarchi, M. Vigilante, G. Ademard, L. Auditore, C. Beck, I. Berceanu, E. Bonnet, B. Borderie, G. Cardella, A. Chbihi, M. Colonna, S. De Luca, D. Dell'Aquila, A. D'Onofrio, J.D. Frankland, G. Lanzalone, P. Lantesse, D. Lebhertz, N. Le Neindre, I. Lombardo, N.S. Martorana, K. Mazurek, S. Norella, A. Pagano, E.V. Pagano, M. Papa, E. Piasecki, F. Porto, L. Quattrocchi, F. Rizzo, G. Spadaccini, A. Trifirò, G. Verde  
 "N/Z effect on reaction mechanisms cross sections in the 78Kr+40Ca and 86Kr+48Ca collisions at 10 A MeV"  
 International Workshop on Multifacets of EOS and Clustering IWM-EC 2016, GANIL (Caen, France), 9th-12th May 2016  
 Il Nuovo Cimento C 39 (2016) 403  
 ISI: 000397324600028
- 24) E.V. Pagano, L. Acosta, L. Auditore, V. Baran, T. Cap, G. Cardella, M. Colonna, S. De Luca, E. De Filippo, D. Dell'Aquila, L. Francalanza, B. Gnoffo, G. Lanzalone, I. Lombardo, C. Maiolino, N.S. Martorana, S. Norella, A. Pagano, M. Papa, E. Piasecki, S. Pirrone, G. Politi, F. Porto, L. Quattrocchi, F. Rizzo, E. Rosato, P. Russotto, K. Siwek-Wilczynska, A. Trifirò, M. Trimarchi, G. Verde, M. Vigilante, J. Wilczynski  
 "Signals of dynamical and statistical process from IMF-IMF correlation function"  
 International Workshop on Multifacets of EOS and Clustering IWM-EC 2016, GANIL (Caen, France), 9th-12th May 2016



Il Nuovo Cimento C 39 (2016) 404

ISI: 000397324600029

- 25) G.Cardella, L.Acosta, L.Auditore, C.Boiano, A.Castoldi, M.D'Andrea, E.De Filippo, D.Dell'Aquila, S.De Luca, F.Fichera, N.Giudice, B.Gnoffo, A.Grimaldi, C.Guazzoni, G.Lanzalone, F.Librizzi, I.Lombardo, C.Maiolino, S.Maffesanti, N.S.Martorana, S.Norella, A.Pagano, E.V.Pagano, M.Papa, T.Parsani, G.Passaro, S.Pirrone, G.Politi, F.Previdi, L.Quattrocchi, F.Rizzo, P.Russotto, G.Saccà, G.Salemi, D.Sciliberto, A.Trifirò, M.Trimarchi, M.Vigilante

"Past and future detector arrays for complete event reconstruction in heavy-ion reactions"

International Workshop on Multifacets of EOS and Clustering IWM-EC 2016, GANIL (Caen, France), 9th-12th May 2016

Il Nuovo Cimento C 39 (2016) 407

ISI: 000397324600032

- 26) N.S.Martorana, L.Auditore, I.Berceanu, G.Cardella, M.B.Chatterjee, S.De Luca, E.De Filippo, D.Dell'Aquila, B.Gnoffo, G.Lanzalone, I.Lombardo, C.Maiolino, S.Norella, A.Pagano, E.V.Pagano, M.Papa, S.Pirrone, G.Politi, F.Porto, L.Quattrocchi, F.Rizzo, P.Russotto, A.Trifirò, M.Trimarchi, G.Verde, M.Vigilante

"Study of the isospin equilibration phenomenon in nuclear reactions  $40\text{Ca}+40\text{Ca}$ ,  $40\text{Ca}+46\text{Ti}$ ,  $40\text{Ca}+48\text{Ca}$ ,  $48\text{Ca}+48\text{Ca}$  at 25 MeV/nucleon by using the CHIMERA multidetector"

International Workshop on Multifacets of EOS and Clustering IWM-EC 2016, GANIL (Caen, France), 9th-12th May 2016

Il Nuovo Cimento C 39 (2016) 412

ISI: 000397324600037

- 27) S.Norella, L.Acosta, L.Auditore, V.Baran, T.Cap, G.Cardella, M.Colonna, E.De Filippo, D.Dell'Aquila, S.De Luca, L.Francalanza, B.Gnoffo, G.Lanzalone, I.Lombardo, C.Maiolino, N.S.Martorana, T.Minniti, A.Pagano, E.V.Pagano, M.Papa, E.Piasecki, S.Pirrone, G.Politi, F.Porto, L.Quattrocchi, F.Rizzo, E.Rosato, P.Russotto, K.Siwiek-Wilczynska, A.Trifirò, M.Trimarchi, G.Verde, M.Vigilante, J.Wilczynski

"The InKilsSy experiment at LNS: A study of size vs isospin effects with  $124\text{Xe}+64\text{Zn}$ ,  $64\text{Ni}$  reactions at 35 A MeV"

International Workshop on Multifacets of EOS and Clustering IWM-EC 2016, GANIL (Caen, France), 9th-12th May 2016

Il Nuovo Cimento C 39 (2016) 413

ISI: 000397324600038

- 28) S.De Luca, L.Acosta, L.Auditore, C.Boiano, G.Cardella, A.Castoldi, M.D'Andrea, E.De Filippo, D.Dell'Aquila, F.Fichera, B.Gnoffo, C.Guazzoni, G.Lanzalone, I.Lombardo, N.S.Martorana, T.Minniti, S.Norella, A.Pagano, E.V.Pagano, M.Papa, S.Pirrone, G.Politi, L.Quattrocchi, F.Rizzo, P.Russotto, G.Saccà, A.Trifirò, M.Trimarchi, G.Verde, M.Vigilante

"Test of GET electronics for the CHIMERA and FARCOS multi-detectors"

International Workshop on Multifacets of EOS and Clustering IWM-EC 2016, GANIL (Caen, France), 9th-12th May 2016

Il Nuovo Cimento C 39 (2016) 411

ISI: 000397324600036

### **Pubblicazioni non ISI**

- 1) Lucrezia Auditore, Agata Mazzaglia and Marina Trimarchi

"Electron Beam for Microbial Inactivation in Food" Food Processing Technologies: Impact on Product Attributes, CRC Press (Taylor And Francis Group) 2016, p.647-668, ISBN 9781482257540

## Comunicazione a congressi e scuole

- 1) L. Quattrocchi : "Three-alpha particle correlations in quasi-projectile decay in  $^{12}\text{C}+^{24}\text{Mg}$  collisions at 35 AMeV"  
International Workshop on Multifacets of EOS and Clustering IWM-EC 2016, GANIL (Caen, France), 9th-12th May 2016  
Il Nuovo Cimento C 39 (2016) 391  
ISI: 000397324600016
- 2) S. De Luca : "Test of GET electronics for the CHIMERA and FARCOS multi-detectors"  
International Workshop on Multifacets of EOS and Clustering IWM-EC 2016, GANIL (Caen, France), 9th-12th May 2016  
Il Nuovo Cimento C 39 (2016) 411  
ISI: 000397324600036
- 3) S. Norella: "The InKilsSy experiment at LNS: A study of size vs isospin effects with  $^{124}\text{Xe}+^{64}\text{Zn}, ^{64}\text{Ni}$  reactions at 35 AMeV"  
International Workshop on Multifacets of EOS and Clustering IWM-EC 2016, GANIL (Caen, France), 9th-12th May 2016  
Il Nuovo Cimento C 39 (2016) 413  
ISI: 000397324600038
- 4) Norella S: "L'esperienza InKilsSy ai LNS: effetti di isospin e di size nelle reazioni  $^{124}\text{Xe} + ^{64}\text{Zn}, ^{64}\text{Ni}$  a 35 AMeV"  
102° Congresso Nazionale della Società Italiana di Fisica, Padova, 26-30 Settembre 2016

## Collaborazioni

Dottorandi: S. De Luca, S. Norella, A. Muoio

Esperimento NEWCHIM: Collaborazione Internazionale tra Università e sedi INFN di Catania, Messina, Napoli, Milano, Enna, IN2P3, Ganil, GSI, Rochester University, MSU, Texas AM, Napoli, LNS.

Esperimento CALOCUBE: Collaborazione tra Sedi INFN di Catania, Milano, Pavia, Firenze, Pisa, Trieste, CNR Catania, CNR Napoli, ST Microelectronics Catania

## 6.16 ATTIVITÀ DI RICERCA DEL PROF. LORENZO TORRISI.

### FISICA DEI PLASMI ED APPLICAZIONI

#### Plasmi generati da Laser impulsati di alta intensità e loro applicazioni

- Laser ad intensità di  $10^{10-12}$  W/cm<sup>2</sup> ed impulsi al ns sono usati presso il Ns. “Laboratorio di Fisica dei plasmi laser” per produrre plasmi in vuoto in condizioni di non equilibrio e studiarne le dinamiche temporali e spaziali. Target particolari vengono preparati ed adoperati per modificare e controllare le temperature, densità e composizione dei plasmi prodotti in regime BPA (backward particles acceleration). Tecniche diagnostiche a tempo di volo, ion collectors, rivelatori di elettroni, UV, raggi X e luce visibile e spettrometri di massa vengono implementati per fornire una completa descrizione dei plasmi prodotti che a queste intensità generalmente hanno temperature dell'ordine di alcune decine di eV. I campi elettrici prodotti permettono di accelerare ioni a valori dell'ordine di 100 eV per stato di carica. Applicazioni nel campo dello studio di materiali e del trattamento di superfici vengono svolti.
- Laser ad alta intensità di  $10^{14-16}$  W/cm<sup>2</sup> ed impulsi al ps sono usati presso i Laboratori PALS di Praga (Repubblica Ceca) per produrre plasmi in vuoto ad alta temperatura e densità e per accelerare ioni ad alta energia. “Advanced targets” sono preparati nei Ns. laboratori per studi di plasmi generati in regime BPA e in regime TNSA (target normal sheath acceleration). Targhette sottili vengono adoperate per accelerare ioni in forward direction a valori dell'ordine di 1 MeV per stato di carica in plasmi con temperature dell'ordine dei keV. Particolari rivelatori, come lo spettrometro a parabola di Thomson e la streak camera a raggi X, sono impiegati per caratterizzare i plasmi generati. Studi di rivelatori a base di SiC e studi di fusione nucleare sono stati portati avanti al PALS.
- Laser ad altissima intensità di  $10^{16-19}$  W/cm<sup>2</sup> ed impulsi al fs sono usati presso le facilities CELIA di Bordeaux (Francia) e IPPLM di Varsavia (Polonia) per studi avanzati di plasmi in non equilibrio con elevati campi elettrici che inducono regimi TNSA e RPA (radiation pressure acceleration). Ancora maggiori energie ioniche sono state misurate. Le direttività dei fasci di particelle ottenute sono molto alte e le distribuzioni di energia non seguono più quelle di Boltzmann. Applicazioni ai nuovi metodi di accelerazione, allo studio di materiali, all'impiantazione ionica e tendenti all'accelerazione di fasci di protoni per la protonterapia e di deutoni per la fisica nucleare sono stati condotti.

#### Publicazioni ISI (inserire esclusivamente le pubblicazioni presenti in IRIS)

- 1) A. Torrisi, P. Wachulak, L. Torrisi, A. Bartnik, L. Wegrzynski and H. Fiedorowicz  
“Plasma characterization of the gas-puff target source dedicated for soft X-ray microscopy using SiC detectors”  
*Nukleonika* 2016, vol. 61, no. 2, 139-143
- 2) L. Torrisi and M. Cutroneo  
“Elastic recoil detection analysis (ERDA) in hydrogenated samples for TNSA laser irradiation”  
*Surface and Interface Analysis* 48 (1), 10-16, 2016
- 3) M. Cutroneo, V. Havranek, A. Mackova, V. Semian, L. Torrisi and L. Calcagno  
“Micro-patterns fabrication using focused proton beam lithography”  
*Nucl. Instr. and Methods B* 371, 344-349, 2016.
- 4) L. Torrisi, M. Cutroneo, A. Mackova, V. Lavrentiev, M. Pfeifer and E. Krousky

- “An unconventional ion implantation method for producing Au and Si nanostructures using intense laser-generated plasmas”  
*Plasma Physics and Controlled Fusion* 58(2016) 025011 (11pp)
- 5) L. Torrasi  
 “Coulomb-Boltzmann-Shifted distribution in Laser-generated plasmas from  $10^{10}$  up to  $10^{19}$  W/cm<sup>2</sup> intensity”  
*Rad. Eff. and defects in Solids* 171 (1-2), 34-44 (2016)
- 6) L. Torrasi, G. Ceccio and M. Cutroneo,  
 “Laser-generated plasma by carbon nanoparticles embedded into polyethylene”  
*Nucl. Instr. and Methods B* 375, 93-99 (2016).
- 7) L. Torrasi, J. Badziak, M. Rosinski, A. Zaras-Szydłowska, M. Pfeifer and A. Torrasi  
 “Resonant absorption effects induced by polarized laser light irradiating thin foils in the TNSA regime of ion acceleration” *JINST-PPLA* V. 11, 1-14, 2016
- 8) G. Ceccio, L. Torrasi and M. Cutroneo  
 “Advanced targets preparation for TNSA laser irradiation and their characterization”  
*JINST-PPLA-PPLA* V. 11, 1-9, 2016
- 9) L. Torrasi and M. Cutroneo  
 “Electron emission from laser irradiating target normal sheath acceleration (TNSA)”  
*Rad. Eff. and Def. in Solids* 171(9–10), 754–765, 2016
- 10) G. D’Angelo, C. Branca, G. Carini, G. Ceccio, C. Crupi, S. Rifici, G. Ruello, U. Wanderlingh and L. Torrasi  
 “Structural investigation and Laser Plasma diagnostics of borate glasses containing silver Nanoparticles”  
*JINST-PPLA* V.11, 1-9, 2016
- 11) L. Torrasi, M. Cutroneo, G. Ceccio, A. Cannavò, D. Batani, G. Boutoux, K. Jakubowska, and J. E. Ducret  
 “Near monochromatic 20 Me V proton acceleration using fs laser irradiating Au foils in target normal sheath acceleration regime”  
*Physics of Plasmas* 23, 043102 (2016); doi: 10.1063/1.4945637
- 12) M. Cutroneo, A. Macková, V. Havranek, P. Malinsky, L. Torrasi, M. Kormunda, M. Barchuk, J. Ullschmiedf and R. Dudzaf,  
 “Ion Beam Analysis applied to laser-generated plasmas” *JINST-PPLA* V.11, 1-8, 2016
- 13) M. Cutroneo, V. Havranek, L. Torrasi and B. Svecova  
 “Ion Micro Beam, promising methods for interdisciplinary Research”  
*JINST-PPLA* V.11, 1-9, 2016
- 14) G. Galtieri, A. Visco, D. Nocita, L. Torrasi, G. Ceccio and C. Scolaro  
 “Polyethylene laser welding based on optical absorption variations”  
*JINST-PPLA* V.11, 1-9, 2016
- 15) L. Torrasi and A. Cannavò  
 “SiC detector damage and characterization for high intensity laser-plasma diagnostics”  
*JINST* V. 11,1-13, 2016
- 16) Giulietti D., Calcagno L., Curcio A., Cutroneo M., Galletti M., Skala J., Torrasi L. and Zimbone M.  
 “Enhancement of resonant absorption through excitation of SPR”  
*Nuclear Inst. and Methods in Physics Research* A 829 (2016) 117-120.
- 17) Cannavò, L. Torrasi and L. Calcagno  
 “SiC detector characterization for radiation emitted by laser-generated plasmas”  
*JINST-PPLA* V.11, 1-13, 2016

- 18) M. Rosinski, J. Badziak, P. Parys, A. Zaras-Szydłowska, L. Ryc, L. Torrisci, A. Szydłowski, A. Malinowska, B. Kaczmarczyk, J. Makowska and A. Torrisci, "Acceleration of protons in plasma produced from a thin plastic or aluminum target by a femto-second laser" *JINST-PPLA* V.11, 1-8, 2016.
- 19) Sciuto, L. Torrisci, A. Cannavo, G. Ceccio, P. Musumeci, M. Mazzillo, L. Calcagno "SiC interdigit detectors for post-accelerated ions generated by laser plasma" *Vacuum* 131 (2016) 170-175.
- 20) A.M. Visco, L. Torrisci, G. Galtieri, C. Scolaro "Effect of the filler amount on the optical absorption properties and the surface features of polymeric joints based on biomedical UHMWPE welded by a Nd:YAG Laser" *Journal of Thermoplastic Composite Materials* 1-18, 2016
- 21) L. Torrisci, A. Italiano and A. Torrisci "Ancient bronze coins from mediterranean basin: LAMQS potentiality for lead Isotopes comparative analysis with former mineral" *Appl. Surf. Sci.* 387, pp 529–538 (2016)
- 22) Cannavò and L. Torrisci "SiC detectors for radiation sources characterization and fast plasma diagnostics" *JINST* 11, 1-12, 2016
- 23) L. Torrisci and A. Cannavò "SiC detectors to monitor ionizing radiations emitted from nuclear events and plasmas" *Rad. Eff. And Def. in Solids* 171(9–10), 695–704, 2016
- 24) L. Torrisci and A. Cannavò "Silicon Carbide for realization of "Telescope" ion detectors" *IEEE Transactions on Electron Devices* 63(11), 4445 – 4451, 2016
- 25) L. Torrisci, L. Calcagno, M. Cutroneo, J. Badziak, M. Rosinski, A. Zaras-Szydłowska and A. Torrisci "Nanostructured targets for TNSA laser ion acceleration" *Nukleonika* 2016, vol. 61, no. 2, 103-108
- 26) M. Cutroneo, L. Torrisci, J. Ullschmied and R. Dudzak "Multi-energy ion implantation from high laser intensity" *Nukleonika* 2016, vol. 61, no. 2, 109-113
- 27) M. Cutroneo, A. Mackova, L. Torrisci and V. Lavrentiev "Laser ion implantation of Ge in SiO<sub>2</sub> using post-ion acceleration system" *Laser and Particle Beams* 35-72-80, 2016

#### **Publicazioni non ISI**

- 1) L. Torrisci and A. Cannavò "SiC detectors to monitor ionizing radiations emitted from nuclear events and plasmas" *12<sup>th</sup> CHERNE Workshop*, Cervia, 29 May-1 June 2016, Italy
- 2) M. Cutroneo, A. Mackova, L. Torrisci, K. Vad, A. Csik, L. Andò, B. Svecova, "Studies on Pd thin films coated PMMA foils by magnetron sputtering" *ECAART 12*, Jyväskylä, Finland, University of Jyväskylä in 3–8 July 2016
- 3) M. Cutroneo, A. Mackova, L. Torrisci and V. Lavrentiev, "Laser ion implantation of Ge in SiO<sub>2</sub> using post ion acceleration system" *34-th European Conference on Laser Interaction with Matter (ECLIM2016)*, Proc. PM5, September 18-23, 2016, Moscow (Russia)

- 4) L. Torrissi, M. Cutroneo, A. Cannavò and J. Ullschmied,  
 “Silicon carbide detectors for ion sources and plasma monitoring”  
 34-th European Conference on Laser Interaction with Matter (ECLIM2016), Proc. PT5,  
 September 18-23, 2016, Moscow (Russia)
- 5) Cannavò and L. Torrissi  
 “SiC detectors for radiation sources characterization and fast plasma diagnostics”  
 4<sup>th</sup> International Conference Frontiers in Diagnostic Technologies, ICFDT, INLF,  
 30 March-1 April 2016, Frascati, Rome, Italy
- 6) Cannavò, L. Torrissi, L. Calcagno, M. Mazziello, S. Di Franco, P. Badalà, A. Sciuto,  
 “Schottky SiC diodes for X-ray, UV and low and medium energy ions detection”  
 Proc. CNISM, Materials.it-2016, Aci Castello (CT) 12-16 December 2016, Oral #193, p.136
- 7) L. Torrissi, N. Restuccia, G. Ceccio, A. Cannavò, G. Costa, I. Paterniti, L. Kovacik  
 “Gold Nanoparticles produced by laser for medical applications”  
 Proc. CNISM, Materials.it-2016, Aci Castello (CT) 12-16 December 2016,  
 Poster #140, p.318-319.
- 8) Vincenzo Bellini, Lorenzo Torrissi and Domiziano Mostacci, Preface  
*Special Issue: 12th Workshop on European Collaboration for Higher Education and Research in  
 Nuclear Engineering & Radiological Protection,  
 Radiation Effects and Defects in Solids Incorporating Plasma Science and Plasma  
 Technology Volume 171, 2016 - Issue 9-10: 100-115.*

#### **Comunicazione a congressi e scuole**

L. Torrissi

“I Sistemi di valutazione delle pubblicazioni scientifiche”  
*Activity Report 2016* - Dottorato di Ricerca in Fisica, Università di Messina,  
 L. Torrissi Ed. ISSN 2038-5889, pg. 1-8, 2016

A. Cannavò, L. Torrissi, A. Sciuto

“Characterization of new generation of SiC detectors”  
*Activity Report 2016* - Dottorato di Ricerca in Fisica, Università di Messina,  
 L. Torrissi Ed. ISSN 2038-5889, pg. 41-44, 2016

G. Ceccio, L. Torrissi, M. Okamura, T. Kanesue, S. Ikeda

“Coated Targets for Ion Energy Analysis”  
*Activity Report 2016* - Dottorato di Ricerca in Fisica, Università di Messina,  
 L. Torrissi Ed. ISSN 2038-5889, pg. 45-48, 2016

N. Restuccia, L. Torrissi

“Diagnostic Imaging Improvement using Gold Nanoparticles”  
*Activity Report 2016* - Dottorato di Ricerca in Fisica, Università di Messina,  
 L. Torrissi Ed. ISSN 2038-5889, pg. 79-82, 2016

G. Costa, L. Torrissi, G. Ceccio

“Axial Magnetic Fields applied to Laser-generated Plasma to enhance the ion yield and energy emission”  
*Activity Report 2016* - Dottorato di Ricerca in Fisica, Università di Messina,  
 L. Torrissi Ed. ISSN 2038-5889, pg. 93-96, 2016

A. Cannavò, L. Torrissi, L. Calcagno, A. Sciuto

“Structure of semiconductor detectors for characterization of ionizing radiation sources”,  
 Proc. Conferenza PSBA, “*Plasmi, Sorgenti, Biofisica e Applicazioni*”, Lecce 14-15 Ottobre 2016, 1-

G. Ceccio, L. Torrisi, T. Kanesua, S. Ikeda and M. Okamura

“Au/Al Ion Energy Analysis of laser generating plasma at  $10^{12}$  W/cm<sup>2</sup> intensity”

Proc. Conferenza PSBA, “*Plasmi, Sorgenti, Biofisica e Applicazioni*”, Lecce 14-15 Ottobre 2016, 1-

L. Torrisi, G. Costa, and G. Ceccio

“Magnetic fields applied to laser-generated plasma to enhance the ion yield acceleration”

Proc. Conferenza PSBA, “*Plasmi, Sorgenti, Biofisica e Applicazioni*”, Lecce 14-15 Ottobre 2016, 1-

N. Restuccia, L. Torrisi and I. Paterniti

“Gold nanoparticles produced by laser ablation in liquids for diagnostic imaging improvements”

Proc. Conferenza PSBA, “*Plasmi, Sorgenti, Biofisica e Applicazioni*”, Lecce 14-15 Ottobre 2016, 1-

L. Torrisi, A. Italiano, M. A. Mastelloni

“Nuovi e Vecchi frammenti di membranature architettoniche di VI Sec. A. C.: Analisi XRF preliminari” *Atti Museo Archeologico Regionale “Luigi Bernabò Brea” – Lipari, “Lipara ed il teatro*

*in età tardoclassica ed ellenistica”* a cura di *Maria Amalia Mastelloni, 46-72, 2016.*

#### **Collaborazioni:**

#### **Dottorandi:**

- Dr. Giovanni Ceccio, Dottorando di Ricerca in Fisica XXX Ciclo
- Dr. Antonino Cannavò, Dottorando di Ricerca in Fisica XXX Ciclo
- Dr. Nancy Restuccia, Dottoranda di Ricerca in Fisica, XXXI Ciclo
- Dr. Giuseppe Costa, Dottorando di Ricerca in Fisica, XXXII Ciclo
- Dr.ssa Cristina Scolaro, Dottorando di Ricerca in Ingegneria dei Materiali, XXXII Ciclo

#### **Collaboratori:**

- Prof.ssa A. Visco, Università di Messina.
- Dr.ssa Maria Cutroneo, CANAM, NPI, Rez, Czech Republic;
- Prof. Jerzy Wolowski, IPPLM, Warsaw, Poland
- Prof. Jan Badziak, IPPLM, Warsaw, Poland
- Dr. Marcin Rosinski, IPPLM, Warsaw, Poland
- Prof. Przemyslaw Wachulak, WAT University, Warsaw, Poland
- Prof. Danilo Giulietti, Università di Pisa
- Prof.ssa Lucia Calcagno, Università di Catania
- Prof. Salvatore Cavallaro, Università di Catania
- Dr. Antonella Sciuto, CNR-IMM, Catania
- Prof. Vincenzo Nassisi, Università del Salento, Lecce
- Dr. Riccardo De Angelis, ENEA, Frascati, Roma
- Dr. Pietro Gucciardi, CNR-IPCF, Messina
- Dr. Jiri Ullschmied, PALS Lab, Physics Institute ASCR, Prague, Czech Republic

#### **Organizzazione seminari, congressi, scuole:**

Conferenza PSBA, “*Plasmi, Sorgenti, Biofisica e Applicazioni*”, in collaborazione con l’Università del Salento (Prof. V. Nassisi), Lecce 14-15 Ottobre 2016, 1-6.

Giornata di Studio del Dottorato di Ricerca in Fisica, Università di Messina, Biblioteca Centralizzata, Ex Facoltà di Scienze, Papardo, 30 Ottobre 2016.

## 6.17 ATTIVITÀ DI RICERCA DEL PROF. FRANCESCO MALLAMACE

### Fisica dei sistemi Complessi

Le attività di ricerca sono state focalizzate nello studio della dinamica di sistemi complessi, fra cui proteine idratate e colloidali in soluzione, al fine di caratterizzare le regioni di confine che separano diversi comportamenti dinamici.

Le metodologie sperimentali utilizzate per tali scopi comprendono soprattutto lo Scattering di Neutroni e le spettroscopie ottiche e di Risonanza Magnetica Nucleare.

Le numerose collaborazioni con strutture di ricerca nazionali e internazionali all'avanguardia in diversi settori scientifici consentono la condivisione di saperi per una attività di ricerca che ben si inserisce all'interno del panorama scientifico nazionale ed internazionale. Fra tali strutture è importante menzionare il Consorzio Interuniversitario per lo Sviluppo dei Sistemi a Grande Interfase di Firenze, l'Istituto per i Processi Chimico-Fisici del CNR, la Boston University di Boston (USA) ed il Massachusetts Institute of Technology di Cambridge (USA).

Fra i risultati scientifici di maggior rilievo spiccano quelli inerenti lo studio delle proprietà dell'acqua di idratazione di sistemi biologici come le proteine. Infatti si è mostrato come siano proprio le proprietà strutturali e soprattutto dinamiche della prima shell di idratazione del lisozima ad influenzare la dinamica dei residui amminoacidici del lisozima stesso, e quindi la corrispondente attività biologica. Nel dettaglio si è mostrato come la stabilità e la durata dei legami idrogeno siano influenzate dalla temperatura al punto di determinare le regioni termiche che determinano i limiti dell'attività biologica del lisozima. Il confine alle basse temperature è determinato dalla temperatura al di sotto della quale il network di legami idrogeno che legano l'acqua ai gruppi idrofilici della proteina e alle altre molecole d'acqua è completamente sviluppato e rigido. Infatti al di sotto di tale temperatura, il cui valore corrisponde a circa 225K, la dinamica del sistema è quasi congelata, o arrestata, e corrisponde a quella di un solido amorfo in cui sono permessi essenzialmente "salti" da una posizione all'altra senza la possibilità per le molecole di esplorare un elevato numero di possibili configurazioni come avviene ad alta temperatura. Tale caratteristica è stata verificata essere propria del sistema acqua e quindi influenza tutti i sistemi con cui l'acqua stessa si trova ad interagire. Il confine ad alta temperatura è determinato invece dalla temperatura di denaturazione irreversibile (~346K per il lisozima) oltre la quale la proteina si sfolda irreversibilmente perché la forza e la stabilità dei legami idrogeno non sono tali da farla rimanere nello stato chiuso caratteristico della fase nativa. Tale processo di unfolding tuttavia comincia ad avviarsi a circa 320K, temperatura che per l'acqua marca la "transizione" tra il comportamento di liquido anomalo, ma di buon solvente ( $T < 320\text{K}$ ), e quello di liquido semplice, ma di cattivo solvente ( $T > 320\text{K}$ ). È importante sottolineare come all'interno della regione di temperature fra 320 e 346K, il processo di folding/unfolding può essere reversibile dipendendo dalle condizioni del sistema.

Parallelamente il fenomeno delle transizioni dinamiche è stato studiato anche per soluzioni colloidali, non solo in funzione della temperatura ma anche della concentrazione. Il modello teorico che ben si presta alla descrizione di questo tipo di fenomeni è la versione Estesa della ben nota Mode Coupling Theory che prevede come oltre un valore critico o di soglia la dinamica del sistema sia descritta essenzialmente mediante processi di salto da una configurazione molecolare all'altra.

Infine è opportuno menzionare lo studio del cosiddetto Boson Peak per acqua confinata in nanotubi e la sua corrispondente associazione proprio al crossover dinamico dell'acqua a circa 225K legato al completo sviluppo del network di legami idrogeno. La temperatura di tale crossover dinamico corrisponde alla



temperatura della "Widom line", linea del massimo delle correlazioni alla base delle funzioni di risposta termodinamiche dell'acqua, all'interno della ipotesi che prevede l'esistenza di un secondo punto critico dell'acqua.

## **Pubblicazioni**

- 1) Mallamace, F., Corsaro, C., Mallamace, D., Vasi, S., & Stanley, H. E. (2016). NMR spectroscopy study of local correlations in water. *The Journal of Chemical Physics*, 145(21), 214503.
- 2) Cervený, S., Mallamace, F., Swenson, J., Vogel, M., & Xu, L. (2016). Confined water as model of supercooled water. *Chemical reviews*, 116(13), 7608-7625.
- 3) Corsaro, C., Mallamace, D., Cicero, N., Vasi, S., Dugo, G., & Mallamace, F. (2016). Dynamics of water clusters in solution with LiCl. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 442, 261-267.
- 4) Corsaro, C., Mallamace, D., Vasi, S., Cicero, N., Dugo, G., & Mallamace, F. (2016). The local order of supercooled water in solution with LiCl studied by NMR proton chemical shift. *Nuovo Cimento C Geophysics Space Physics C*, 39.
- 5) Vasi, S., Corsaro, C., Mallamace, D., & Mallamace, F. (2016). The time dependence dynamics of hydration water changes upon crossing T. *Nuovo Cimento C Geophysics Space Physics C*, 39.
- 6) Mallamace, F., Corsaro, C., Mallamace, D., Vasi, S., Vasi, C., Baglioni, P., ... & Stanley, H. E. (2016). Energy landscape in protein folding and unfolding. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 113(12), 3159-3163.
- 7) Mallamace, F., Corsaro, C., Mallamace, D., Vasi, C., Vasi, S., & Stanley, H. E. (2016). Dynamical properties of water-methanol solutions. *The Journal of Chemical Physics*, 144(6), 064506.
- 8) Corsaro, C., Mallamace, D., Cicero, N., Vasi, S., Dugo, G., & Mallamace, F. (2016). Dynamics of water clusters in solution with LiCl. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 442, 261-267.
- 9) Mallamace, F., Corsaro, C., Mallamace, D., Vasi, S., Vasi, C., & Stanley, H. E. (2016). Some considerations on the transport properties of water-glycerol suspensions. *The Journal of Chemical Physics*, 144(1), 014501.
- 10) Mallamace, F., Corsaro, C., Mallamace, D., Vasi, C., Vasi, S., & Stanley, H. E. (2016). Some Considerations on Confined Water: The Thermal Behavior of Transport Properties in Water-Glycerol and Water-Methanol Mixtures. *MRS Advances*, 1(26), 1891-1902.
- 11) Maestro, L. M., Marqués, M. I., Camarillo, E., Jaque, D., Solé, J. G., Gonzalo, J. A., ... & Stanley, H. E. (2016). On the existence of two states in liquid water: impact on biological and nanoscopic systems. *International Journal of Nanotechnology*, 13(8-9), 667-677.
- 12) Corsaro, C., Mallamace, D., Vasi, S., Pietronero, L., Mallamace, F., & Missori, M. (2016). The role of water in the degradation process of paper using  $^1\text{H}$  HR-MAS NMR spectroscopy. *Physical Chemistry Chemical Physics*, 18(48), 33335-33343.

## **Collaborazioni:**

- Dr. Carmelo Corsaro

## **6.18 GRUPPO DI RICERCA IN “GEOFISICA GENERALE ED APPLICAZIONI TERRITORIALI”**

**Componenti:** Giancarlo Neri, Barbara Orecchio

L'attività di ricerca svolta ricade nel Settore Geofisica (04/A4), con particolare riferimento ai SSD GEO/10 e GEO/11. Essa è in larga parte riconducibile a due tematiche di ricerca principali:

- 1- Geofisica e geodinamica del sistema Tirreno–Ionio-ArcoCalabro
- 2- Fisica dei fenomeni sismici ed applicazioni territoriali

### **1- “Geofisica e geodinamica del sistema Tirreno–Ionio-Arco Calabro” (referente B. Orecchio).**

L'attività condotta nel 2016 nell'ambito di questa tematica di ricerca mira ad approfondire i risultati ottenuti nei Progetti Nazionali PRIN 2010-2011 "Geodinamica attiva e recente dell'Arco Calabro e del complesso di accrezione nel Mar Ionio" (B. Orecchio responsabile dell'Unità di Ricerca dell'Università di Messina) e INGV-DPC S1 2014-2015 “Base-knowledge improvement for assessing the seismogenic potential of Italy” (D. Presti responsabile dell'Unità di Ricerca dell'Università di Messina). Le attività di questa tematica sono state svolte in collaborazione con: la Columbia University, l'Institute of Petroleum Geology and Geophysics di Novosibirsk, l'Università di Malta, l'Università di Milano, l'Università di Salerno, l'Università di Chieti, l'Università di Catania, l'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, l'ISMAR del CNR di Bologna.

I risultati degli studi condotti nel 2016 rappresentano approfondimenti delle conoscenze disponibili per l'area dell'Italia Meridionale ed in particolare dell'Arco Calabro-Peloritano. Ciò vale in modo particolare in riferimento alle conoscenze tomografiche a livello crostale, all'individuazione delle strutture e dei campi di stress ed alla caratterizzazione dei processi che regolano la subduzione nell'area in esame.

L'esperienza e le collaborazioni sviluppate nell'arco degli ultimi anni su queste tematiche hanno portato alla costituzione nella prima metà dell'anno 2016 di un Centro Interuniversitario per l'analisi sismotettonica (CRUST) costituito da nove Università italiane e per il quale B. Orecchio è componente della Giunta e responsabile dell'UR di Messina.

La tematica di ricerca in argomento ha sostenuto ed in atto sostiene una parte dell'attività didattica dei Corsi di insegnamento di Elementi di Fisica Terrestre (CLT in Fisica) e di Telerilevamento ambientale (CLM TEAM).

### **2- “Fisica dei fenomeni sismici ed applicazioni territoriali” (referente G. Neri)**

L'attività condotta nell'ambito di questa tematica di ricerca si fonda in modo particolare sulle collaborazioni con: la St. Louis University, l'Università di Malta e l'Università di Milano.

Come nell'anno precedente, le attività hanno riguardato in modo particolare (a) il perfezionamento delle tecniche di localizzazione dei terremoti ai fini del riconoscimento delle strutture sismogenetiche e del loro potenziale sismico, (b) l'adozione di nuove tecniche di inversione delle forme d'onda e di generazione di sismogrammi sintetici utili per una migliore comprensione dei meccanismi sismogenetici e per la stima degli scuotimenti attesi al suolo da sorgenti sismiche prefissate, (c) la valutazione dei livelli di pericolosità sismica, in particolare sul territorio della Sicilia orientale, attraverso l'integrazione di tali metodologie con tecniche di geofisica applicata e geologia. Quest'ultima attività si colloca nell'ambito delle iniziative avviate durante il Progetto PO-FESR 2007-2013 – Linea di Intervento 4.1.1.1 dal titolo

“Attività di sviluppo sperimentale finalizzata alla riduzione del rischio sismico nella Sicilia Orientale”( responsabile per l’Università di Messina G. Neri).

La tematica di ricerca in argomento, ha contribuito a supportare i corsi di Geofisica (CLM in Fisica), Fisica dei Fenomeni Sismici ed Applicazioni Territoriali (CLT in Fisica) e Geofisica per l’Ambiente ed il territorio (CLM TEAM). Contribuisce inoltre a varie attività di studio condotte per esigenze di protezione civile a livello locale e nazionale.

#### **Publicazioni ISI**

- 1) Polonia, A.; Torelli, L.; Artoni, A.; Carlini, M.; Faccenna, C.; Ferranti, L.; Gasperini, L.; Govers, R.; Klaeschen, D.; Monaco, C.; Neri, G.; Nijholt, N.; Orecchio, B.; Wortel, R. (2016). The Ionian and Alfeo-Etna fault zones: New segments of an evolving plate boundary in the central Mediterranean Sea? TECTONOPHYSICS, 10.1016/j.tecto.2016.03.016.
- 2) Totaro, C.; Orecchio, B.; Presti, D.; Scolaro, S.; Neri, G. (2016). Seismogenic stress field estimation in the Calabrian Arc region (south Italy) from a Bayesian approach. GEOPHYSICAL RESEARCH LETTERS, 10.1002/2016GL070107.

#### **Publicazioni non ISI**

- 1) Totaro, C.; Orecchio, B.; Presti, D.; Scolaro, S.; Neri, G.(2016). A Bayesian approach for seismogenic stress field computation in the Calabrian Arc region. Rendiconti Online della Società Geologica Italiana, Supplemento n. 1 al Volume 40.
- 2) Orecchio B.; De Ritis R.; Pepe F.; Corradino M.; Neri G.; Presti D.; Sacchi M.; Totaro C. (2016). Geophysical investigations along the Tyrrhenian shore of Calabria. Rendiconti Online della Società Geologica Italiana, Supplemento n. 1 al Volume 40.
- 3) Cirillo D.; Brozzetti F.; de Nardis R.; Lavecchia G.; Cardinali M.; Orecchio, B.; Presti, D.; Totaro, C. (2016). Detailed field mapping and seismic analysis of potentially seismogenic faults at the Calabria-Lucania Boundary (southern Apennines). Rendiconti Online della Società Geologica Italiana, Supplemento n. 1 al Volume 40.
- 4) Scolaro, S.; Totaro, C.; Orecchio, B.; Presti, D.; Neri, G. (2016). An updated database of focal mechanism solutions and stress estimation for the Calabrian Arc region (south Italy). 35th General Assembly of the European Seismological Commission - abstract volume.

#### **Comunicazione a congressi e scuole :**

- 1) Totaro, C.; Orecchio, B.; Presti, D.; Scolaro, S.; Neri, G.(2016). A Bayesian approach for seismogenic stress field computation in the Calabrian Arc region. 88° Congresso della Società Geologica Italiana, Napoli, 7-9 settembre.
- 2) Orecchio B.; De Ritis R.; Pepe F.; Corradino M.; Neri G.; Presti D.; Sacchi M.; Totaro C. (2016). Geophysical investigations along the Tyrrhenian shore of Calabria. 88° Congresso della Società Geologica Italiana, Napoli, 7-9 settembre.
- 3) Cirillo D.; Brozzetti F.; de Nardis R.; Lavecchia G.; Cardinali M.; Orecchio, B.; Presti, D.; Totaro, C. (2016). Detailed field mapping and seismic analysis of potentially seismogenic faults at the Calabria-Lucania Boundary (southern Apennines). 88° Congresso della Società Geologica Italiana, Napoli, 7-9 settembre.

- 4) Scolaro, S.; Totaro, C.; Orecchio, B.; Presti, D.; Neri, G. (2016). An updated database of focal mechanism solutions and stress estimation for the Calabrian Arc region (south Italy). 35th General Assembly of the European Seismological Commission. Trieste, 4-10 settembre.

**Collaborazioni :**

- Debora Presti - Assegnista di Ricerca, Università di Messina, SSD GEO10
- Cristina Totaro - Assegnista di Ricerca, Università di Messina, SSD GEO10
- Silvia Scolaro – Dottoranda di Ricerca in Fisica, Università di Messina, XXXI ciclo
  
- St. Louis University,
- Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia
- Università di Malta
- Università di Milano
- Lamont-Doherty Earth Observatory, Columbia University
- Institute of Petroleum Geology and Geophysics di Novosibirsk
- Università di Salerno
- Università di Chieti
- Università di Catania
- ISMAR del CNR di Bologna
- CRUST (Centro Interuniversitario per l'analisi sismotettonica) - <https://www.crust.unich.it/>

## **6.19 GRUPPO DI RICERCA IN: VULNERABILITÀ SISMICA E RESILIENZA DI SISTEMI URBANI E TERRITORIALI**

**Componenti:** Prof. Antonio Teramo, Prof. Domenica Termini,

### **Descrizione della ricerca**

La maggior parte delle attività di ricerca espletate nell'anno 2016, qui di seguito meglio precisate, sono coerenti e propedeutiche alla prossima attivazione del progetto DIONISO finanziato dal MIUR nel contesto del programma Smart Cities.

- ***Diagnostica territoriale***

Nell'ambito di consolidate collaborazioni con Enti nazionali di ricerca, sono state affrontate tematiche di ricerca correlate all'analisi ed all'elaborazione di dati territoriali, correlati ad attività diagnostiche geofisiche (MASW, REMI, HVSR, Geoelettrica, GPR, Risposta sismica locale, ...), che consentono di migliorare la conoscenza del livello di suscettività al danno di ambiti territoriali, migliorandone la resilienza. In tale contesto è stato oggetto di ulteriore approfondimento lo sviluppo di procedure orientate alla verifica dell'idoneità sismica di aree significative del tessuto urbano della città di Messina.

- ***Monitoraggio del territorio***

Sono stati affrontati studi relativi ad inediti protocolli di monitoraggio del territorio con dispositivi di differente tipologia (UAV, WSN, telecamere fisse, ...) anche in riferimento alla valutazione in RT della praticabilità delle aree di attesa di ambiti urbani ed assi viari strategici, in ordine alla valutazione della vulnerabilità sistemica del territorio, la gestione delle emergenze ed il coordi-

namento dei soccorsi. In particolare sono stati espressamente configurati percorsi innovativi per l'impiego su larga scala di UAV e WSN .

#### **Pubblicazioni non ISI**

- 1) Teramo, A.; De Domenico, D.; Termini, D.; Romeo, M.; Teramo, C.; Morey, N.; Saccà, C. (2016). On the Characterization of a Geophysical Diagnostics Resolution Index within the Seismic Damage Scenario Construction. DOI:10.3997/2214-4609.201601915. pp.1-5. In Earthdoc - ISBN:978-94-6282-194-1...
- 2) De Domenico, D.; Garilli, G.; Teramo, A.; Marino A. (2016). Application for Capacitively Coupled Resistivity Surveys in the City of Messina. DOI:10.3997/2214-4609.201601963. pp.1-5. In EarthDoc - ISBN:978-94-6282-194-1..

#### **Comunicazione a congressi:**

- 1) Antonio Teramo: De Domenico, D.; Termini, D.; MARINO A. Romeo, M.; Teramo, C.; N.; Saccà, C. (2016). Seismic Domotics Innovative Technologies for Home and System Safety. *4th China (Shanghai) International Technology Fair. C.S.I.T.F. 21/23 APRIL 2016*
- 2) Domenica De Domenico: Teramo, A.; De Domenico, D.; Termini, D.; Romeo, M.; Teramo, C.; Morey, N.; Saccà, C. (2016) On the Characterization of a Geophysical Diagnostics Resolution Index within the Seismic Damage Scenario Construction. *22<sup>nd</sup> European meeting of Environmental and engineering geophysics. Barcelona Spain 4-8 settembre 2016*
- 3) Domenica De Domenico: De Domenico, D.; Garilli, G.; Teramo, A.; Marino, A. (2016) Application for Capacitively Coupled Resistivity Surveys in the City of Messina. *22<sup>nd</sup> European meeting of Environmental and engineering geophysics. Barcelona Spain 4-8 settembre 2016*

#### **Collaboratori interni:**

- Dott. Antonino Marino (tecnico laureato),
- Dott. Domenica De Domenico (tecnico laureato)

#### **Collaboratori esterni:**

- Università di Genova – Dipartimento di informatica, bioingegneria, robotica, ingegneria dei sistemi (DIBRIS)
- Ecole Centrale de Nantes (Sede operativa di Genova)
- CNR, Istituto di Acustica e Sensoristica O.M. Corbino, Roma
- CINECA, Bologna
- EUCENTRE, Pavia

## **6.20 ATTIVITÀ DI RICERCA DEL PROF. GIOVANNI RANDAZZO**

### **“Gruppo Informale di Geologia Ambientale e Territoriale” GIGAT**

L'attività di ricerca svolta ricade nel macrosettore concorsuale 04/A3, con particolare riferimento ai SSD GEO04 Geografia fisica e Geomorfologia.

L'attività di ricerca condotta nel 2016 è stata incentrata nell'ambito della tematica relativa alla pianificazione, alla gestione e al monitoraggio della fascia costiera, in particolare: sui processi di VIA e VAS, sull'analisi diacronica e geomorfologica di tratti di coste alte e basse e su modelli di monitoraggio costie-

ro su scala locale e regionale. Inoltre è stata analizzata a scala regionale la sostenibilità geografica del sistema di gestione dei rifiuti attuato in Sicilia.

Essa è in larga parte riconducibile a tre linee di ricerca principali:

- VIA e VAS
- POCKET BEACHES
- ANALISI GEOMORFOLOGICA DA DRONE

### **VIA e VAS**

L'attività condotta nell'ambito degli studi relativi alla valutazione ambientale si sono inseriti nel confronto avvenuto in ambito di gruppi di lavoro dell'Associazione Analisti Ambientali. È stata fatta una ricerca legislativa bibliografica sull'ampia produzione di letteratura scientifica e tecnica riguardante la gestione delle aree costiere in Europa, volgendo maggiore attenzione alla legislazione italiana e siciliana che regola la pianificazione e gestione delle aree costiere; quindi essenzialmente si è operato lavorando sugli aspetti geomorfologici e territoriali delle valutazioni, ritenendo in qualche modo centrale, nei diversi livelli di studio, l'inquadramento paesaggistico non solo dal punto di vista estetico – descrittivo, ma appunto come summa di dati geologici, litologici, geomorfologici s.s. che fornissero allo studio stesso un concreto collegamento con il territorio. Inoltre si sta sviluppando una metodologia per il sistema di monitoraggio degli effetti ambientali significativi soprattutto in ambito costiero.

### **POCKET BEACHES**

L'attività condotta nell'ambito di questa tematica è legata allo studio e mappatura delle Pocket beaches, al fine di creare una piattaforma di monitoraggio, basata sull'individuazione di specifici indici geomorfologico sedimentologici e sulla realizzazione di un sistema di rilevamento da remoto del moto ondoso e dell'evoluzione della spiaggia, per poter preservare dai fenomeni erosivi questa specifica nicchia ambientale.

La prima fase è incentrata sulla realizzazione di un Sistema Informatico Territoriale (SIT-GIS) di tutte le PB siciliane; in particolare la strutturazione e realizzazione di una piattaforma, che fornirà un'analisi dello stato di fatto, prodromica alle indagini da effettuare con strumentazioni all'avanguardia (AUV muniti di sensori vari). Ma la ricerca è soprattutto incentrata sull'analisi dei dati delle immagini da drone che insieme alle informazioni delle stazioni da remoto, dotate di videocamere e anemometri, messi in relazione con le informazioni ambientali (sedimenti, morfologia, fauna e flora), permetteranno di creare degli algoritmi che, analizzando immagini da remoto, forniranno informazioni circa la loro tendenza evolutiva. Inoltre mediante software di riconoscimento dei colori e delle forme si analizza come ottenere informazioni, non solo della variazione morfologica, ma anche della variazione ambientale.

A regime il sistema di monitoraggio da remoto consentirà di osservare la tendenza evolutiva dei diversi settori analizzati, consentendo così di avviare azioni di mitigazione degli impatti costieri.

Questa attività di ricerca si colloca nell'ambito delle iniziative avviate durante la presentazione del Progetto "Pocket beach management & remote surveillance system", Interreg Italia Malta, Capofila Università di Messina, Responsabile prof. G.Randazzo.

### **ANALISI GEOMORFOLOGICA DA DRONE**

L'attività condotta nell'ambito di tale ricerca è incentrata sulla valutazione e la gestione del rischio di inondazione marina, in particolare questa ricerca è volta alla valutazione delle aree allagabili ed è incentrata su una dettagliata conoscenza della morfologia delle coste e una conoscenza di dettaglio del clima ondoso sotto costa nonché delle altre grandezze che possono influenzare la risalita del moto ondoso su spiagge e strutture costiere quali livelli di marea e velocità del vento.

La piattaforma regionale, con informazioni sulle caratteristiche morfologiche e idraulico-marittime e la presenza di opere di difesa costiera, è stata strutturata in modo da considerare la generale complessità dei fenomeni.

Questo approccio metodologico è stato utilizzato per tutta la fascia costiera regionale. Sono stati inoltre approntati dei punti di video - rilevamento da remoto, mediante fotocamera accoppiata ad anemometro che trasmettono in continuo informazioni circa l'evoluzione della linea di riva e le condizioni meteo che la determinano; attualmente la ricerca è applicata a due aree del territorio messinese: Capo Tindari (lingua sabbiosa) e Capo Peloro (spiaggia alla confluenza tra i mari Tirreno e Jonio). Su queste spiagge sono stati condotti diversi rilievi da drone, volando con fotocamere per aerofotogrammetria e con LiDAR per definire l'evoluzione dei volumi in due ambienti estremamente dinamici.

Questa attività di ricerca è anche connessa alle iniziative avviate insieme all'Università degli Studi di Catania Dipartimento di Ingegneria civile e Architettura con la Regione siciliana Dipartimento Regionale dell'Ambiente per la messa a punto di metodologie integrate per l'aggiornamento del Pai coste con l'obiettivo di supportare l'aggiornamento delle metodologie legate alle problematiche sedimentologiche – geomorfologiche e all'impatto antropico e naturale sull'evoluzione della linea di riva.

### **Publicazioni ISI**

- 1) . G. Randazzo, A. Crupi e S. Lanza , Improving coastal management plan, moving towards territorial integration, using existing legislation tools: a possible example in Sicily. Sottomesso Ocean & Coastal Managemen (OCMA-D-15-00340).

### **Publicazioni non ISI**

- 1) Randazzo G., Crupi A., Lanza S., Zaffino G. Aeromobili a pilotaggio remoto (APR): un primo quadro relativo a regole, sensori, protocolli e risultati tecnici di Bollettino dell'Ordine Regionale Geologi Sicilia
- 2) Randazzo G., Lanza S., Crupi A.,. Un'ipotesi di modello per lo smaltimento dei rifiuti in Sicilia, territorialmente compatibile e ambientalmente sostenibile. Sottomesso alla Rivista Geografica Italiana

### **Comunicazione a congressi e scuole**

Numerose conferenze relative alle tematiche di cui sopra, tenute generalmente in Sicilia

### **Collaborazioni**

- Stefania Lanza Assegnista di Ricerca, Università di Messina SSD GEO04
- Antonio Crupi Borsista
- El Ghazali Fatima Ezzahra (stage Erasmus Mundus PhD, Marocco)

## 6.21 ATTIVITÀ DI RICERCA PROF.SSA SIMONA QUARTIERI

### Caratterizzazione strutturale di sistemi zeolitici e Studi archeometrici di Beni Culturali

#### 1) *Penetrazione di ioni e molecole ospiti indotta dalla pressione in materiali microporosi idrofobi*

E' proseguito lo studio della penetrazione indotta dalla pressione di molecole organiche in materiali porosi ricchi in silice. Sono stati effettuati esperimenti in alta pressione - tramite diffrazione a raggi X in luce di sincrotrone - adottando mezzi di trasmissione della pressione penetranti, al fine di verificare l'ingresso di molecole addizionali (acqua e/o solvente e/o elettrolita) all'interno dei canali zeolitici e se la eventuale intrusione viene mantenuta anche una volta che la pressione viene rilasciata.

E' stata studiata la Si-Ferrierite (topologia FER) in presenza di soluzioni acquose di vari sali tra cui di  $MgCl_2$ . I dati sono stati raccolti in diffrazione da polveri, presso linee di luce di sincrotrone a ESRF e ALBA. Si è avuta evidenza di ingresso di cationi e anioni parzialmente solvatati. Sono in fase di elaborazione i dati raccolti anche con altri sali ( $NaCl$ ,  $KCl$ ,  $CaCl_2$ ) su Si-Ferrierite, Si-Chabazite e Si-LTA.

#### 2) *Studio strutturale dell'assorbimento di $CO_2$ in sistemi zeolitici tipo faujasite*

Si è conclusa l'indagine sull'incapsulamento di molecole di  $CO_2$  in zeoliti sintetiche con topologia FAU. Il problema della separazione della  $CO_2$  da altri gas leggeri è stato largamente affrontato in passato. In particolare, la maggior parte del lavoro ha riguardato la separazione di  $CO_2$  da gas naturali per ottenerne la purificazione. Più recentemente grande enfasi è stata data allo storage di  $CO_2$  per mitigare gli effetti di questo gas sui cambiamenti climatici. Tra i vari approcci utilizzati per questi studi manca tuttavia una accurata indagine strutturale per determinare i meccanismi di incapsulamento a livello atomistico e le interazioni tra le molecole di  $CO_2$  e gli atomi del framework e delle specie extra-framework della zeolite.

Sono stati eseguiti esperimenti in diffrazione da polveri in luce di sincrotrone presso la linea MCX di ELETTRA (Trieste) e ID22 (ESRF) su diversi campioni di zeoliti X, Y e LSX operando prima in condizioni di assorbimento di  $CO_2$  fino a saturazione e poi in condizioni di desorbimento in alta temperatura. I risultati evidenziano la penetrazione di  $CO_2$  in tutti i campioni, con diverse localizzazioni e interazioni delle molecole a seconda del catione extra-framework e del rapporto Si/Al del framework. In un caso è stata osservata una parziale irreversibilità del processo di assorbimento.

#### 3) *Studio della stabilità termica nell' $AlPO_4-5$ e confinamento di molecole di coloranti organici*

L'alluminosilicato  $AlPO_4-5$  è stato sintetizzato e la sua stabilità termica è stata studiata tramite esperimenti in-situ in alta temperatura con luce di sincrotrone. Successivamente sono stati incapsulati i seguenti coloranti: azobenzene e oxazina-1, rispettivamente un colorante neutro ed uno cationico interessanti nel campo della fotoelettronica. Nel caso dell'azobenzene, il caricamento è avvenuto tramite gas-phase adsorption; i campioni di  $AlPO_4-5$  e di azobenzene sono stati lasciati in un'autoclave a  $150^\circ C$  affinché il colorante volatilizzasse ed entrasse come fase vapore all'interno della zeolite in sostituzione dell'acqua. Per l'oxazina-1 è invece stato eseguito l'inserimento diretto durante la cristallizzazione.

I compositi così sintetizzati sono stati caratterizzati chimicamente tramite SEM/EDS ed analisi termogravimetrica (TG) e cristallograficamente tramite diffrazione a raggi X su polveri (XRPD). Gli spettri di diffrazione sono stati raccolti sia con sorgenti convenzionali sia con luce di sincrotrone. Grazie ai dati ottenuti da esperimenti effettuati su due diverse linee di luce di sincrotrone (ID22 a ESRF e X-PRESS a Elettra) è stato possibile effettuare un affinamento strutturale con il metodo Rietveld. Ciò ha permesso, per quanto riguarda la fase  $AlPO_4-5$  + azobenzene, la localizzazione di parte della molecola di colorante all'interno dei canali zeolitici. La zeolite con oxazina-1 è stata invece caratterizzata solo da un punto di vista chimico con analisi termogravimetriche. Dal affinamento strutturale del composito con azobenzene risulta che: a) l'incapsulamento della molecola di colorante ha deformato leggermente il framework



inducendo un arrotondamento dei canali; b) la molecola planare dell'azobenzene è inclinata di circa 36° rispetto all'asse cristallografico c (asse dei canali). Questo risultato, in accordo con altri lavori riportati in letteratura su sistemi analoghi, indica che può esserci un'influenza da parte dell'host sulla disposizione della molecola ospite. Ulteriori studi di tipo spettroscopico potranno rivelare la natura di questa interazione.

#### **4) Studi archeometrici su Beni Culturali**

Le ricerche archeometriche svolte nel 2015 hanno riguardato lo studio di materiali (cosiddette pietre verdi) usati per la facciata e per le decorazioni pavimentali del Duomo di Messina. Lo scopo del lavoro è stato di ottenere informazioni sulla loro provenienza tramite analisi chimiche e diffrattometriche (SEM-EDS, XRPD, XRF). I campioni studiati sono risultati essere delle metabasiti contenenti relitti di olivina sostituita da serpentino e clinopirosseno alterato a bastite. I minerali pseudomorfici sono serpentino (lizardite and crisotilo), magnetite, anfibolo (serie tremolite-actinolite) e clorite (talco -clorite). Questi risultati dimostrano che le pietre verdi analizzate non appartengono all'affioramento di anfiboliti dei Monti Peloritani – come suggerito da alcuni documenti storici – ma provengono dalle serie ofiolitiche del nord della Calabria, dove queste pietre sono estratte e utilizzate fin dal secolo scorso come materiale da costruzione.

E' inoltre iniziato uno studio sui pigmenti utilizzati dal cosiddetto "Pittore di Lipari" per la produzione di manufatti ceramici. I campioni sono conservati nel Museo di Lipari

#### **Publicazioni ISI.**

- 1) Artioli Gilberto, Quartieri Simona (2016) The contribution of Geoscience to Cultural Heritage studies. *Elements*, 12 (1), 13-18
- 2) Rossella Arletti, Lara Gigli, Francesco Di Renzo, Simona Quartieri (2016) Evidence for the formation of stable CO<sub>2</sub> hydrates in zeolite Na-Y: Structural characterization by synchrotron X-ray powder diffraction. *Microporous and Mesoporous Materials*, 228, 248-255
- 3) Rossella Arletti, Laura Ronchi, Simona Quartieri, Giovanna Vezzalini, Andrey Ryzhikov, Habiba Nouali, T. Jean Daou, Joel Patarin (2016) Intrusion-Extrusion Experiments of MgCl<sub>2</sub> Aqueous Solution in Pure Silica Ferrierite: Evidence of the Nature of Intruded Liquid by in situ High Pressure Synchrotron X-ray Powder Diffraction. *Microporous and Mesoporous Materials*, 235, 253-260.
- 4) G. Sabatino, M. Di Bella, S. Quartieri, A. Giuliano, F. Italiano, G. Marciandò, A. Tripodo, D. Romano (2016) Verifying the reliability of historical sources through a mineralogical and petrographic approach: the case of the "black-green stone" from the Messina Cathedral (Sicily, Italy). *Mediterranean Archaeology and Archaeometry* 16(3).

#### **Comunicazione a congressi e scuole**

- 1) Quartieri S., Arletti R., Gigli L. Di Renzo F. (2016) STABLE CO<sub>2</sub> HYDRATES IN ZEOLITE Na-Y: STRUCTURAL CHARACTERIZATION BY SYNCHROTRON X-RAY POWDER DIFFRACTION. 2° European Mineralogical Conference, Rimini, 11-15 September 2016
- 2) Barone G., Di Bella M., Mastelloni M.A., Mazzoleni P., Quartieri S., Raneri S., Sabatino G., Vailati C. (2016) POTTERY PRODUCTION OF THE PITTORE DI LIPARI: CHEMICAL AND MINERALOGICAL ANALYSIS OF THE PIGMENTS. 2° European Mineralogical Conference, Rimini, 11-15 September

2016

- 3) Arletti R., Fois E., Tabacchi G., Vezzalini G., Quartieri S. (2016) HIGH PRESSURE-INDUCED SUPRAMOLECULAR ORGANIZATION OF WATER AND ETHANOL IN ALL-SILICA FERRIERITE: A POTENTIAL ROUTE FOR A CHALLENGING SEPARATION PROBLEM. 2° European Mineralogical Conference, Rimini, 11-15 September 2016
- 4) Arletti R., Ronchi L., Quartieri S., Vezzalini G., Ryzhikov A., Nouali H., Daou T. J., Patarin J. (2016) NON-WETTING FLUID INTRUSION IN HYDROPHOBIC MEDIA: STRUCTURAL INTERPRETATION OF THE ENERGETIC PERFORMANCE OF PURE-SILICA FERRIERITE. 2° European Mineralogical Conference, Rimini, 11-15 September 2016
- 5) L. Gigli, R. Arletti, F. Di Renzo, S. Quartieri (2016) Evidence of the formation of stable CO<sub>2</sub> hydrates in zeolite Na-Y: Structural characterization by synchrotron X-ray powder diffraction. EPDIC15, Bari, 12-15 June 2016.
- 6) D. Bersani, A. Coccato, D. Lauwers, P. Vandenabeele, G. Barone, S. Raneri, P. Mazzoleni, S. Quartieri, G. Sabatino, D. Manzini (2016) Raman analysis of paintings: comparison between different excitation wavelengths in mobile systems. XII GeoRaman. Novosibirsk, 9-15 June 2016.
- 7) R. Arletti, L. Gigli, F. Di Renzo, S. Quartieri (2016) Structural characterization of stable CO<sub>2</sub> hydrates in zeolite Na-Y by Synchrotron Radiation-X-Ray Powder Diffraction. 18° IZC, Rio de Janeiro, June 2016
- 8) R. Arletti, M. Polisi, S. Quartieri, G. Vezzalini, L. Gigli, L. Pastero, C. Giacobbe (2016) Zeolite/dye hybrid composites: organization of photoactive molecules inside AlPO<sub>4</sub>-5. 18° IZC, Rio de Janeiro, June 2016
- 9) Rossella Arletti, Laura Ronchi, Simona Quartieri, Giovanna Vezzalini, Andrey Ryzhikov, Habiba Nouali, T. Jean Daou, Joël Patarin (2016) Intrusion-extrusion experiments of MgCl<sub>2</sub> aqueous solution in pure silica Ferrierite: in situ high pressure X-ray powder diffraction experiments. 18° IZC, Rio de Janeiro, June 2016
- 10) R. Arletti, L. Gigli, F. Di Renzo, S. Quartieri (2016) Formation of stable CO<sub>2</sub> hydrates in zeolite Na-Y: structural characterization by synchrotron-X-Ray Powder Diffraction. Balard Conferences 2016, Montpellier 5-8 April 2016.
- 11) R. Arletti, L. Ronchi, S. Quartieri, G. Vezzalini, A. Ryzhikov, H. Nouali, T. J. Daou, J. Patarin (2016) Intrusion-Extrusion Experiments of MgCl<sub>2</sub> Aqueous Solution in Pure Silica Ferrierite: Evidence of the Nature of Intruded Liquid by in situ High Pressure Synchrotron X-ray Powder Diffraction. SILS Meeting, Bari September 2016.

## Collaborazioni

- Dr. Giuseppe Sabatino (UNIME)
- Giovanna Vezzalini, Michelangelo Polisi, Riccardo Fantini (UNIMORE)
- Rossella Arletti, Linda Pastero, Gianmario Martra (UNITO)
- Gloria Tabacchi, Ettore Fois (UNINSUBRIA)
- Fernando Camara (UNIMI)
- Lara Gigli (Beamline MCX, Elettra, Trieste)
- Carlotta Giacobbe, Vladimir Dmitriev (ESRF, Grenoble, France)
- Francesco Di Renzo, Julien Haines (Institut Charles Gerhardt Montpellier, UMR 5253 CNRS-UM-ENSCM, Montpellier, France)
- Jean Daou, Joël Patarin (Université de Strasbourg (UDS), Université de Haute Alsace (UHA), Equipe Matériaux à Porosité Contrôlée (MPC), Institut de Science des Matériaux de Mulhouse (IS2M) Mulhouse, France)

- Mario Santoro CNR, LENS, Sesto Fiorentino, Italy
- Paolo Mazzoleni, Germana Barone (UNICT)
- Simona Raneri (UNIFI)
- Marcella Di Bella (INFN)
- Maria Amalia Mastelloni (Parco Archeologico e Museo Regionale di Lipari)

## 6.22 ATTIVITÀ DI RICERCA DELLA DOTT.SSA MARIA ROSARIA RENNA

### Studio petrologico e geochimico della crosta oceanica profonda

#### *Descrizione della Ricerca.*

L'attività di ricerca è stata finalizzata allo studio dell'origine e dell'accrescimento della crosta oceanica profonda attraverso l'analisi di sequenze gabbriche presenti nelle ofioliti Giurassiche ed esposte lungo la catena Alpina-Appenninica, le quali mostrano caratteristiche strutturali e composizionali simili a quelle delle sequenze gabbriche delle moderne dorsali oceaniche a bassa velocità di espansione.

Sono state, in particolari, sviluppate le seguenti ricerche che hanno portato alla pubblicazione:

1. *Origine di un'associazione di rocce melatroctolitiche con rocce di tipo harrisitico esposte nelle ofioliti delle Liguridi Interne.* Sono state determinate le composizioni in elementi in tracce degli anfiboli e dei clinopirosseni presenti nelle rocce studiate. I nuovi dati hanno permesso di proporre una nuova ipotesi petrogenetica per quest'associazione di rocce attraverso un processo di cristallizzazione magmatica a sistema aperto, in seguito alle iniezioni di fuso primitivo nella crosta oceanica in via di formazione.
2. *Dalla rottura continentale all'apertura di un fondale marino a bassa velocità di espansione.* Sono stati prodotti nuovi dati geocronologici (U-Pb su zirconi mediante LA-ICPMS e TIMS) su corpi gabbri affioranti nelle ofioliti Liguri e provenienti sia da domini prossimali che distali. È stato così documentato un magmatismo di breve durata per le ofioliti Liguri, caratterizzato dall'assenza di un significativo gap di età tra le intrusioni gabbriche nelle sequenze di mantello sottocontinentale e impoverito.

*Studio petrografico dei plagiograniti presenti nelle ofioliti della Val Graveglia (Liguria orientale).* Ricerca svolta come correlatrice di una tesi di laurea in Scienze Geologiche presso l'Università di Pavia, a.a. 2015-2016

#### **Publicazioni ISI**

- 1) Renna M.R., Tribuzio R., Ottolini L. (2016). New perspectives on the origin of olivine-rich troctolites and associated harrisites from the Ligurian ophiolites (Italy). *Journal of the Geological Society* 173: 916-932. <http://doi.org/10.6084/m9.figshare.c.3284312>

- 2) Tribuzio R., Garzetti F., Corfu F., Tiepolo M., Renna M.R. (2016). *U–Pb zircon geochronology of the Ligurian ophiolites (Northern Apennine, Italy): Implications for continental breakup to slow seafloor spreading*. *Tectonophysics* 666: 220-243. <http://dx.doi.org/10.1016/j.tecto.2015.10.024>

### **Comunicazione a congressi e**

Renna M.R., Tribuzio R., Ottolini L. (2016). *New perspectives on the origin of olivine-roch troctolites and associated harrisites from the Ligurian ophiolites (Italy)*. Book of abstracts, 57; emc2016, 2nd European Mineralogical Conference, Rimini, 11-15 September 2016

### **Collaborazioni**

Dipartimento di Scienze della Terra e dell’Ambiente dell’Università di Pavia (Prof. R. Tribuzio, Dott. A. Sanfilippo)

C.N.R. – Istituto di Geoscienze e Georisorse, Unità di Pavia, (Dott.ssa L. Ottolini; Dott. A. Zanetti; Dott. A. Langone) grazie a questa collaborazione è stato possibile frequentare il laboratorio di laser ablation (LA)-ICPMS e il laboratorio di microsonda ionica (SIMS) presenti presso la sede del C.N.R.-IGG dell’Unità di Pavia

## **6.23 ATTIVITÀ DI RICERCA DEL DOTT. ALESSANDRO TRIPODO**

### **Vulcanologia, Geochimica ed applicazioni in campo Archeometrico**

#### **Descrizione della Ricerca**

L’attività di ricerca svolta ricade nel Macro-Settore Concorsuale 04/A1, con particolare riferimento ai SSD GEO/07, GEO/08 e GEO/09.

L’attività di Ricerca svolta nel 2016 ha riguardato i seguenti argomenti:

1. Si è concluso lo studio degli 8 livelli vulcanoclastici rilevati nel settore tirrenico dei M.ti Peloritani Nord-Orientali. Le indagini effettuate hanno permesso di evidenziare che *a)* tutti i livelli piroclastici identificati hanno un’età compresa tra 980 e 589 ka, e si sono sedimentati in ambiente marino ad una profondità di circa 500/700 metri, come suggerito dalla costante presenza di associazioni fossilifere bentoniche nei depositi argillosi in cui i livelli sono intercalati. In più, la presenza di specie fossilifere costiere permettono di affermare che tali livelli hanno subito anche un rimaneggiamento in ambiente costiero; *b)* le analisi sulla morfologia dei frammenti di pomice presenti in tutti i livelli campionati, effettuate al microscopio elettronico a scansione, hanno evidenziato come il loro trasporto sia attribuibile a meccanismi di flusso piroclastico. Il tipo di attività esplosiva che li ha prodotti è certamente subaerea, ma i flussi si sono sicuramente propagati in mare. Ciò è testimoniato dal fatto che i depositi sono ben classati, stratificati e a gradazione diretta.

Poiché questo tipo di messa in posto non è compatibile con un flusso di particelle ad alta velocità (quindi turbolento), l'unica spiegazione è che i flussi piroclastici, scorrendo sul mare e perdendo progressivamente energia, si siano messi in posto per decantazione in ambiente sottomarino. Ad ulteriore conferma di quanto su esposto, l'analisi al microscopio elettronico ha evidenziato tra i frammenti di vetro la presenza di tachylite, un vetro che si forma per il brusco raffreddamento di materiale molto caldo (i frammenti pomicei derivanti dalla frammentazione esplosiva del magma) quando viene a contatto con l'acqua; c) gli studi geochimici condotti hanno inoltre permesso di vincolare l'origine dei magmi che hanno prodotto questi depositi al vulcanismo di Arco del Tirreno meridionale, escludendo una possibile genesi Etnea o proveniente dall'attività eruttiva del Sud Italia (Campania, Lazio, Toscana) caratterizzate entrambe da impronte geochimiche differenti. Poiché questi livelli piroclastici sono intercalati a depositi argillosi il cui contenuto fossilifero indica un'età di messa in posto compresa tra 980 e 589 ka, è probabile che questi prodotti siano il risultato delle fasi iniziali dell'attività eruttiva dell'Arco Eoliano che aveva generato apparati eruttivi subaerei ormai totalmente smantellati e sostituiti dalle attuali Isole Eolie.

I risultati di queste indagini sono stati pubblicati sul Vol. 67 (Agosto 2016) della rivista internazionale *Geologica Carpathica*.

2. Sono stati condotti studi archeometrici per l'attribuzione di provenienza di alcuni resti di macine di età Romana di origine vulcanica ritrovate in siti archeologici nell'Hinterland messinese, e su un peculiare materiale lapideo (le *black-green stone*) utilizzato come elemento decorativo sia nella facciata che nel pavimento della Cattedrale di Messina. Tali studi, condotti su basi petrologiche, geochimiche e mineralogiche, hanno consentito: A) di attribuire la provenienza dei campioni di macine analizzati, da diverse aree del Mediterraneo (Etna, Pantelleria, Linosa, Arcipegago Eoliano), testimoniando l'esistenza, storicamente documentata, di diverse cave di estrazione di materiale vulcanico in epoca Romana, e come questi venivano ampiamente usati anche per scambi commerciali; B) riguardo alle "*black-green stones*", lo studio delle fasi minerali ha consentito di escludere, come da tempo supposto, una loro provenienza dalle anfiboliti affioranti nei M.ti Perloritani. La loro paragenesi, invece, è molto simile a quella di rocce della serie ofiolitica affioranti nel settore settentrionale della Calabria (il cosiddetto "*Verde Calabria*"), rocce queste ampiamente utilizzate come materiale da costruzione negli ultimi secoli. I risultati di questi due studi sono stati pubblicati rispettivamente sul *Periodico di Mineralogia* (Vol. 85, 2016), e sulla rivista *Mediterranean Archaeology and Archaeometry*, Vol. 16, N. 3, 2016.
3. Sulla scorta della collaborazione in corso dal 2014 con l'INGV di Palermo (Dott. Franco Italiano) nell'ambito del progetto intitolato "*Determination of fault activity and geothermal origin by soil and groundwater degassing: the extension of Dead Sea Fault Zone (DSFZ) in the Amik Basin (Hatay) and its relation with Karasu Fault Zone (KFZ) and origin of thermal waters in Amik Basin*" finanziato dal TUBITAK e svolto in collaborazione tra Hacettepe University (Ankara, Turchia), INGV (Italia), NTU (National Taiwan University, Taiwan), Osmangazi University (Eskisehir, Turchia), MTU (Middle Technical University, Ankara, Turchia), sono proseguiti gli studi sui prodotti vulcanici che ricadono in quest'area tettonicamente molto complessa, che si trova in prossimità del punto di margine fra ben tre placche tettoniche: l' Arabica, l' Eurasiatica e l' Africana. I risultati preliminari sono stati oggetto di una comunicazione a Congresso Internazionale ed oggetto di due tesi di laurea, mentre il lavoro è stato sottomesso per la pubblicazione sulla Rivista *Chemical Geology*.

## Pubblicazioni ISI

- 1) Di Bella M., Mazzoleni P., Russo S., Sabatino G., Tigano G., Tripodo A. (2016): Archaeometric characterization of Roman volcanic millstones from Messina territory (Sicily, Italy). *Periodico di Mineralogia*, Vol. 85, No. 1, pp. 69-81; ISSN ONLINE: 2239-1002, DOI: <http://dx.doi.org/10.2451/2015PM471>.
- 2) Di Bella M., Italiano F., Sabatino G., Tripodo A., Baldanza A., Casella S., Pino P, Rasà R. and Russo S. (2016): Pleistocene volcanoclastic units from North-Eastern Sicily (Italy): new evidence for calc-alkaline explosive volcanism in the Southern Tyrrhenian Sea. *Geologica Carpathica*, 67, 4, 371-389. DOI: 10.1515/geoca-2016-0023.
- 3) Sabatino G., Di Bella M., Quartieri S., Giuliano A., Italiano F., Marciandò G., Tripodo A., Romano D. (2016): Verifying the reliability of historical sources through a mineralogical and petrographic approach: the case of the “Black-Green Stone” from the Messina Cathedral (Sicily, Italy). *International Journal MAA*, Vol. 16, 3, pp.79-91, DOI: 10.5281/zenodo.160952.

## Collaborazioni

Dott. Giuseppe Sabatino (UNIME)

Dott.ssa Marcella Di Bella (UNIME)

1. **Metallogenesi da fluidi idrotermali (Panarea) (Progetto RITMARE, collaborazione con Dott. Franco Italiano INGV Palermo, ISPRA Milazzo e CNR-IAMC di Messina)** – Analisi SEM e XRPD di crostoni a ossi-idrossidi metallici provenienti dalla porzione sommersa dell' Isola vulcanica di Panarea (Arco Eoliano). Tale isola presenta il sistema idrotermale più attivo dell' Arco Eoliano. A largo della costa orientale di Panarea, in un' area di circa 4 km, gas e acque calde, con temperature che raggiungono al punto di emissione i 130 °C, fuoriescono a profondità fino a 150 m. La genesi di tali accumuli di ossi-idrossidi metallici correlata all' attività idrotermale, nell'ambito del bacino Mediterraneo, è argomento di interesse dal punto di vista delle georisorse. I risultati preliminari delle analisi SEM indicano trattarsi di ossi-idrossidi di ferro da amorfi a poco cristallini, mentre le analisi diffrattometriche hanno consentito di identificare la goethite come fase prevalente. In campioni di sedimenti sciolti è stata verificata la presenza di morfologie pisolitiche di tali ossi-idrossidi di ferro, che dall' analisi SEM risultano caratterizzati da un nucleo vulcanico solitamente pomiceo rivestito da strati concentrici di ossidi, rappresentanti momenti differenti di deposizione.
2. Collaborazione con l'INGV di Palermo (Dott. Franco Italiano) nell'ambito del progetto intitolato *“Determination of fault activity and geothermal origin by soil and groundwater degassing: the extension of Dead Sea Fault Zone (DSFZ) in the Amik Basin (Hatay) and its relation with Karasu Fault Zone (KFZ) and origin of thermal waters in Amik Basin”* finanziato dal TUBITAK e svolto in collaborazione tra Hacettepe University (Ankara, Turchia), INGV (Italia), NTU (National Taiwan University, Taiwan), Osmangazi University (Eskisehir, Turchia), MTU (Middle Technical University, Ankara, Turchia). Il progetto si sviluppa nell'area di contatto di tre placche tettoniche: placca Arabica, placca Africana e placca Anatolica. La Dead Sea Fault Zone è il contatto tra le placche Arabica e Africana. Il contatto prosegue verso nord (Kurasu Fault) fino all'incrocio con la East Anatolian Fault Zone dove le due placche vanno in contatto con la placca Anatolica. Lungo le linee di faglia sono presenti affioramenti e spandimenti lavici che i pochi dati di letteratura esistenti classificano come “basalti”. Nell'ambito di questa collaborazione si sta affrontando uno studio petrografico-geochimico di alcune lave, in collaborazione con l'Istituto Nazionale di Geofi-

sica e Vulcanologia (INGV) e con la Hacettepe University che hanno fornito i campioni di roccia e le analisi preliminari. I prodotti vulcanici studiati ricadono in un' area tettonicamente molto complessa, che si trova in prossimità del punto di margine fra ben tre placche tettoniche: l' Arabica, l' Eurasiatica e l' Africana. Sebbene attualmente il vulcanismo in Turchia sia quiescente ci sono abbondanti evidenze che esso sia stato associato con tutti gli stadi di evoluzione tettonica della regione.

3. Collaborazione con il Museo Archeologico Regionale "Bernabò Brea" di Lipari per la caratterizzazione archeometrica di materiali lapidei e ceramiche policrome mediante indagini non distruttive.

## **6.24 ATTIVITÀ DI RICERCA DELLA PROF.SSA ANTONELLA CINZIA MARRA**

### **Paleontologia**

#### **1. I mammiferi tardo Miocenici del sito di Cessaniti (VV).**

E' proseguita l'attività di campagna e di ricerca nel Miocene del Monte Poro, con la segnalazione di nuovi rinvenimenti, il cui recupero è in fase di organizzazione. Le nuove ricerche hanno riguardato anche la presenza di cetacei fossili nell'area, di cui è stato pubblicato il censimento.

E' stato ultimato l'inquadramento stratigrafico della successione di Cessaniti, la cui pubblicazione sulla Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia è programmata in un'uscita del 2017.

Sono in corso le ricerche mirate alla filogenesi dei mammiferi terrestri di Cessaniti, in collaborazione con l'Università di Firenze. Reperti di recente ritrovamento sono stati attribuiti a *Stegotetrabelodon syrticus*, una specie già segnalata nell'area. Nella relativa pubblicazione si introduce un nuovo dato suggerito dai nuovi ritrovamenti, ovvero la presenza della specie anche negli strati più antichi della successione stratigrafica. E' stata accertata la presenza del bovide *Tragoportax*, la cui pubblicazione è in corso. Di recente segnalazione è anche la presenza di un *Anthracotheridae*, il cui studio è *in progress*. E' stato avviato lo studio sui restoi di Rinoceronte rinvenuti a Cessaniti e aree limitrofe.

Una pubblicazione è stata rivolta ad un ritrovamento miocenico che non ricade nel territorio di Vibo Valentia, ma in provincia di Reggio Calabria. Grazie alla collaborazione con il Museo di Paleontologia di Bovalenta, infatti, è stata segnalata la presenza di un Dugongidae nella Formazione delle Calcareni di Floresta.

#### **2. I mammiferi quaternari di Calabria e Sicilia**

Gli studi sui mammiferi fossili della Sicilia sono stati indirizzati già negli anni precedenti alla comprensione dei processi evolutivi, delle interazioni ecologiche ed dei cambiamenti geografici che hanno determinato l'avvicinarsi sull'isola di cinque differenti complessi faunistici negli ultimi due milioni e mezzo di anni. I cinque complessi faunistici sono stati definiti da studi precedenti sulla base di bioeventi (estinzioni

e nuovi arrivi) e dell'evoluzione di specie endemiche. Trattandosi di faune insulari, la loro diffusione è stata influenzata dalla capacità di dispersione di ciascuna specie (es.: attitudine al nuoto o al volo) e dalla paleogeografia dell'area. Negli studi precedenti, gli Autori hanno attribuito alla paleogeografia della Sicilia e dello Stretto di Messina un ruolo decisivo nella selezione delle faune che hanno potuto raggiungere l'isola. Alcune incongruenze negli eventi dispersivi, in particolare le differenze tra i bioeventi registrati dai grandi mammiferi rispetto a quelli registrati dai piccoli mammiferi, sono stati attribuiti a filtri operanti in modo selettivo su mammiferi di grande e piccola taglia. L'attività di revisione e reinterpretazione su tempi e modi di popolamento della Sicilia, già avviata, è stata arricchita, nel corso del 2016, da approfondimenti sulla filogenesi delle specie di erbivori. Inoltre è stato ultimato uno studio in collaborazione sui caratteri morfologici e genetici dei Suidi dell'Età del Ferro e del Bronzo dell'Italia Meridionale.

#### **Pubblificazioni ISI**

- 1) 2016 – Carone G., Marra A. C., Mesiano C. - First record of Dugongidae (Mammalia: Sirenia) from the Floresta Calcarenes Formation (Late Burdigalian – Early Langhian, Reggio Calabria, Southern Italy). *Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia (Research in Paleontology and Stratigraphy)*, vol. 122(1): 1-6. March 2016
- 2) 2016 - Lega Clelia, Fulgione Domenico, Genovese Angelo, Rook Lorenzo, Masseti Marco, Meiri Meirav, Marra Antonella Cinzia, Carotenuto Francesco, Raia Pasquale (2016). Like a pig out of water: Seaborne spread of domestic pigs in Southern Italy and Sardinia during the Bronze and Iron Ages. *HEREDITY*, vol. 118, p. 154-159, ISSN: 0018-067X, doi: 10.1038/hdy.2016.74

#### **Partecipazioni e comunicazione a congressi**

- 1) 2017 – Marra A. C., Carone G., Brink J. S. - *Tragoportax cf. rugosifrons* (Schlosser, 1904) from the Late Miocene of Cessaniti (Southern Italy) – Paleodays 2017, Anagni 24-26 maggio 2017.

#### **Collaborazioni**

- prof. Lorenzo Rook, Università di Firenze
- prof. Massimiliano Ghinassi, Università di Padova
- dr. Oriol Llabet, Universitat Autònoma de Barcelona
- dr. James Brink, Direttore del Florisbad Quaternary Research National Museum, Bloemfontein, Sud Africa
- prof. Giuseppe Carone, Gruppo Paleontologico Tropeano
- prof. Pasquale Raia, Università degli Studi di Napoli Federico II
- Caterina Mesiano, Museo di Paleontologia di Bova (RC)



## 6.25 ATTIVITÀ DI RICERCA DELLA DOTT.SSA SACCÀ DOMENICA

### “Mineralogia”

#### 1. Tematica 1

Caratterizzazione e genesi di mineralizzazioni metallifere.

Un primo campo di ricerca è incentrato sullo studio delle mineralizzazioni metallifere affioranti nell'Arco Calabro Peloritano. Tale ricerca fa parte di un programma finalizzato all'acquisizione di dati sulle caratteristiche giaciturali, mineralogiche, chimiche e genetiche, delle mineralizzazioni, nell'intento di fornire una ricostruzione dettagliata degli eventi che le hanno interessate e di contribuire alla ricostruzione del quadro minerogenetico in cui le stesse si inseriscono

#### 2. Tematica 2

Mineralogia, granulometria e chimica delle argille affioranti nell'Italia meridionale e dei sedimenti marini del Mediterraneo.

Un secondo filone di ricerca, che ha come obiettivo una migliore utilizzazione delle risorse del territorio, è incentrato sullo studio delle argille. Lo studio dei sedimenti argillosi è fortemente raccomandato da numerose Associazioni a livello Nazionale e Internazionale (A.I.P.E.A, Association Internationale pour l'Etude des Argiles; ECGA, European Clay Group Association) che hanno il compito di valorizzare e coordinare gli studi e le ricerche nel campo scientifico, tecnologico e applicato, riguardanti il settore.

### **Collaboratori:**

- Saccà Carmelo; Preziosa Nucera; Anna De Fazio.

## 6.26 GRUPPO DI RICERCA IN: CHIMICA INDUSTRIALE E CATALISI

**Componenti** : G. Centi, P. Lanzafame

### Descrizione della ricerca

L'attività di ricerca svolta ricade nel Settore Chimica Industriale (03/C2), con particolare riferimento al SSD CHIM/04. Essa è in larga parte riconducibile a due principali tematiche di ricerca principali:

1. Processi catalitici per un'energia sostenibile
2. Tecnologie catalitiche per la mitigazione dei cambiamenti climatici

L'attività condotta nel 2016 è stata fatta nell'ambito di vari progetti di ricerca nazionali ed europei. Le principali tematiche specifiche, come risulta dai lavori effettuati, sono state le seguenti:

- A. Sviluppo di catalizzatori e celle fotoelettrocatalitiche per la produzione di combustibili solari (lav. 1, 10, 12, 13, 17)
- B. Sviluppo di catalizzatori per la conversione ed upgrading di biomasse, incluse algali, per lo sviluppo di processi di bioraffineria (lav. 6, 7, 18, 25), a proseguimento dell'attività dei progetti PRIN 2010 (2010H7PXL) e CAPITA-WAVES FP7-ERA-NET "Waste bio-feedstocks hydrovalorization processes"
- C. Sviluppo di materiali e trattamenti avanzati per celle solari (lav. 2, 14), questi lavori in particolare derivanti dai progetti PON FOTOVOLTAICO (PON01\_01725) e PON ENERGETIC (PON02\_00355\_3391233)
- D. Sviluppo di catalizzatori per la conversione della CO<sub>2</sub> a metano (Power-to-Gas), in particolare nell'ambito del progetto europeo HELMETH "Integrate High-Temperature Electrolysis and METHanation for Effective Power to Gas Conversion" (grant agreement n° 621210) e di attività nell'ambito del Dottorato Europeo SINCEM: lav. 3, 4, 22, 24
- E. Sviluppo di catalizzatori per la sintesi diretta di H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>: lav. 5, 20
- F. Sviluppo di membrane e processi a membrana, in parte nell'ambito del progetto MEME (Molten salt heated MEMbrane reactor for propane dehydrogenation – Energy saving new process): lav. 21, 26, B1, C1)
- G. Sviluppo di elettrocatalizzatori e processi per la conversione della CO<sub>2</sub>: lav.8, 9
- H. Nuove soluzioni per una chimica ed energia sostenibile: lav. 11, 16, 23
- I. Sviluppo di fotocatalizzatori per trattamenti ambientali: lav. 19
- J. Sviluppo di catalizzatori per produzione di nanocellulosa: lav. 15

### Publicazioni ISI

#### ANNO 2016 - 14.a.1 Articolo su rivista (da IRIS)

- 1) 2016. Electrolyte-less design of PEC cells for solar fuels: Prospects and open issues in the development of cells and related catalytic electrodes. DOI:10.1016/j.cattod.2015.07.020. pp.246-258. In CATALYSIS TODAY - ISSN:0920-5861 vol. 259, Ampelli, Claudio; **Centi, Gabriele**; Passalacqua, Rosalba; Perathoner, Siglinda
- 2) 2016. Hydrophobic behavior of self-cleaning and AR sol-gel titania coatings for PV glass surface. DOI:10.5301/jabfm.5000272. pp.105-105. In JOURNAL OF APPLIED BIOMATERIALS & FUNCTIONAL MATERIALS - ISSN:2280-8000 vol. 14 (1), Salvaggio, Maria Grazia; Passalacqua, Rosalba; Perathoner, Siglinda; **Centi, Gabriele**; Caprì, Angela; Calabrese, Luigi

- 3) 2016. Bimetallische Ni-Fe-Hydrotalcit-Katalysatoren für die effektive Umsetzung von CO<sub>2</sub> zu Erdgas. DOI:10.1002/cite.201650159. pp.1261-1261. In CHEMIE INGENIEUR TECHNIK - ISSN:0009-286X vol. 88 (9), Mebrahtu, C.; Krebs, F.; Simeonov, K.; Abate, S.; Perathoner, S.; Centi, G.; Palakovits, R.
- 4) 2016. Synthesis Characterization and Activity Pattern of Ni-Al Hydrotalcite Catalysts in CO<sub>2</sub> Methanation. DOI:10.1021/acs.iecr.6b01581. pp.8299-8308. In INDUSTRIAL & ENGINEERING CHEMISTRY RESEARCH - ISSN:0888-5885, Abate, S; Barbera, K ; Giglio, E ; Deorsola, F, ; Bensaid, S; Perathoner, S; Pirone, R; Centi, G
- 5) 2016. Pd Supported on Carbon Nitride Boosts the Direct Hydrogen Peroxide Synthesis. DOI:10.1021/acscatal.6b01889. pp.6959-6966. In ACS CATALYSIS - ISSN:2155-5435 vol. 6 (10), Rosa Arrigo, Manfred E. Schuster; Salvatore Abate, Gianfranco Giorgianni., Gabriele Centi, Siglinda Perathoner, Sabine Wrabetz, Verena Pfeifer, Markus Antonietti, Robert, Schlögl
- 6) 2016. A Comparative Catalyst Evaluation for the Selective Oxidative Esterification of Furfural. DOI:10.1007/s11244-016-0675-y. pp.1659-1667. In TOPICS IN CATALYSIS - ISSN:1022-5528 vol. 59 (17-18), Ampelli, Claudio; Centi, Gabriele; Genovese, Chiara; Papanikolaou, Georgia; Pizzi, Roberto; Perathoner, Siglinda; van Putten; Robert-Jan; Schouten, Klaas Jan P.; Gluhoi, Andreea C.; van der Waal, Jan C.
- 7) 2016. On the nature of the active sites in the selective oxidative esterification of furfural on Au/ZrO<sub>2</sub> catalysts. DOI:10.1016/j.cattod.2016.04.023. pp.56-65. In CATALYSIS TODAY - ISSN:0920-5861 vol. 278, Ampelli, Claudio; Barbera, Katia; Centi, Gabriele; Genovese, Chiara; Papanikolaou, Georgia; Perathoner, Siglinda.; Shouten, Klaas Jan P.; van der Waal, Jan C.
- 8) 2016. Revealing the Origin of Activity in Nitrogen-Doped Nanocarbons towards Electrocatalytic Reduction of Carbon Dioxide. DOI:10.1002/cssc.201600202. pp.1085-1089. In CHEMSUSCHEM - ISSN:1864-5631 vol. 9 (10), Xu, J.; Kan, Y.; Huang, R.; Zhang, B.; Wang, B.; Wu, K.-H.; Lin, Y.; Sun, X.; Li, Q.; Centi, G.; Su, D.
- 9) 2016. Dimethyl ether production from CO<sub>2</sub> rich feedstocks in a one-step process: Thermodynamic evaluation and reactor simulation. DOI:10.1016/j.cej.2016.03.009. pp.400-409. In CHEMICAL ENGINEERING JOURNAL - ISSN:1385-8947 vol. 294, De Falco, M.; Capocelli, M.; Centi, G.
- 10) 2016. Electrochemical behaviour of naked sub-nanometre sized copper clusters and effect of CO<sub>2</sub>. DOI:DOI: 10.1039/C6CY00942E. pp.6977-6985. In CATALYSIS SCIENCE & TECHNOLOGY - ISSN:2044-4753 vol. 6, Passalacqua, Rosalba; Perathoner, Siglinda; Centi, Gabriele; Avik Halder, Avik; Tyo, Eric C.; Yang, Bing; Seifert, Sönke; Vajda, Stefan
- 11) 2016. Preface to the Special Issue on Nanoconcepts in Energy Chemistry and Catalysis. pp.0-0. In JOURNAL OF ENERGY CHEMISTRY - ISSN:2095-4956 vol. 25 (2), Su, Dangsheng; Centi, Gabriele
- 12) 2016. Nanoscale Engineering in the Development of Photoelectrocatalytic Cells for Producing Solar Fuels. DOI:10.1007/s11244-016-0547-5. pp.757-771. In TOPICS IN CATALYSIS - ISSN:1022-5528 vol. 59 (8-9), Ampelli, Claudio; Genovese, Chiara; Centi, Gabriele; Passalacqua, Rosalba; Perathoner, Siglinda
- 13) 2016. Advanced nanostructured titania photoactive materials for sustainable H<sub>2</sub> production. DOI:http://dx.doi.org/10.1016/j.mssp.2015.07.051. pp.115-121. In MATERIALS SCIENCE IN SEMICONDUCTOR PROCESSING - ISSN:1369-8001 vol. 42, Part 1, Centi, Gabriele; Passalacqua, Rosalba; Perathoner, Siglinda
- 14) 2016. Functional nano-textured titania-coatings with self-cleaning and antireflective properties for photovoltaic surfaces. DOI:10.1016/j.solener.2015.12.012. pp.227-242. In SOLAR ENERGY - ISSN:0038-092X vol. 125, Salvaggio, Maria Grazia; Passalacqua, Rosalba; Abate, Salvatore; Perathoner, Siglinda; Centi, Gabriele; Lanza, Maurizio; Stassi, Alessandro

- 15) 2016. Synergic effect of tungstophosphoric acid and sonication for rapid synthesis of crystalline nanocellulose. DOI:10.1016/j.carbpol.2015.10.023. pp.349-355. In CARBOHYDRATE POLYMERS - ISSN:0144-8617 vol. 138, Hamid, Sharifah Bee Abd; Zain, Siti Khadijah; Das, Rasel; **Centi, Gabriele**.
- 16) 2016. Disruptive catalysis by zeolites. DOI:10.1039/C5CY02184G. pp.2485-2501. In CATALYSIS SCIENCE & TECHNOLOGY - ISSN:2044-4753 vol. 6, Abate, Salvatore; Barbera, Katia; **Centi, Gabriele; Lanzafame, Paola**; Perathoner, Siglinda.
- 17) 2016. Turning Perspective in Photoelectrocatalytic Cells for Solar Fuels. DOI:10.1002/cssc.201501059. pp.345-357. In CHEMSUSCHEM - ISSN:1864-5631 vol. 9 (4), Perathoner, Siglinda; **Centi, Gabriele**; Su, Dangsheng.
- 18) 2016. HMF etherification using NH<sub>4</sub>-exchanged zeolites. DOI:10.1039/C5NJ03461B. pp.4300-4306. In NEW JOURNAL OF CHEMISTRY - ISSN:1144-0546 vol. 40, Barbera, Katia; **Lanzafame, Paola**; Perathoner, Siglinda; **Centi, Gabriele**; Migliori, Massimo; Aloise, Alfredo; Giordano, Girolamo.
- 19) 2016. Synergetic effects in novel hydrogenated F-doped TiO<sub>2</sub> photocatalysts. DOI:10.1016/j.apsusc.2016.02.172. pp.380-393. In APPLIED SURFACE SCIENCE - ISSN:0169-4332 vol. 370, Samsudin, Emy Marlina; Abd Hamid, Sharifah Bee; Juan, Joon Ching; Basirun, Wan Jeffrey; **Centi, Gabriele**
- 20) 2016. Role of size and pretreatment of Pd particles on their behaviour in the direct synthesis of H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>. DOI:10.1016/j.jechem.2016.01.008. pp.1-9. In JOURNAL OF ENERGY CHEMISTRY - ISSN:2095-4956, Abate, Salvatore; Barbera, Katia; **Centi, Gabriele**; Giorgianni, Gianfranco; Perathoner, Siglinda
- 21) 2016. TiO<sub>2</sub> coated Pd membranes for propane dehydrogenation. DOI:10.5301/jabfm.5000272. pp.116-117. In JOURNAL OF APPLIED BIOMATERIALS & FUNCTIONAL MATERIALS - ISSN:2280-8000 vol. 14 (1), Abate, S.; Gentiluomo, S.; **Centi, G.**; Perathoner, S.; Passalacqua, R.; Salvaggio, M.G.
- 22) 2016. Catalytic Performance of  $\gamma$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-ZrO<sub>2</sub>-TiO<sub>2</sub>-CeO<sub>2</sub> Composite Oxide Supported Ni-Based Catalysts for CO<sub>2</sub> Methanation. DOI:10.1021/acs.iecr.6b00134. pp.4451-4460. In INDUSTRIAL & ENGINEERING CHEMISTRY RESEARCH - ISSN:0888-5885, Abate, Salvatore; Mebrahtu, Chalachew; Giglio, Emanuele; Deorsola, Fabio; Bensaid, Samir; Perathoner, Siglinda; Pirone, Raffaele; Centi, Gabriele
- 23) 2016. THE NEW SCENARIO FOR SUSTAINABLE CHEMICAL AND ENERGY PRODUCTION: OPPORTUNITIES FOR RESEARCH AND INNOVATION. pp.20-24. In LA CHIMICA E L'INDUSTRIA - ISSN:0009-4315, Abate, S; **Lanzafame, P.**; Perathoner, s.; **Centi, G**
- 24) 2016. Methanation of CO<sub>2</sub> over Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-ZrO<sub>2</sub>-TiO<sub>2</sub>-CeO<sub>2</sub> composite oxide supported Ni-based catalysts. DOI:10.5301/jabfm.5000272. pp.104-105. In JOURNAL OF APPLIED BIOMATERIALS & FUNCTIONAL MATERIALS - ISSN:2280-8000 vol. 14 (1), Mebrahtu, C.; Abate, S.; Perathoner, S.; **Centi, G.**
- 25) 2016. Multifunctional HDO/Selective Cracking Ni/HBEA Catalysts to produce Jet Fuel and Diesel from Bio-oils. DOI:10.3303/CET1650044. pp.30-36. In CHEMICAL ENGINEERING TRANSACTIONS - ISSN:2283-9216 vol. 50, Abate, Salvatore; Giorgianni, Gianfranco; **Lanzafame, Paola**; Perathoner, Siglinda; **Centi, Gabriele**
- 26) 2016. Influence of Zeolite Protective Overlayer on the Performances of Pd Thin Film Membrane on Tubular Asymmetric Alumina Supports. DOI:10.1021/acs.iecr.6b00690. pp.4948-4959. In INDUSTRIAL & ENGINEERING CHEMISTRY RESEARCH - ISSN:0888-5885, Abate, Salvatore; Díaz, Urbano; Prieto, Alejandro; Gentiluomo, Serena; Palomino, Miguel; Perathoner, Siglinda; Corma, Avelino; **Centi, Gabriele**

## ANNO 2016 - 14.b.1 Contributo in volume (Capitolo o Saggio)

B1.2016. Membrane Reactors: The Technology State-of-the-Art and Future Perspectives. pp.3-21. In Membrane Reactor Engineering: Applications for a greener process industry - ISBN:978-1-118-90680-4

Iaquaniello, Gaetano; **Centi, Gabriele**; De Falco, Marcello; Basile, Angelo

## ANNO 2016 - 14.c.1 Monografia o trattato scientifico

C1.2016. Membrane Reactor Engineering: Applications for a Greener Process Industry. pp.1-344 - ISBN:978-1-118-90680-4

Basile, Angelo; De Falco, Marcello; **Centi, Gabriele**; Iaquaniello, Gaetano

## Comunicazione a congressi e scuole

### *Plenarie e keynote*

- 1) Nano and Interfacial Catalysis, Dalian (China), July 9-11, 2016, keynote (G. Centi)
- 2) 2016: ICZ 18 (International Zeolite Conference), 18-24 June 2016 Rio de Janeiro (Brazil), plenary (G. Centi)
- 3) 2016: School on Zeolites. University of Campinas (Brazil) 17-18th June, 2016, plenary (G. Centi)
- 4) 2016: CARBOCAT VII - 12-17 June 2016 – Strasbourg (France), plenary (G. Centi)
- 5) 2016: Workshop on Layered Materials, Trest (Czech Rep.), 15-19 Sept. 2016; plenary (G. Centi)

### *Comunicazioni orali*

- 1) 2016: 18<sup>th</sup> International Zeolite Conference, 19-24 Giugno 2016, Rio de Janeiro (Brasile).
  - a. S. Perathoner, P. Lanzafame, K. Barbera, G. Centi, “*Novel routes to produce mesoporous zeolites*”.
- 2) 2016: 18<sup>th</sup> International Zeolite Conference, 19-24 Giugno 2016, Rio de Janeiro (Brasile).
- 3) Barbera, P. Lanzafame, S. Perathoner, G. Centi, M. Migliori, A. Aloise, G. Giordano, “*Use of NH<sub>4</sub>-exchanged zeolites for the production of biodiesel additives*”.
- 4) 2016: 2<sup>nd</sup> International Conference on BIOMASS (IConBM2016), 19-22 Giugno 2016, Giardini Naxos-Taormina (Italia). S. Abate, G. Giorgianni, P. Lanzafame, S. Perathoner, G. Centi, “*Multifunctional HDO/Selective cracking Ni/H-BEA catalysts to produce jet fuel and diesel from bio-oil*”.
- 5) 2016: 16<sup>th</sup> International Congress on Catalysis (ICC 16), 3-8 Luglio 2016, Beijing (Cina), S. Abate, G. Giorgianni, P. Lanzafame, S. Perathoner, G. Centi, “*Jet Fuel production from microalgal oils in one-step process*”.
- 6) 2016: 66<sup>th</sup> Canadian Chemical Engineering Conference (CSCHE 2016), 6-19 Ottobre 2016, Quebec City (Canada). P. Lanzafame, K. Barbera, S. Perathoner, G. Centi, A. Aloise, E. Catizzone, M. Migliori, J. B.Nagy, G. Giordano, “*Zeolites for etherification reactions*”.

## **Collaborazioni**

*Collaborazioni come indicato da lavori in comune nel 2016:*

- Institut für Technische und Makromolekulare Chemie/RWTH Aachen University, Deutschland
- Competence Center Power to Fuel/RWTH Aachen University, Aachen, Deutschland
- Department of Applied Science and Technology (DISAT), Politecnico di Torino, Torino, Italy
- Fritz-Haber Institut der Max-Planck Gesellschaft, Berlin, Germany
- Max-Planck-Institut für Kolloid und Grenzflächenforschung, Potsdam, Germany
- Max-Planck-Institut für Chemische Energiekonversion, Stiftstrasse 34-36, 45470 Mülheim an der Ruhr, Germany
- Avantium Chemicals, Amsterdam, The Netherlands
- Shenyang National Laboratory for Materials Science, Institute of Metal Research, Chinese Academy of Sciences, Shenyang, PR China
- Unit of Process Engineering, Department of Engineering, Università Campus Bio-Medico di Roma, Rome, Italy
- Materials Science Division, X-ray Science Division, Nanoscience and Technology Division, Argonne National Laboratory, 9700 South Cass Avenue, Argonne, USA
- Department of Chemical and Environmental Engineering, Yale University, New Haven, USA
- Institute for Molecular Engineering (IME), University of Chicago, Chicago, USA
- Consiglio Nazionale delle Ricerche IPCF, Messina, Italy
- Consiglio Nazionale delle Ricerche ITAE, Messina, Italy
- Nanotechnology and Catalysis Research Centre (NANOCAT), University of Malaya, Kuala Lumpur, Malaysia
- Department of Environmental and Chemical Engineering, University of Calabria, Rende, Italy
- Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Instituto de Tecnología Química (UPV-CSIC) Universidad Politécnica de Valencia, Valencia, Spain
- Institute on Membrane Technology (ITM) of the Italian National Research Council (CNR)
- KT Kinetics Technology Spa, Rome

## **Organizzazione seminari, congressi, scuole**

CIMTEC 2016, Symposium "New Concepts and Advances in Photocatalytic Materials for Energy and Environmental Applications, Perugia (Italy), June 5-9, 2016 (G. Centi)

## 7- PROGETTI DI RICERCA – ATTIVITÀ CONTO TERZI

- **PRIN 2012**

**Titolo:** Strutture Geometriche, Combinatoria e loro Applicazioni .

**Coordinatore Scientifico:** LUNARDON Guglielmo (Università di Napoli).

**Responsabile Scientifico:** GIONFRIDDO Mario (Università di Catania).

**Partecipanti del MIFT al progetto:** LO FARO Giovanni, TRIPODI Antoinette.

**Durata:** 08/03/2014 - 08/03/2017.

**Ente finanziatore:** MIUR.

- **Progetto Giovani INdAM-GNFM**

**Titolo:** Comportamenti emergenti ed auto-organizzazione in sistemi iperbolici di reazione-diffusione in ambito biologico ed ecologico

**Responsabile:** G. Consolo

**Durata:** 16/05/2016 – 16/05/2017

**Ente finanziatore:** INdAM - GNFM

- **Progetto Saf€ra - INAIL**

**Titolo:** Smart PROcess INdustry CranEs (SPRINCE)

**Responsabile:** Maria Francesca Milazzo (Dipartimento di Ingegneria - UNIME)

**Partecipanti del MIFT al progetto:** G. Consolo

**Durata:** 01/04/2015 – 01/04/2017

**Ente Finanziatore:** Saf€ra – INAIL

- **Titolo:** Utilizzo della spettroscopia Raman per l'identificazione della farmaco resistenza in cellule di Mieloma Multiplo

**Responsabile:** E. Fazio

**Durata:** Progetto iniziato nel 2013 ed ancora in atto.

**Ente finanziatore:** ABAL –Associazione Pro Bambini e Adulti Leucemici ONLUS ([www.abalmessina.it](http://www.abalmessina.it))

- **Progetto:** Executive programme of scientific and technological cooperation between Italy and China (code CN16GR09). Partner cinese SINANO.

**Titolo:** "Nanoscale broadband spin-transfer-torque microwave detector"

**Responsabile:** G. Finocchio

**Durata:** 2016-2018

**Ente finanziatore:** Ministero degli Affari Esteri e della Cooperazione Internazionale

- **Progetto premiale** "Strategic Initiatives for the Environment and Security (S.I.E.S.)"

**Titolo:** Studio della propagazione delle onde elastiche nel terreno in presenza di metamateriali.

Work Package 4

**Responsabile:** G. Finocchio

**Durata:** 2016-2018

**Ente finanziatore:** MIUR

- **Progetto:** PIK-ST: "Resolution Elastic Neutron Scattering Time-of-flight Spectrometer operating in the Repetition Rate Multiplication Mode".

**Responsabile:** S. Magazù

**Durata:** Febbraio 2018

**Ente finanziatore:** ST-Elettra

- **Progetto:** Research&Mobility 2016 (project code RES\_AND\_MOB\_2016\_TORRISI ).

**Titolo:** "Physics of Nanoparticles and Nanostructures: production, characterization, functionality and employment".

**Responsabile:** L. Torrisi, S. Magazù

**Durata:** Febbraio 2018

**Ente finanziatore:** Unime

- **Titolo:** Physics of Laser-generated plasma at high intensities

**Responsabile:** L. Torrisi

**Durata:** 1 Year, 2016

**Ente finanziatore:** LaserLab – Europe and COST project, Bordeaux University (France).

- **Titolo:** Consulenza geologico – geomorfologica – sedimentologica e studio di impatto ambientale propedeutici alla messa in sicurezza del porto di Donnalucata in Scicli (RG)

**Responsabile:** G Randazzo

**Durata:** sei mesi

**Ente finanziatore:** Dipartimento della Protezione civile della Regione Siciliana

- **Progetto:** TERRA- ID: 67747,

**Titolo:** New adaptable catalytic reactor methodologies for Process Intensification

**Responsabile:** G. Centi, partecipazione come UdR-Messina di ERIC aisbl

**Durata:** From 2015-09-15 to 2019-09-14

**Ente finanziatore:** H2020-SPIRE-2015, Total cost: EUR 4 424 785,25



- **Progetto:** HELMETH

**Titolo:** Integrated High-Temperature Electrolysis and Methanation for Effective Power to Gas Conversion

**Responsabile:** G. Centi, partecipazione come UdR-Messina di ERIC aisbl

**Durata:** From 2014-04-01 to 2017-12-31

**Ente finanziatore:** - Joint Technology Initiatives - Collaborative Project (FCH) (FCH-JU-2013-1)

- **Progetto:** ECO2CO2- ID: 309701

**Titolo:** Eco-friendly biorefinery fine chemicals from CO2 photo-catalytic reduction

**Responsabile:** G. Centi, partecipazione come UdR-Messina di ERIC aisbl

**Durata:** From 2012-12-01 to 2016-05-31

**Ente finanziatore:** FP7-NMP-2012-SMALL-6

- **Progetto:** SINCHEM

**Titolo:** The European Doctoral Programme on Sustainable Industrial Chemistry. A three year international joint Doctoral School in Sustainable Industrial Chemistry offered by a consortium of 7 full partners and 18 associated members. Strong industrial links to major companies in the field are a key part of SINCHEM. As UNIME

**Responsabile:** G. Centi

- **PRIN 2010H7PXL\_006**

**Titolo:** Processi innovativi di conversione di biomasse algali per la produzione di jet fuel e green diesel

**Responsabile Scientifico:** G. Centi

**Durata:** 01/02/2013 - 01/02/2016

**Ente finanziatore:** MIUR.

- **Progetto:** ERANET-CAPITA Prog. WAVES

**Titolo:** WASTE bio-feedstocks hydro-Valorization processES (Processi di idro-valorizzazione di biomasse e rifiuti)

**Responsabile:** P. Lanzafame, G. Centi- partecipazione come UdR-Messina di INSTM

**Durata:** 15/04/2014- 14/04/2016

**Ente finanziatore:** - INSTM- Joint Technology Initiatives - Collaborative Project (FCH) (FCH-JU-2013-1)

- **Progetto:** RDI\_ERECI\_2014

**Titolo:** Egyptian Renewable Energy Cluster Initiative

**Responsabile:** G. Centi

**Durata:** 01/06/2014 - 31/05/2016

**Ente finanziatore:** ERECI grant Contract: ENPI/2014/344-312

- **BREVETTI E TRASFERIMENTO TECNOLOGICO**

- **TITOLO:** Un metodo per l'ottimale auto-calibrazione in un sistema di risonanza magnetica nucleare basato su un algoritmo per la codifica robusta dello spostamento chimico (oscar)

Invenzione Industriale N° 102016000111749 - Data: 07/11/2016 –

**Inventori:** G. Siracusano, A. La Corte, **G. Finocchio**, M. Gaeta, D. La corte

## **8- VISITING PROFESSOR-RESEARCHER**

**Nome e Cognome:** Didier Aussel

**Ente di appartenenza:** Università di Perpignan

**Periodo del soggiorno:** 3 Luglio – 8 Luglio 2016

**Ricercatori del MIFT che hanno collaborato con il visiting:** M. Milasi, M.B. Donato, C. Vitanza

La visita è stata finanziata dal Progetto Visitatori Gnampa (INDAM) 2016 (responsabile del Progetto M. Milasi)

**Nome e Cognome:** Zhongming Tang

**Ente di appartenenza:** Suzhou University (Cina)

**Periodo del soggiorno:** 15 luglio – 13 Agosto 2016 (finanziamento INDAM-GNSAGA)

**Ricercatori del MIFT che hanno collaborato con il visiting:** R. Utano, G. Restuccia, M. Imbesi .

**Nome e Cognome:** Ferenc Mezei

**Ente di appartenenza:** European Spallation Source ESS, Lund, SE

**Periodo del soggiorno:** 25 Maggio 25 Luglio 2016

**Ricercatori del MIFT che hanno collaborato con il visiting :** S. Magazù; Dottorandi: M. T. Caccamo, A. Cannuli.

**Nome e Cognome:** Mariapompea Cutroneo

**Ente di appartenenza:** CANAM. Nuclear Physics Institute, Rez, Czech Republic

**Periodo del soggiorno:** 4 Ottobre-29 Ottobre 2016

**Ricercatori del MIFT che hanno collaborato con il visiting:** L.Torrisi; Dottorandi: G. Ceccio, A. Cannavò, C. Scolaro, N. Restuccia, G. Costa.

## 9- Attività di Orientamento in Ingresso (PLS, Alternanza Scuola Lavoro, Progetto “Conoscere le Scienze”)

I professori e i ricercatori del Dipartimento si sono impegnati attivamente per la realizzazione di numerose attività rivolte agli studenti delle scuole di ogni ordine e grado. Riconoscendo alle scuole primarie e secondarie un ruolo decisivo nella formazione dell'individuo, il dipartimento ha promosso la diffusione della "cultura scientifica" coinvolgendo gli studenti nella partecipazione alle attività laboratoriali di Fisica, Matematica e Scienze della Terra pensate per rafforzare gli obiettivi formativi della scuola di base.

Per gli studenti provenienti dalle scuole secondarie di secondo grado, con le azioni del piano lauree scientifiche, alternanza scuola lavoro e delle giornate dedicate agli approfondimenti, il Dipartimento ha messo in atto delle iniziative con lo scopo di presentare il variegato panorama di indirizzi didattici, arricchendo allo stesso tempo il bagaglio culturale degli studenti. Con l'occasione gli allievi sono stati posti a confronto con i campi della ricerca più avanzata nei molteplici ambiti della conoscenza.

Soprattutto nelle attività di alternanza scuola lavoro, i progetti proposti dal dipartimento hanno avuto l'obiettivo di sviluppare nei giovani partecipanti, le capacità di autogestione, lavoro di gruppo e di responsabilità verso se stessi comprendendo come, lavorando per micro obiettivi, si raggiungano i traguardi prefissati.

Di seguito un elenco delle attività:

14/Mar	“ $\pi$ Day”	Laboratori di Matematica e di Fisica	IIS "Caminiti - Trimarchi", Giardini Naxos (Messina)	Prof. Francesco Oliveri, Prof. Rosalba Saija
19/Mar	Festa della Scienza e dell'Innovazione, “Cambio il mondo con la scienza: sono protagonista”		Istituto per l'Ambiente Marino Costiero del Consiglio Nazionale delle Ricerche di Capo Granitola (Trapani)	Prof. Giancarlo Neri
31/Mar	Giornata di Orientamento Universitario	Intervento "Calcolo Combinatorio"	Istituto d'Istruzione Superiore "E. Medi", Barcellona Pozzo di Gotto	Prof. Giovanni Anello
15/Apr	I Lincei per una nuova didattica nella scuola: una rete nazionale.	L'intervento, della durata di tre ore, ha avuto come argomento la presentazione di Sagemath, software open source per la realizzazione di strumenti di supporto all'insegnamento della matematica e dell'informatica nella scuola secondaria di primo e secondo grado	Dipartimento di Matematica e Informatica - Università degli Studi di Catania	Prof. Giacomo Fiumara
28/Apr	Giornata di Orientamento Universitario		Liceo "Felice Bisazza", Messina	Prof. Franco Oliveri, Prof. Rosalba Saija
3/Mag	“La Scienza in gioco”	Partecipazione Tavola Rotonda	Liceo Statale "Vittorio Emanuele III", Patti (Messina)	Proff. Giovanni Anello, Angelamaria Mezzasalma, Enza Fazio

20/Ott	Settimana del Pianeta Terra 2016	Laboratorio didattico	Liceo Caminiti-Trimarchi, S.Teresa Riva	Rosalba Saija
17/Feb	8° incontro con la Matematica	OLIMPIADI DELLA MATEMATICA Selezione Provinciale	Aula Magna SIR	Prof. Rosanna Utano (in collaborazione con il Liceo "Archiemde", Messina)
17/Feb	8° incontro con la Matematica	Conferenza "Infiniti e Infinitesimi"	Aula Magna SIR	Prof. Francesco Oliveri
9/Mag	GIORNATA PLS (circa 80 alunni)	Conferenze su:"Meccanica Quantistica, concetti idee e tecnologie", "Funzioni trigonometriche e loro utilizzo nelle Scienze applicate", Laboratori didattici Fisica e Matematica	Locali SIR e MIFT	Prof. Salvatore Savasta, Prof. Giovanni Anello
08/Giu	GIORNATA PLS e di ORIENTAMENTO	Conferenza "Problemi di ottimizzazione lineare"	Locali SIR e MIFT	Prof. Giovanni Anello
30/Sett	Matricola day 2016		Aula Magna SIR	Proff. AM Mezzasalma, M.Crupi, R.Saija, R.Utano
29/Nov	"11°Salone dell'Orientamento e Professional Day", Messina	Conferenza: "La Matematica è un'opinione: c'è ancora spazio!"	PalaCultura, Messina	Prof. Francesco Oliveri
30/Nov	"11°Salone dell'Orientamento e Professional Day", Messina	Conferenza: "La fisica di Aristotele"	PalaCultura, Messina	Prof. Valentina Venuti
10-12/Nov	"11° Salone dell'Orientamento e Professional Day", Reggio Calabria	Laboratorio didattico di Matematica	Palazzo della Regione Calabria	Prof. Francesco Oliveri
Mar-Apr	Piano Lauree Scientifiche - Fisica	Laboratori di Fisica	Locali MIFT	Prof. A.M. Mezzasalma
12/Feb	Progetto "Conoscere le Scienze"	Laboratori didattici di Matematica, Fisica e Informatica	Locali SIR e MIFT	Prof. Rosanna Utano
2/Mar	Progetto "Conoscere le Scienze"	Laboratori didattici di Matematica, Fisica e Informatica	Locali SIR e MIFT	Prof. Rosanna Utano
3/Mar	Progetto "Conoscere le Scienze"	Laboratori didattici di Matematica, Fisica e Informatica	Locali SIR e MIFT	Prof. Rosanna Utano

9/Mar	Progetto "Conoscere Scienze"	"Cole	Laboratori didattici di Matematica, Fisica e Informatica	Locali SIR e MIFT	Proff. Maddalena Bonanzinga, Rosanna Utano
13/Apr	Progetto "Conoscere Scienze"	"Cole	Laboratori didattici di Matematica, Fisica e Informatica	Locali SIR e MIFT	Proff. Maddalena Bonanzinga, Patrizia Rogolino, Rosanna Utano
20/Apr	Progetto "Conoscere Scienze"	"Cole	Laboratori didattici di Matematica, Fisica e Informatica	Locali SIR e MIFT	Proff. Maddalena Bonanzinga, Patrizia Rogolino
27/Apr	Progetto "Conoscere Scienze"	"Cole	Laboratori didattici di Matematica, Fisica e Informatica	Locali SIR e MIFT	Proff. Elvira Barbera, Patrizia Rogolino, Rosanna Utano
4/Mag	Progetto "Conoscere Scienze"	"Cole	Laboratorio didattico di Matematica "Simmetrie"	Locali SIR e MIFT	Prof. Rosanna Utano
4/Mag	Progetto "Conoscere Scienze"	"Cole	Laboratori didattici di Fisica	Locali SIR e MIFT	Prof. R Saija
11/Mag	Progetto "Conoscere Scienze"	"Cole	Laboratorio didattico di Matematica "Poliedri"	Locali SIR e MIFT	Prof. Rosanna Utano
24/Mag	Progetto "Conoscere Scienze"	"Cole	Laboratori didattici di Fisica	Locali SIR e MIFT	Prof. R Saija
25/mag	Progetto "Conoscere Scienze"	"Cole	Laboratori didattici di Fisica	Locali SIR e MIFT	Prof. R Saija
26/Mag	Progetto "Conoscere Scienze"	"Cole	Laboratori didattici di Matematica, Fisica e Informatica	Locali SIR e MIFT	Prof. Rosanna Utano
18-22/Lug	Campus per gli Studenti delle Scuole Superiori		Potenziamento Matematica e Fisica	Impianti CUS-Messina	Tutor Progetto Giovani- Dipartimento MIFT
09-11-18-30/Nov	Laboratori didattici		Laboratori didattici di Matematica, Fisica e Informatica	Locali SIR e MIFT	Prof. R Utano, R Saija
13-16/12/Nov	Presentazione progetti Alternanza Scuola Lavoro			Locali SIR e MIFT	Proff. Fiumara, Utano, Wanderlingh Venuti, Sergi, Magazù
	"Ma il fisico che fa..."		Realizzazione di un libretto divulgativo a fumetti sulla professione del Fisicp		Prof. A. Sergi

### **Attività di Formazione**

Nell'ambito del **Piano Lauree Scientifiche** sono state realizzate giornate di approfondimento per docenti su alcune questioni riguardanti le discipline di Informatica, Matematica, Fisica e Scienze della Terra. Inoltre in collaborazione con la sezione di Messina dell'Associazione per l'Insegnamento della Fisica (AIF), l'area Fisica del Dipartimento ha organizzato una serie di giornate di studio su **Fisica Moderna per**

**Insegnanti di Scuola Secondaria Superiore** rivolte ai docenti di scuola secondaria superiore della classi di A049 (Matematica e Fisica) e A038 (Fisica).

L'iniziativa è stata progettata per sostenere l'innovazione didattica nella scuola offrendo agli insegnanti percorsi di apprendimento su argomenti di Fisica Moderna. Attraverso alcuni seminari tematici, completati di attività laboratoriali, sono state proposte nuove strategie didattiche, offrendo l'aggiornamento anche in funzione della seconda prova di Fisica dell'esame di stato del liceo scientifico.

24/Nov 1/Dic	Incontro "Co-progettazione e organizzazione Laboratorio PLS"		Docenti Mat. Fisica, Scienze Scuole di Messina e Provincia	Prof. Anello, R Saija, R Mezzasalma
12/Lug	Formazione	"Giornata di Informazione/formazione sulla protezione dei sistemi informatici" (campagna di informazione, sul territorio, mirata ad elevare le conoscenze sulle più recenti ondate di diffusione del malware che portano alla perdita totale dei dati degli utenti)	Aula Magna Università di Messina	Prof.ssa Luigia Puccio Organizzata assieme all'Accademia Peloritana con Kaspersky Italia s.r.l. e Sansec s.r.l. di Trapani
30/Nov	Geometria Analitica nello Spazio	Discussione su contenuti e metodologia per la realizzazione del laboratorio tematico sulla Geometria Analitica nello Spazio nell'ambito del PLS-matematica	ITI "Verona Trento", Messina	Prof. Giovanni Anello
02/Nov	Geometria Analitica nello Spazio	Discussione su contenuti e metodologia per la realizzazione del laboratorio tematico sulla Geometria Analitica nello Spazio nell'ambito del PLS-matematica	ITI "Verona Trento", Messina	Prof. Giovanni Anello
Mar-Mag	Giornate sulla Fisica Moderna	Approfondimento su alcune questioni di Fisica Moderna, n.8 incontri	Aula Ex Chimica Ateneo	Prof. R Saija, A. Sergi, S. Savasta

Inoltre nell'anno 2016 hanno partecipato alle attività PLS-Matematica i seguenti istituti scolastici, realizzando i laboratori didattici a fianco indicati:

- 1) Liceo Scientifico "Archimede" di Messina (Lab. di Statistica e Calcolo delle Probabilità)
- 2) Istituto di Istruzione Superiore "Verona-Trento" (Lab. di Aritmetica Modulare e Crittografia)

- 3) Istituto Collegio "Sant' Ignazio" di Messina (Lab. di Aritmetica Modulare e Crittografia)
- 4) Istituto Paritario "S.V. Modica" di Messina (Lab. di Topologia e Trasformazioni Geometriche)
- 5) Istituto di Istruzione Superiore "Minutoli" sez. "Ambiente, Costruzioni e Territorio" di Messina (Lab. di Autovalutazione)
- 6) Istituto di Istruzione Superiore "Minutoli" sez. Agrario "Cuppari" di Messina (Lab. di Statistica e Calcolo delle Probabilità)
- 7) Liceo Scientifico "Caminiti-Trimarchi" di Santa Teresa di Riva (ME) (Lab. di Autovalutazione)
- 8) Liceo Scientifico "G. Galilei" di Spadafora (ME) (Lab. di Autovalutazione)
- 9) Liceo Classico "V. Emanuele III" di Patti (ME) (Lab. di Trigonometria)

I laboratori tematici relativi alla "Azione a" delle linee guida del PLS denominata "Laboratorio per l'insegnamento delle scienze di base" hanno coinvolto, complessivamente, **135 studenti** e **8 docenti** degli Istituti Scolastici sopra elencati, **un docente** dell'Università di Messina e **5 assistenti-tutor**, questi ultimi selezionati attraverso un bando per titoli indetto dal Dipartimento MIFT dell'Università di Messina.

I laboratori di autovalutazione relativi alla "Azione b" delle linee guida del PLS denominata "Attività didattiche di autovalutazione" hanno coinvolto, complessivamente, **69 studenti** e **5 docenti** degli Istituti Scolastici sopra elencati, **un docente** dell'Università di Messina e **2 assistenti-tutor**, questi ultimi selezionati attraverso un bando per titoli indetto dal Dipartimento MIFT dell'Università di Messina.

Nell'ambito dell'"Azione c" delle linee guida del PLS denominata "Formazione Insegnanti" è stato realizzato un corso di formazione per insegnanti su "Geometria Analitica nello Spazio" presso l' Istituto Scolastico "Verona-Treno" di Messina nei giorni 30 novembre e 2 dicembre 2016.

I suddetti corsi di formazione hanno coinvolto **2 docenti** formatori.

Infine, per quanto riguarda l'"Azione d" delle linee guida del PLS denominata "Riduzione del tasso di abbandono", sono stati coinvolti, complessivamente, **21 studenti** universitari di corsi di laurea a indirizzo scientifico e **un assistente-tutor** selezionato attraverso un bando per titoli indetto dal Dipartimento MIFT dell'Università di Messina.

### Attività di Orientamento in Uscita

Le azioni di orientamento in uscita sono state organizzate di concerto con il Centro di Orientamento e Placement dell'Ateneo, per quanto riguarda il mondo del lavoro, e attraverso i Dottorati di Ricerca in Fisica e Matematica, per quanto riguarda l'occupazione nel settore ricerca.

19/Ott	"Start CUP UniME, evento finale con la presentazione e valutazione delle idee	Organizzata da PNI CUBE Associazione degli Incubatori e delle Business Plan Competition accademiche italiane.	Luigia Puccio componente del Comitato Scientifico della Start Cup Competition 2016 dell'Università degli Studi di Messina (D.R. 2158/2016 Prot. n. 64178 del 18/10/2016)
--------	---	---	--

11-13 Nov	"Startup Weekend Messina 2016"	Lo Startup Weekend, 54 ore, <a href="http://www.swmessina.it/">http://www.swmessina.it/</a>	Universita' degli Studi di Messina - COSPECS (ex fa- coltà Scienze Della Forma- zione).	Luigia Puccio com- ponente in rappre- sentanza dell'Uni- versità di Messina della Giuria giudi- catrice le idee im- prenditoriali
05/Mar	Seminario	iscritti all'Ordine degli Ingegneri, docenti, studenti di ingegneria, informatica, fisica e matematica.	Sala conferenze della Bi- blioteca centralizzata Polo Papardo dell'Università di Messina	Organizzato dal Dipartimento MIFT in collaborazione con Dipartimento di Ingegneria, Or- dine degli Ingegne- ri di Messina e il Google Developer Group Nebrodi (Prof.ssa Luigia Puccio)
20/Apr	"Recruiting Qibit" Day	Sono state illustrate le opportuni- tà di lavoro nel settore dell'ICT con particolare riferimento ai pro- fili professionali di fisica, informa- tica e matematica	Aula Magna "Vittorio Rice- vuto" Polo Papardo	Prof.ssa Luigia Puccio
27/Giu	Seminario	Seminario "The European Patent Office and the new Unitary Pa- tent"	Salone della Presidenza della SIR- Facoltà di Scienze e Tecnologie	Prof.ssa Luigia Puccio Or- ganizzato con il Technology Tran- fer Office (TTO) del Centro di Attrazio- ni Risorse Esterne e Creazione di Im- presa (C.A.R.E.C.I.) con la partecipa- zione Dr. Carlo Lantsheer, Diretto- re di sezione dell'EPO (Ufficio Europeo dei Bre- vetti, Monaco di Baviera) ed il Dr. Giulio Ceccarini,
30/Giu	Workshop	Workshop sulle ricerche brevet- tuali "Corso introduttivo all'uso di ORBIT" (con prove pratiche sulla banca dati),	Laboratorio 2 del Diparti- mento MIFT, Biblioteca Centralizzata, Polo Papardo	Organizzato con TTO del C.A.R.E.C.I.
18/Nov	"Giornata Capgemini"	Nell'ambito del Recruiting sono state illustrate le opportunità di lavoro nel settore dell'ICT con particolare riferimento ai profili professionali di informatica, fisica e matematica	Aula 213 Dipartimento In- gegneria dell'Università di Messina	Prof.ssa Luigia Puccio, R. Saija
29/Nov	"11°Salone dell'Orientamento e Professional Day", Messina		PalaCultura, Messina	Centro Orienta- mento e Place- ment & MIFT



30/Nov	"11°Salone dell'Orientamento e Professional Day", Messina		PalaCultura, Messina	Centro Orientamento e Placement & MIFT
Feb-Nov	Appunti di Fisica	Cicli di Seminari rivolti agli studenti del CdL in Fisica	Locali MIFT & IPCF-CNR	Docenti del Corso di Laurea in Fisica e Docenti di altre università e centri di ricerca nazionali ed internazionali
13-Mar	Appunti di Fisica	Workshop su: "Nanofabrication"	Locali MIFT & IPCF-CNR	
26/Mag	Appunti di Fisica	Workshop su: "Giornata con la fisica Teorica"	Locali MIFT & IPCF-CNR	Docenti del Corso di Laurea in Fisica e Docenti di altre università e centri di ricerca nazionali ed internazionali
24-27/Ott	Conferenza Internazionale	International Symposium on Advances in Dark Matter and Particle Physic	Aule Ateneo	
24/Ott	Conferenza divulgativa	Una Luminosa Fabbrica di Materia Oscura	Aula Ateneo	Docenti del Corso di Laurea in Fisica e Docenti di altre università e centri di ricerca nazionali ed internazionali  Prof. Mandaglio  Prof. Marco Battaglieri INFN Genova