

**Laboratori di Ricerca del Dipartimento di Fisica dell'Università della Calabria (Giunta di Dipartimento del 18/02/2010) e modifiche 2013:**

N.	Gruppo di Ricerca	Responsabile Gruppo	Laboratorio	Responsabile Laboratorio	Denominazione Laboratorio accorpato	Responsabile Laboratorio
1	Astrofisica e Plasmi	Prof. Pierluigi VELTRI	Numerico Plasmi astrofisici	Prof. Vincenzo Carbone	1. Numerico Plasmi Astrofisici	Prof. Vincenzo Carbone
2	Biofisica Molecolare	Prof. Luigi SPORTELLI	Ottica (biofisica)	Prof. Luigi Sportelli	2. Biofisica molecolare	Prof. Luigi Sportelli
			Risonanza Magnetica (biofisica)	Prof. Luigi Sportelli		
			Chimica (biofisica)	Prof. Luigi Sportelli		
3	Fisica Teorica delle Interazioni Fondamentali	Prof. Alessandro PAPA	Calcolo particelle elementari	Prof. Alessandro Papa	3. Fisica delle Interazioni Fondamentali	Prof. Enrico Tassi
4	Fisica Sperimentale delle Alte Energie	Prof. Enrico TASSI	Assemblaggio rivelatori di particelle	Prof. Enrico Tassi (ex prof. Susinno)		
			Progettazione rivelatori di particelle	Prof. Enrico Tassi (ex prof. Susinno)		
			Camera pulita	Prof. Enrico Tassi (ex prof. Susinno)		
			Test camere	Prof. Enrico Tassi (ex prof. Susinno)		
			Calorimetria	Prof. Enrico Tassi (ex prof. Susinno)		
			Elettronica (fisica sperimentale)	Prof. Enrico Tassi (ex prof. Susinno)		
CED Alte energie	Prof. Enrico Tassi (ex prof. Susinno)					
5	Fisica Molecolare e della Materia Soffice	Prof. Riccardo Cristoforo BARBERI	Ottica veloce	Prof. Cesare Paolo Umeton	4. Fisica e Applicazioni della Soft Matter	Prof. Riccardo Barberi
			Elasticità ed instabilità	Prof. Nicola Scaramuzza		
			Superfici ed Interfacce	Prof. Riccardo Cristoforo Barberi		
			Scattering Luce	Prof. Carlo Consolato Versace		
			Fotonica	Prof.ssa Gabriella Cipparrone		
			Ottica (fisica molecolare)	Prof. Riccardo Cristoforo Barberi		
			Forza atomica	Prof. Riccardo Cristoforo Barberi		
			Trattamento superfici	Prof. Riccardo Cristoforo Barberi		
			Applicazioni (fisica molecolare)	Prof. Enzo Cazzanelli		
			Chimica (fisica molecolare)	Prof. Enzo Cazzanelli		
			Raman	Prof. Enzo Cazzanelli		

6	Fisica della Materia Condensata	Prof. Giovanni FALCONE	Radiazioni non ionizzanti	Prof. Giovanni Falcone	5. Fisica della Materia e della Radiazione (LFMR)	Prof. Giovanni Falcone
			Radiazioni ionizzanti	Prof. Giovanni Falcone		
			Ioni Superfici	Prof. Giovanni Falcone (ex prof. Oliva)		
			Preparazione campioni (ioni superficiali)	Prof. Giovanni Falcone (ex prof. Oliva)		
			Camera pulita (ioni superficiali)	Prof. Giovanni Falcone (ex prof. Oliva)		
7	Geofisica e Sismologia	Prof. Ignazio GUERRA	Geofisica	Prof. Ignazio Guerra	6. Sismologia e Geofisica	Prof. Ignazio Guerra
			Vulcanologia	Prof. Ignazio Guerra		
8	Sistemi Complessi Classici e Quantistici	Prof. Pietro Salvatore PANTANO Prof.ssa Eleonora BILOTTA	Sistemi Complessi	Prof. Pietro Salvatore Pantano	7. Fisica Sperimentale e Modellizzazione Fisico-Matematica	Prof. Pietro Salvatore Pantano
			Psicologia e Scienze Cognitive	Prof.ssa Eleonora Bilotta	8. Psicologia e Scienze Cognitive	Prof.ssa Eleonora Bilotta
9	Spettroscopia Elettronica di Superficie (SPES)	Prof. Elio COLAVITA	TEM Microscopia elettronica	Prof. Elio Colavita	9. Spettroscopia elettronica di superficie (SPES)	Prof. Elio Colavita
			Idruri metallici	Prof. Raffaele Giuseppe Agostino		
			Preparazione campioni (SPES)	Prof. Raffaele Giuseppe Agostino		
			Elettronica (SPES)	Prof. Raffaele Giuseppe Agostino		
			Spettroscopia vibrazionale	Prof. Gennaro Chiarello	10 Spettroscopia Vibrazionale e Fotoelettronica di nanostrutture	Prof. Gennaro Chiarello
10	Nanoscienza delle Superfici	Prof. Lorenzo Caputi	Spettroscopia	Prof. Lorenzo Caputi	laboratori accorpati in Fisica Sperimentale e Modellizzazione Fisico-Matematica (7)	
			Spettroscopia elettronica	Prof. Lorenzo Caputi		

<b>Dipartimento di Fisica</b>		
<b>N.</b>	<b>Denominazione laboratorio</b>	<b>Responsabile Laboratorio</b>
<b>1</b>	Numerico di Plasmi Astrofisici	Prof. Vincenzo Carbone
<b>2</b>	Biofisica Molecolare	Prof. Luigi Sportelli
<b>3</b>	Fisica delle Interazioni Fondamentali	Prof. Enrico Tassi
<b>4</b>	Fisica e Applicazioni della Soft Matter	Prof. Riccardo Barberi
<b>5</b>	Fisica della Materia e della Radiazione (LFMR)	Prof. Giovanni Falcone
<b>6</b>	Sismologia e Geofisica	Prof. Ignazio Guerra
<b>7</b>	Fisica Sperimentale e Modellizzazione Fisico-Matematica	Prof. Pietro Salvatore Pantano
<b>8</b>	Psicologia e Scienze Cognitive	Prof.ssa Eleonora Bilotta
<b>9</b>	SPettroscopia Elettronica di Superficie (SPES)	Prof. Elio Colavita
<b>10</b>	Spettroscopia Vibrazionale e Foelettronica di Nanostrutture	Prof. Gennaro Chiarello

## 1. Laboratorio Numerico di Plasmi Astrofisici

**Responsabile:** Prof. Vincenzo Carbone

**Finalità:** Mista (didattica+ricerca)

**Ubicazione:** Cubo 31C, piano 7° (quota 230), stanze 01 e 03

### Descrizione generale

Il Laboratorio di Astrofisica nasce nel 1989 come Laboratorio Numerico di Plasmi Astrofisici del Dipartimento di Fisica. Sin dall'inizio il laboratorio ha sviluppato competenze nel calcolo ad alte prestazioni (calcolo vettoriale, calcolo parallelo) e ha mantenuto posizioni di leadership nazionale nel calcolo numerico per i plasmi astrofisici. Il personale del laboratorio ha contribuito in modo determinante alla fondazione del Centro di Calcolo ad Alte Prestazioni dell'Unical. Negli ultimi anni le attività del laboratorio si sono estese fino a comprendere l'analisi di dati astrofisici da satellite artificiale, analisi che va fatta su grandi volumi di dati.

### Attività

Le attività del Laboratorio di Astrofisica includono il calcolo numerico e l'analisi dati per tutti i settori dell'astrofisica, dal sistema solare alle galassie e dalle stelle alla cosmologia. Inoltre, di recente le attività del laboratorio si sono estese verso i problemi di climatologia, meteorologia spaziale, e analisi di dati geofisici.

Le tecniche di calcolo parallelo ad alte prestazioni vengono usate principalmente per risolvere le equazioni fluide, le equazioni della magnetoidrodinamica, e le equazioni di Vlasov-Maxwell per i plasmi non collisionali.

I sistemi astrofisici maggiormente studiati sono il sole, la corona solare, il vento solare, la magnetosfera terrestre, le stelle instabili e i "gamma ray bursts". Sono studiati anche alcuni fenomeni fisici comuni ai plasmi astrofisici e a quelli di laboratorio.

Inoltre, il Laboratorio viene utilizzato sia dagli studenti delle laurea magistrale in Fisica, sia da molti dottorandi di ricerca, che trovano nel laboratorio la possibilità di un training in calcolo numerico allo stato dell'arte.

### Professori/Ricercatori

VELTRI Pierluigi
CARBONE Vincenzo
MALARA Francesco
ZIMBARDO Gaetano
GRECO Antonella
LEPRETI Fabio
PRIMAVERA Leonardo
VALENTINI Francesco

### Esperienze/Iniziative di successo

Il Laboratorio Numerico di Plasmi Astrofisici ha permesso di sviluppare alcune delle principali competenze che hanno portato alla creazione, presso l'Unical, del Centro di Calcolo ad Alte Prestazioni (Centro di Eccellenza MIUR). Inoltre, il personale del Laboratorio ha partecipato a diversi progetti europei di ricerca: per quel che riguarda il 7° Programma Quadro dell'Unione Europea, si sono avuti i progetti Geoplasmas (coord. Gaetano Zimbardo) e Turboplasmas (coord. Vincenzo Carbone). Le attività del Laboratorio portano alla pubblicazione di circa 25-30 articoli all'anno su riviste internazionali con referee ad alto impact factor.

## **2. Laboratorio di Biofisica Molecolare**

**Responsabile:** Prof. Luigi Sportelli

**Finalità:** Mista (didattica+ricerca)

**Ubicazione:** Cubo 30C, piano 4°, stanze n. 03, 04 e 06.

### **Descrizione generale**

Nel Laboratorio di Biofisica Molecolare all'interno del Dipartimento di Fisica opera un gruppo di ricerca attivo nello studio di sistemi biologici (membrane lipidiche, proteine e complessi lipidi/proteine) con tecniche spettroscopiche ottiche e magnetiche e con calorimetria differenziale a scansione. Nel Laboratorio di Biofisica Molecolare si possono individuare tre aree principali: area chimica, area ottica e area magnetica di risonanza di spin elettronico (ESR). L'area chimica comprende la strumentazione e i materiali per la preparazione e conservazione dei campioni biologici, sia sistemi modello che naturali. L'area ottica è equipaggiata con strumentazione (spettrofotometri UV-vis, spettrofluorimetro, spettrometro FT-IR, calorimetro differenziale a scansione) idonei alla caratterizzazione fisica e molecolare dei biosistemi. La sezione di ESR è attiva dal 1981 e nel corso degli anni è stata potenziata con spettrometri di nuova generazione. Attualmente sono disponibili spettrometri ad onda continua a 9 e 35 GHz e ad impulsi a 9 GHz corredati con diverse cavità magnetiche per l'alloggiamento di campioni solidi, soluzioni e tessuti, e con controllori di temperatura operanti da 4 a 330 K. Questa strumentazione viene utilizzata per studiare la struttura e la dinamica di biosistemi a temperature fisiologiche e criogeniche. E' disponibile anche una sorgente di raggi X per studi di nuovi materiali dosimetrici in ambito terapeutico.

### **Attività**

Molteplici sono i biosistemi che sono preparati (nell'area chimica) e studiati (nell'area ottica e magnetica) nel Laboratorio di Biofisica Molecolare. Essi includono proteine, sia native che mutate geneticamente, e peptidi in soluzione o su supporto solido; dispersioni lipidiche di differente struttura (doppi strati lipidici, vescicole, micelle), dimensioni e lamellarità (dispersioni uni- e multi lamellari modello di membrane cellulari); dispersioni lipidiche funzionalizzate in superficie impiegate come veicolatori di farmaci; complessi lipidi/proteine e membrane naturali. La strumentazione presente nell'area ottica consente di studiare, mediante spettroscopia di assorbimento ottico in un ampio range spettrale e mediante fluorescenza, importanti fenomeni molecolari che avvengono nei biosistemi. Essi comprendono: variazioni conformazionali di proteine; processi cinetici e termici di aggregazione e formazione di fibrille in proteine al variare delle condizioni sperimentali; interazione proteine di trasporto-ligandi. L'utilizzo del calorimetro differenziale a scansione permette lo studio del comportamento di fase termotropico e liotropico di strutture fosfolipidiche autoassemblate e dell'energetica di denaturazione termica di proteine. La spettroscopia ESR permette lo studio, mediante la tecnica dello spin-labeling, della dinamica rotazionale e libratoria di membrane naturali e sistemi modello, di proteine e dell'interazione lipidi/proteine; la misura dei tempi di rilassamento trasversale e longitudinale; di determinare l'accessibilità del solvente in particolari regioni di biosistemi. Tramite ESR si possono altresì studiare metallo-proteine contenenti centri paramagnetici intrinseci.

La misura di ESR su campioni dosimetrici precedentemente irradiati con radiazione X permette di individuare e quantificare la formazione e la concentrazione di radicali liberi radioindotti. Alcuni aspetti dell'attività sperimentale sono integrati da simulazioni al computer.

Le attività sopradescritte sono parte fondamentale della ricerca del gruppo di Biofisica Molecolare e di dottorandi e assegnisti. La strumentazione viene anche usata a scopi didattici per esperienze

dimostrative rivolte a studenti delle lauree triennale e specialistiche. Si svolge anche attività di orientamento e di divulgazione (visite scolastiche, iniziative dell'università, etc).

**Professori/Ricercatori**

SPORTELLI Luigi
BARTUCCI Rosa
GUZZI Rita

**Esperienze/Iniziative di successo**

Il personale del laboratorio di Biofisica Molecolare ha partecipato a progetti di ricerca di interesse nazionale (PRIN 2005-2007: "Ruolo dei metalli nei processi di aggregazione di proteine") e programmi operativi nazionali di ricerca e competitività 2007-2013 (progetto PON MaTeRiA , "Materiali, Tecnologia e Ricerca Avanzata", progetto PONA3\_00370/1).

Nell' ambito del progetto MaTeRiA è stato potenziato il settore di spettroscopie ottiche per ricerca avanzata di materiali biologici e il personale ha partecipato alle attività di formazione di Master collegati al progetto.

Le competenze acquisite dal personale del laboratorio nel campo della risonanza magnetica di spin elettronico hanno determinato: - il finanziamento del progetto CIPE MIA26-P5BW3 "Potenziamento strutturale della Risonanza di Spin Elettronico per la Biologia e l'ambiente" (2000 – 2003); - collaborazioni europee CoST Action D22 "Protein-Lipid Interaction" (2000 – 2006) e CoST Action P15 "Advanced paramagnetic resonance methods in molecular biophysics" (2005-2009); - partecipazione al Network Marie Curie Early Stage Training (EST) BioMem (Biological Membranes) per studenti di dottorato (Settembre 2005- Settembre 2009).

Il personale del laboratorio ha partecipato al progetto "QUASIORA", cofinanziamento fondo FESR 2007-2013 della Regione Calabria.

### 3. Laboratorio di Fisica delle Interazioni Fondamentali

**Responsabile:** Prof. Enrico Tassi

**Finalità:** Mista (didattica+ricerca)

**Ubicazione:** Cubo 30D (piano terra e primo piano) e Cubo 31C (settimo piano)

#### **Descrizione generale**

Il laboratorio di Fisica delle Interazioni Fondamentali è nato nei primi anni 90 come laboratorio per la progettazione, simulazione, realizzazione e test di rivelatori di particelle per la fisica della alte energie ai super collisionatori di particelle, come HERA e LHC. Il laboratorio ha un CED dedicato all'analisi dati dell'esperimento ATLAS del CERN di Ginevra (ad oggi unico nodo GRID della Calabria) ed ospita il nuovo Data Center ReCaS di Cosenza (realizzato dall'INFN su fondi PON). Questo laboratorio è parte integrante della convenzione tra l'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare e questo ateneo. La collaborazione con L'INFN è iniziata con l'istituzione di questo laboratorio ed ha come scopo quello di promuovere e diffondere la fisica sperimentale delle interazioni fondamentali mediante la partecipazione a programmi di ricerca in collaborazioni internazionali con i più grandi laboratori di fisica nucleare e subnucleare del mondo.

#### **Attività**

Il laboratorio di Fisica delle Interazioni Fondamentali è in parte dedicato alla progettazione, simulazione, realizzazione e misura delle performance di rivelatori innovativi di grande superficie per la fisica delle particelle elementari ai super collisionatori di particelle. Il laboratorio è dotato di una camera pulita classe 10000 per l'assemblaggio di rivelatori, di un laboratorio di metrologia per eseguire misure di precisione e di un laboratorio per la misura delle performance di rivelatori di particelle e di test con raggi cosmici. L'attività principale è la ricerca di base e di supporto alla formazione universitaria di dottorandi e giovani ricercatori. Sono parte integrante strumenti di supporto alla ricerca non descritti nel dettaglio sulle attrezzature come: vari oscilloscopi, fotomoltiplicatori, generatori d'onda, pompe, ecc.. Inoltre la struttura è dotata di un sistema di carroponte per l'ingresso e la movimentazione di strumenti di grande dimensione come motivato nella scheda iniziative di successo. Le attività del laboratorio atte a contribuire alla ricerca di base hanno alte ricadute in fisica applicata.

Sempre più importante sarà inoltre l'attività del laboratorio nell'ambito del calcolo scientifico ad alte prestazioni in modalità Grid e Cloud. Il nuovo Data Center ReCaS di Cosenza, la cui entrata in servizio è prevista per l'inizio del 2015, sinergicamente con le sedi di Napoli, Bari e Catania permetterà di potenziare notevolmente il supporto al calcolo degli esperimenti al Large Hadron Collider (LHC) di Ginevra. La stessa infrastruttura sarà inoltre di supporto a diverse comunità in settori strategici della scienza quali la Fisica, la Medicina, le Biotecnologie e l'Ambiente. Un protocollo aggiuntivo alla convenzione vigente tra INFN ed UNICAL, siglato nella fase iniziale del progetto, consentirà alle realtà scientifiche presenti nel nostro ateneo di utilizzare, per progetti coerenti con le finalità del PON ReCaS, le risorse del nuovo Data Center che intende integrarsi con altre infrastrutture di calcolo ad alte prestazioni presenti o future del nostro ateneo.

#### **Professori/Ricercatori**

CROSETTI Giovanni
LA ROTONDA Laura
SCHIOPPA Marco
TASSI Enrico
CAPUA Marcella
MASTROBERARDINO Anna

PAPA Alessandro
ROSSI Marco
GIULIANO Domenico

**Esperienze/Iniziative di successo**

Il laboratorio ha contribuito alla progettazione e realizzazione di rivelatori di particelle per gli esperimenti internazionali: ZEUS all'acceleratore HERA di Desy (Amburgo), ATLAS all'acceleratore LHC del CERN di Ginevra, KLOE2 all'acceleratore DAFNE dei LNF (Roma). Progettazione e realizzazione di setup sperimentali per studi delle performance di rivelatori di particelle mediante test presso altre sedi su fasci di particelle e sorgenti gamma e neutroni.

#### **4. Laboratorio di Fisica e Applicazioni della Soft Matter**

**Responsabile:** Prof. Riccardo Cristoforo Barberi

**Finalità:** Mista (didattica+ricerca)

**Ubicazione:** Cubo 33B, Piani -1, 0, 2 (quote 212, 216 e 221)

##### **Descrizione generale**

Il laboratorio di Fisica ed Applicazioni della Soft Matter nasce nel 2000 come laboratorio multidisciplinare del gruppo di ricerca di Fisica molecolare del Dipartimento di Fisica. Esso si occupa, in generale, della materia soffice (cristalli liquidi, polimeri, materiali organici, etc), sia da un punto di vista fondamentale per le interazioni lineari e nonlineari con la radiazione elettromagnetica, come anche per applicazioni ottiche e fotoniche. Il laboratorio si rivolge a soggetti pubblici e privati coinvolti nei settori della scienza dei materiali, fotonica, ICT, sensoristica e diagnostica applicata a vari ambiti (es. bio e nanotecnologie), microfluidica ed optofluidica, registrazione olografica. Più in particolare, il laboratorio è strutturato in differenti sezioni, ognuna dedicata a differenti ambiti della Fisica e delle applicazioni della Soft Matter: al piano -1 troviamo la sezione di Plasmonica e Materiali Compositi(1). Al piano 0 troviamo 4 sezioni: (2) Proprietà Collettive della Soft Matter, (3) Superfici ed Interfacce, (4) Fotonica, (5) Scattering della Luce e Metamateriali. Al secondo piano troviamo altre quattro sezioni: (6) Camera Bianca, (7) Spettroscopia Laser Nonlineare Ultraveloce (UNoLaS), (8) Raman, (9) Chimica ed Elettronica.

##### **Attività**

(1) Realizzazione e caratterizzazione di reticoli di diffrazione "POLICRYPS". Studio di dispositivi plasmonici attivi per applicazioni in ambito biologico e biomedico, per teragnostica di cellule cancerose. (2) Caratterizzazione di processi irreversibili in condizioni di non-equilibrio termodinamico che danno luogo a fenomeni aggregativi risultanti nella formazione di strutture caratterizzate da un'enorme variabilità di scala. Individuazione di sistemi modello e sviluppo di nuovi approcci teorici per sistemi auto-organizzati. (3) Ricerca di base ed applicata nel campo dei cristalli liquidi. Tecniche di microscopia a forza atomica e microscopia confocale per l'investigazione della materia soffice. (4) Fenomeni fotoindotti in materiali polimerici e liquido cristallini, sviluppo di micro-dispositivi ottici e fotonici. Olografia d'intensità e di polarizzazione, sistemi pump-probe, olografia digitale mediante modulatori spaziali di luce. Sistema di pinze ottiche per micromanipolazione di microparticelle fluide e solide. (5) Scattering dinamico della luce, Plasmonica dei metamateriali, Dinamiche plasmone-guadagno mediante sistema pump-probe, Spettroscopia e spettrofotometria in materiali birfrangenti, Elettrochimica, Deposizione per sputtering e studio di film sottili, Materiali multistrati nanostrutturati metallo-dielettrici, Sintesi e caratterizzazione di nanoparticelle metalliche. Ellissometria spettroscopica nel range del visibile e vicino infrarosso. Calorimetria DSC. (6) Facilities necessarie alla preparazione e caratterizzazione di celle di cristallo liquido, per applicazioni nel campo dei display e della fotonica, e per la deposizione e caratterizzazione di film sottili organici ed inorganici per applicazioni in campo energetico. (7) Ricerche di base ed applicate di spettroscopia ottica ultraveloce e nonlineare e di chimica-fisica delle superfici. Architettura molecolare delle interfacce per il riconoscimento molecolare, la sensoristica chimica e la diagnostica biomedica. (8) Spettroscopia vibrazionale, Raman e IR. Studio di materiali solidi, polveri, film sottili, vetri, polimeri, liquidi e gas adsorbiti. Studio di minerali e di manufatti artistici e reperti archeologici. (9) Stoccaggio di prodotti chimici necessari al sostentamento del laboratorio, quali solventi, vetreria e consumabili. Cappa aspirante e glove box. Componentistica elettronica.

## Professori/Ricercatori

BARBERI Riccardo Cristoforo
BARTOLINO Roberto
UMETON Cesare Paolo
CAZZANELLI Enzo
CIPPARRONE Gabriella
SCARAMUZZA Nicola
STRANGI Giuseppe
VERSACE Consolato Carlo
CAPUTO Roberto
DE LUCA Antonio
DE SANTO Maria Penelope
PAGLIUSI Pasquale
BENEDUCI Roberto

### Esperienze/Iniziative di successo

Coinvolgimento in progetti PRIN, PON, COST e Progetti Europei.

A seguire una breve lista: -Progetto Europeo Nanogold finanziato nel 7° Prog. Quadro FP7-NMP-2008-SMALL-2, NMP-2008-2.2-2 Nano-structured meta-materials, Titolo: Self-Organized Nanomaterials for tailored optical and electrical properties. Coordinatore locale C. Umeton. - Progetto PRIN 2012 - Finanziato. Titolo: Accoppiamento plasmone-guadagno in nanostrutture metallo-dielettriche: compensazione delle perdite verso azione laser. Protocollo n° 2012JHFYMC, responsabile scientifico A. De Luca. - 2004-2005 PRIN "Ricostruzione d'ordine in nematici e substrati nanostrutturati", 2010-2012 PRIN "Auto-assemblaggio e proprietà di superficie di materiali cromonici", 2013-2014 PRIN "Building with DNA bricks: A combined experimental, numerical and theoretical study", 2013-2015 PON Nanofthalm, 2013-2015 PON MicroPerla. Coordinatore Riccardo Barberi - Azione COST (European COoperation Scientific and Technological) MP1205: Advances in optofluidics: integration of optical control and photonics with microfluidics. (10/2012-10/2016)- /Progetto di Grande Rilevanza - Programma Esecutivo di Cooperazione Scientifica e Tecnologica tra Italia e Messico 2011 - 2013: Strategie di manipolazione ottica della materia soffice mediante pinze olografiche con gradiente di polarizzazione. (MAE).(01/01/2011-31/12/2013)/Progetto MESSIAH - Metodologie, Strumenti e Servizi Innovativi per l'Archeologia Subacquea- Laboratori Tecnologici Regionali per la Tutela dei Beni Culturali: PON DM28157. "Laboratorio di Olografia Laser e Conoscenza Laser 3D".01/01/2006-31/03-2009, Gabriella Cipparrone. PIA 2006 Pacchetto Integrato di Agevolazioni PIA-Innovazione Misura 2.1.a - Programma Operativo Nazionale (PON) Prog. N. A15/1484/P, Progetto "New materials and deep UV laser in direct mastering processing (MULDIMA)".(03/2006-03/2008). AzioneCOST 2002: Azione COST (european COoperation Scientific and Technological) P8: Materials and Systems for Optical Data Storage and Processing. (2002- 2006), Coordinatore scientifico dei precedenti progetti: Gabriella Cipparrone. - PRIN 2007 dal titolo: Sintesi e caratterizzazione funzionale di semiconduttori organici fotoattivi. USA, Brasile, Australia, Francia, Germania, UK, Spagna, Romania, Bulgaria, Polonia, Russia, Belgio, Olanda. Numerosi brevetti depositati sia con collaborazioni nazionali che internazionali. Più di 100 lavori pubblicati su riviste internazionali. Scelto dalla UE come centro di eccellenza europeo nel campo della fisica della soft matter (2014) e designazione come mentore all'interno di un progetto per l'infrastrutturazione scientifica di paesi dell'Est Europa del prof. Scaramuzza.

## 5. Laboratorio di Fisica della Materia e della Radiazione (LFMR)

**Responsabile:** Prof. Giovanni Falcone

**Finalità:** Mista (didattica+ricerca)

**Ubicazione:** Cubo 30C, piano VI; Cubo 33C, piano II

### Descrizione generale

Il laboratorio è organizzato in quattro sezioni:

(1) Interazione Ioni-Superficie (Ion-Surface Interaction, ISI);

Responsabile: Pierfrancesco Riccardi;

Afferenti: Giovanni Falcone, Antonio Sindona, Francesco Plastina, Daniela Pacilé, Marco Papagno;

(2) Radiazioni Ionizzanti (Ionizing Radiation, IR);

Responsabile Marcella Capua;

Afferenti: Giovanni Falcone, Laura La Rotonda;

(3) Radiazioni Non Ionizzanti (NonIonizing Radiation, NIR);

Responsabile Francesco Plastina;

Afferenti: Pierfrancesco Riccardi, Giovanni Falcone, Antonio Sindona, Daniela Pacilé, Marco Papagno, Marcella Capua, Laura La Rotonda;

(4) Simulazioni Numeriche in Fisica della Materia (Numerical Simulations in Condensed matter physics, NSC);

Responsabile: Antonio Sindona;

Afferenti: Giovanni Falcone, Francesco Plastina, Pierfrancesco Riccardi

La sezione ISI (1), attiva sia per scopi di ricerca che per scopi didattici di Fisica della Materia e Scienza dei Materiali, utilizza sistemi ad ultra alto vuoto (Ultra High Vacuum, UHV) per la caratterizzazione spettroscopica di materiali mediante sorgenti ioniche, elettroniche ed elettromagnetiche. Le tecniche utilizzate sono: (A) spettroscopia da raggi X e ultravioletti (Ultraviolet and X-rays Photoelectron Spectroscopy, UPS & XPS); (B) spettroscopia di elettroni secondari, indotta da ioni ed elettroni (Ion and electron induced Secondary Electron Spectroscopy); (C) spettroscopia da sorgenti ioniche diffuse (Ion Scattering Spectroscopy, ISS); (D) spettroscopia di perdita di energia di elettroni secondari (Electron energy loss spectroscopy, EELS); (E) spettroscopia Auger e spettroscopia Auger indotta da ioni (Auger e Ion Induced Auger Electron Spectroscopy, AES & IIAES).

La sezione IR (2) è attiva sia per scopi di ricerca che per scopi didattici di fisica applicata (fisica sanitaria e fisica ambientale) e di scienza dei materiali. Parzialmente rinnovato di recente, il laboratorio collegato alla sezione è attrezzato per diversi tipi di misure su sorgenti radioattive. Esso dispone di strumentazione per spettroscopia gamma della Ortec, nonché di diversi strumenti per misure (in laboratorio o in campo) di concentrazione di gas radon in aria, acqua e suolo, come ad esempio il set di rivelatori della Pylon o il rivelatore passivo ad elettret per misure integrate E-Perm della Radelec. Tale laboratorio è principalmente utilizzato per misure di concentrazione di attività di alfa emettitori; in particolare, si stanno svolgendo misure di concentrazione di attività di gas radon in acqua ed aria. È stata inoltre realizzata una camera chiusa, delle dimensioni di 50x50x50cm, per la misura di concentrazione di gas radon esalata dai materiali. Oltre alle attrezzature indicate in dettaglio nell'apposita scheda, vi sono strumenti sussidiari per le attività di laboratorio come: contatori Geiger-Muller, GPS portatile, PCs, pompa rotativa a vuoto della Varian ( $5.0 \times 10^{-2}$  Torr).

La sezione NIR (3) utilizza analizzatori di campi elettromagnetici ed elettronica di controllo per monitorare, valutare, e studiare gli effetti di sorgenti di inquinamento elettromagnetico non ionizzante dislocate sul territorio regionale.

La sezione NSC (4) impiega computer ad elevate prestazioni per simulare le proprietà di equilibrio, il trasporto, e fenomeni collettivi di non-equilibrio in sistemi allo stato solido, nanostrutturati, e in gas di atomi freddi.

### **Attività**

Il laboratorio ISI (1) è in grado di svolgere attività di ricerca, didattica e divulgazione scientifica. Lo scopo principale delle attività di ricerca è quello di comprendere i fenomeni di trasferimento di cariche, eccitazione elettronica, emissione di elettroni e atomi nell'interazione di particelle cariche con superfici di sistemi allo stato solido e nanostrutturate. Lo studio di tali processi ha implicazioni nelle tecniche spettroscopiche di caratterizzazione dei materiali più largamente diffuse, quali ad esempio la SIMS (Secondary Ion Mass Spectroscopy), la ISS (Ion Scattering Spectroscopy), e la SEES (Secondary Electron Emission Spectroscopy). Il laboratorio è in grado di contribuire a tesi di laurea triennale, specialistica e di dottorato. Può inoltre essere utilizzato per esperienze didattiche nell'ambito dei programmi dei corsi di fisica e scienza dei materiali, quali per esempio il corso di tecnologia del vuoto e del freddo. Le strutture del laboratorio possono essere utilizzate anche in ambito divulgativo, offrendo alle scuole esperienze atte a conoscere problematiche di fisica fondamentale ed applicata.

Il laboratorio della sezione IR (2) è in uso sia per attività di ricerca, che didattica e divulgazione scientifica. In particolare, sono in corso ricerche su tecniche di misura innovative ed efficienti di concentrazione di gas radon in aria, acqua e nei materiali. Inoltre, attività di inter-confronto sono in corso con membri di altre università. Un programma di gestione ed elaborazione dati è in via di realizzazione. Il laboratorio IR inoltre sta partecipando alla call SENESCYT, con un progetto di monitoraggio del rischio radiologico da gas radon in Ecuador (progetto in attesa di valutazione). Sono in programmazione misure in esterno per la stima dell'inquinamento atmosferico, utilizzando il sistema Pylon-TEL per misure di bassa concentrazione di gas radon (Lowest Activity Detectable 0.93 Bq/m<sup>3</sup>). Il laboratorio RI è in grado di contribuire a tesi di laurea triennale, specialistica e di dottorato. Esso, inoltre, contribuisce alle esperienze dei corsi erogati dal dip. di fisica in ambito sanitario. Le strutture del laboratorio RI sono utilizzate anche nell'ambito del progetto lauree scientifiche offrendo alle scuole esperienze atte a conoscere problematiche di fisica applicata come le tecniche di misura di radioattività naturale e in particolare di concentrazione di gas radon.

La sezione NRI (3) esprime valutazioni d'impatto ambientale su reti elettriche ad alta tensione, elettrodotti, e stazioni base per la telefonia mobile, per la realizzazione di sistemi informativi geografici di monitoraggio sul territorio regionale. Il laboratorio di sezione è stato utilizzato per tesi di laurea di vecchio ordinamento e tesi di laurea magistrali in Fisica ed Ingegneria Ambientale.

La sezione NSC (4) rivolge la propria attenzione a lavori di tesi e di ricerca nell'ambito delle simulazioni numeriche di processi a molti corpi in sistemi di interesse strategico per la Fisica della Materia e la Scienza dei Materiali, quali le nanostrutture, i sistemi di spin, e i gas di atomi freddi. Le strutture di calcolo permettono di utilizzare metodi di analisi avanzata per la come la teoria del funzionale densità (DFT), per lo studio delle proprietà di equilibrio di sistemi atomici, molecolari, allo stato solido, e di materiali innovativi. Altri metodi più sofisticati come la versione dipendente dal tempo della DFT, o tecniche perturbative in fisica delle molte particelle sono impiegati nell'analisi delle proprietà di non equilibrio dei sistemi in oggetto, e nello studio delle correlazioni quantistiche in sistemi di spin o gas di atomi freddi.

## Professori/Ricercatori

FALCONE Giovanni
RICCARDI Pierfrancesco
SINDONA Antonio
PACILE' Daniela
PLASTINA Francesco
PAPAGNO Marco
CAPUA Marcella
LA ROTONDA Laura
BONANNO Assunta
XU Fang

### Esperienze/Iniziative di successo

La ricerca nel campo delle interazioni ioni-superfici (sezione ISI), e della spettroscopia elettronica e ionica, è attiva nel dipartimento di fisica da oltre un trentennio. Quest'attività di ricerca è stata rivolta allo studio sperimentale e teorico delle interazioni di ioni lenti ed elettroni con superfici di solidi e materiali nano-strutturati. Si indagano i meccanismi fondamentali che determinano fenomeni di trasferimento di cariche, eccitazioni elettroniche, emissione di elettroni e atomi e le modificazioni indotte dal bombardamento sulla superficie.

Tali ricerche hanno implicazioni nello sviluppo e l'uso di diffuse tecniche spettroscopiche di caratterizzazione di materiali, e in applicazioni tecnologiche quali display al plasma, scariche elettriche e microscopia ad elio. Recentemente l'attenzione è stata rivolta allo studio delle proprietà elettroniche di materiali a base di grafene, con particolare riguardo allo studio degli stati vuoti mediante tecniche di spettroscopia elettronica. Intendiamo anche estendere tali studi ad ulteriori materiali nano strutturati. Inoltre, si continuerà l'indagine sulle interazioni ioni-superfici studiando le non linearità nello stopping power elettronico di ioni lenti in metalli, con particolare riguardo agli ioni elio.

Il gruppo occupa oggi una posizione di prestigio nella comunità scientifica internazionale di riferimento, vantando numerose collaborazioni internazionali, una presenza costante alle più importanti conferenze del settore, anche con partecipazione a comitati internazionali (International Conference on Atomic Collisions in Solids - ICACS). il gruppo è stabilmente inserito nelle attività dell'istituto nazionale di Fisica Nucleare (INFN) avendo partecipato a diverse iniziative specifiche (SEMS, NANOCS, NUVOLA).

Benché di recente riattivazione, il laboratorio IR (2) ha velocemente intrapreso misure e iniziative che hanno condotto ad una tavola rotonda con membri della Regione Calabria nel 2013, ad un inter-confronto con altri atenei ed enti regionali, ad una fruttuosa attività di formazione.

La sezione NIR (3) si occupa da più di 10 anni del monitoraggio di inquinamento elettromagnetico da reti elettriche ad alta tensione, elettrodotti, stazioni radio base per telefonia mobile, e realizzazione di sistemi informativi geografici nelle diverse aree del territorio calabrese. Indagini accurate sono state condotte nel corso degli anni nelle aree del rossanese, crotonese, catanzaro lido, e nel parco nazionale del pollino.

La sezione NSC (4) nasce dal lavoro condotto negli ultimi 10 anni nell'ambito dei sistemi correlati in Fisica della Materia. Vanta un cospicuo numero di pubblicazioni, dell'ordine di 100, su riviste internazionali di elevato impatto, quali Physical Review Letters, Physical Review A,B, New Journal of Physics, Carbon, Surface Science, Journal of Physics: Condensed Matter. L'attività ha contribuito a formare diversi ricercatori post-dottorali che sono inseriti in strutture di ricerca di prestigio in ambito europeo.

## **6. Laboratorio di Sismologia e Geofisica**

**Responsabile:** Prof. Ignazio Guerra

**Finalità:** Mista (didattica+ricerca)

**Ubicazione:** Cubo 12B, Piani 5° e 6°, oltre a un locale nel seminterrato

### **Descrizione generale**

Il Laboratorio di Sismologia fu creato nel Dipartimento di Scienze della Terra all'atto della sua attivazione con lo specifico obiettivo di sviluppare una linea di ricerca di indubbio interesse per un territorio di cui è ben nota la storia sismica. Come punto di partenza furono fissate innanzi tutto, anche per la situazione nazionale al contorno, l'installazione e la gestione di una rete sismografica regionale, a somiglianza di quanto all'epoca avveniva in diversi atenei italiani. Il fatto che la Sismologia costituisce un capitolo fondamentale, ma non unico, della Geofisica, della quale, per esigenze sia scientifiche che didattiche, non possono essere trascurati completamente altri, rende come sua definizione più corretta quella di "Laboratorio di Sismologia e Geofisica". Si interpretano in questo modo al meglio le intenzioni dei "padri fondatori", i quali certamente pensavano ad una politica dei rapporti ateneo - territorio basata anche sulla sua migliore conoscenza fisica e quindi sul monitoraggio a 360 gradi di aspetti per cui fossero necessarie competenze di livello universitario. Nello sviluppo storico della struttura, dopo due tentativi andati a vuoto, le prime vere postazioni sismografiche dell'UniCal furono attivate solo alla fine degli anni '70, dopo il primo conferimento di un incarico di insegnamento all'attuale responsabile scientifico. Difficoltà attribuibili alla posizione culturale al limite tra due settori pur interconnessi ed alla rigidità di steccati esclusivamente burocratici tra una struttura di tipo tematico ed una di tipo metodologico, hanno però impedito di fatto la nascita di un vero e proprio gruppo di ricerca in Geofisica della Terra Solida / Sismologia. Questo anche dopo il passaggio di persone e struttura al Dipartimento di Fisica, dove dovevano essere cercate le uniche risorse realmente indispensabili a tale bisogna: quelle umane, costituite da giovani da avviare alla ricerca, attirati da una collocazione della Geofisica della Terra Solida ed Ambientale nei curricula didattici paritaria di fatto rispetto ad altri settori della Fisica Applicata. Malgrado la perenne carenza di adeguato personale tecnico e la risibile consistenza numerica del personale docente e ricercatore, il Laboratorio di Sismologia UniCal (per semplicità sarà chiamato così nel seguito) ha continuato la sua peculiare attività, per diversi aspetti molto simile ad un servizio, tenendosi al passo dei rapidissimi sviluppi culturale e tecnologico (elettronico ed informatico) registrati nel settore nel corso dei recenti decenni senza pesare dal punto di vista economico su risorse diverse dai finanziamenti ai progetti del suo responsabile scientifico. Esso costituisce da decenni un polo di attrazione di interessi di ricerca, di base ed applicata, anche a livello internazionale. Dal punto di vista della didattica, mai a nessuno studente che ne abbia fatto richiesta è stata negata la possibilità di preparare la propria tesi sperimentale in Geofisica / Sismologia. Da decenni rappresenta un punto di riferimento per la collettività calabrese, anche dopo lo sviluppo delle attuali tecnologie di comunicazione ed il potenziamento di enti di ben altre dimensioni che svolgono istituzionalmente analoghe attività di monitoraggio. Continua per questi ad essere un valido complemento e supporto in momenti di particolari necessità.

### **Attività**

Il Laboratorio di Sismologia ospita la centrale di registrazione di una rete di sismografi che copre tutto il territorio calabrese. I punti di rilevamento periferici sono quasi tutti ad essa collegati in tempo reale via internet.

La strumentazione utilizzata è del tutto compatibile con quella della Rete Nazionale dell'INGV. Tra i due enti esiste infatti una collaborazione ormai quasi quarantennale che ha portato tra gli altri ai seguenti risultati: ciascuno dei due enti rende disponibile all'altro i segnali di alcune proprie

postazioni di monitoraggio; da diversi anni una Ricercatrice / Tecnologa dell'INGV opera a tempo pieno nel Laboratorio di Sismologia UniCal; dall'estate 2013 è attiva presso l'UniCal una sede operativa INGV nell'ambito di un progetto che rientra nel PON Ricerca e Competitività.

L'attività corrente del Laboratorio è da sempre organizzata in modo che quotidianamente tutte le registrazioni sismiche utili vengono individuate, archiviate, analizzate, integrate con quelle di altra origine (INGV in primis) ed elaborate in modo da compilare nei tempi tecnici minimi necessari un apposito bollettino. Il catalogo che ne risulta deve essere considerata quello più completo per quanto riguarda l'area calabra e i domini geologici adiacenti.

Da circa 20 anni, al monitoraggio sismico si affianca sempre più spesso in tutto il mondo quello delle deformazioni della crosta terrestre mediante la registrazione delle coordinate GPS di appositi caposaldi. Una rete di questi, da occupare periodicamente, è stata creata in Calabria centro-sud sempre insieme all'INGV, mentre il Lamont-Doherty Earth Observatory della Columbia University di New York ha reso disponibili una serie di strumenti da postazione fissa, in registrazione lungo il profilo Cetraro-Crotone dal 2006.

Dal mese di aprile 2011 vengono anche monitorate con continuità le variazioni della forza di gravità e dell'inclinazione del suolo in un punto particolare allo scopo sia di caratterizzare il comportamento elastico della litosfera calabra sia di individuare tra i normali fenomeni di marea eventuali irregolarità possibilmente connesse a rilevanti spostamenti di masse crostali dovuti all'intensa geodinamica in atto.

Il Laboratorio dispone anche di strumenti da impiegare per attività limitate a specifici progetti o di durata limitata. Si tratta essenzialmente di strumentazione sismografica e topografico-geodetica. Non sono mancate nel passato osservazioni di altri parametri come la composizione chimica dei gas endogeni trasportati dalle acque sorgive mediante un microgascromatografo portatile e delle emanazioni fluide dal suolo (radonometro), giustificate sia dalla loro possibile connessione con fenomeni geodinamici sia dalla loro pericolosità (relazione radon - tumori polmonari).

Il Laboratorio di Sismologia ospita la centrale di registrazione di una rete di sismografi che copre tutto il territorio calabrese. I punti di rilevamento periferici sono quasi tutti ad essa collegati in tempo reale via internet.

#### **Professori/Ricercatori**

GUERRA Ignazio

#### **Esperienze/Iniziative di successo**

A.

- Installazione e gestione di reti di monitoraggio geofisico permanente del territorio regionale
- Partecipazione e coordinamento nazionale di programmi CNR aventi partner da diverse Università e/o EPR
- Partecipazione al Progetto CIPE Cluster C/11B, Italian Law 488/92, "Piani di potenziamento della rete di ricerca": "Assetto strutturale e circolazione dei fluidi: sviluppo di un sistema integrato di metodi geofisici e geochimici per lo studio delle relazioni tra processi geodinamici attivi e per la valutazione del rischio sismico (Calabria)" (quota UniCal = 1085 M Lit)
- Partecipazione al Progetto INTERREG III B "Development of an Information System for Natural Risk Management in the Mediterranean (SyNaRMa)" (quota UniCal = 238 k€)
- Partecipazione ai progetti CAT/SCAN e CALABARCO del Lamont-Doherty Earth Observatory finanziati dalla National Science Foundation (USA)

- Organizzazione all'UniCal e Co-direzione Scientifica nel settembre 2008 della Summer School Internazionale "A multidisciplinary study of uplift and deformation in the Calabrian Arc" destinata a studenti PhD nell'ambito del Progetto CAT/SCAN (partecipazione di 45 studenti da tredici paesi del mondo e ca 20 docenti da USA, Italia, Canada e Francia)
- Partecipazione come partner al "Progetto PON Ricerca e competitività" MASSIMO (quota UniCal = k€ 810)
- Partecipazione con Responsabilità di capofila al "Progetto PON Ricerca e competitività" MASSIMO/F (quota UniCal = k€ 321)

B.

- realizzazione di campagne di sismica attiva consistenti nella registrazione e studio di onde sismiche generate artificialmente a scopo di definizione della struttura del sottosuolo;
- realizzazione di campagne di osservazione di sequenze o sciame sismici, finalizzate allo studio della sismotettonica delle aree interessate da particolari eventi naturali (es.: Sila Greca, 1996; sciame del Pollino Occ. Del 2010-2012).

## **7. Laboratorio di Fisica Sperimentale e Modellizzazione Fisico-Matematica**

**Responsabile:** Prof. Pietro Salvatore Pantano

**Finalità:** Mista (didattica+ricerca)

**Ubicazione:** Cubo 33C piano 0, Cubo 17B piano 6

### **Descrizione generale**

Il laboratorio è costituito da due componenti: Laboratorio di Nanoscienza di Superficie e Laboratorio di Modellazione di Sistemi Classici e Quantistici, che collaborano con il Laboratorio di Fisica Nucleare e Subnucleare e il Laboratorio di Fisica della Soft Matter.

Laboratorio di Nanoscienza di Superficie - Responsabile Prof. Lorenzo Caputi

Il laboratorio dispone di una camera da ultra alto vuoto allestita con gran parte delle tecniche spettroscopiche convenzionali di superficie tra le quali:

Spettroscopia Auger, diffrazione di elettroni a bassa energia (LEED), spettroscopia di fotoemissione indotta da raggi ultravioletti (UPS) e da raggi X (XPS), spettroscopia di perdita di energia degli elettroni a media (EELS) ed alta risoluzione (HREELS).

Le nostre tecniche sperimentali sono spettroscopie da ultra alto vuoto particolarmente adeguate allo studio di superfici e films sottili; tutte concorrono alla caratterizzazione chimica e strutturale degli strati più esterni di un materiale cristallino, di films sottili ed interfacce.

La spettroscopia di perdita di energia degli elettroni a media (EELS) ed alta risoluzione (HREELS) è invece la tecnica che caratterizza in questo momento il nostro laboratorio, assieme a pochi altri gruppi in Italia, e particolarmente adatta a misurare la risposta dielettrica di un mezzo materiale alla perturbazione indotta da un elettrone sonda.

Laboratorio è dotato inoltre di una serie di apparecchiature che permettono la sintesi per scarica ad arco in atmosfera controllata, la deposizione per Chemical Vapor Deposition e la esfoliazione di grafite assistita da surfattanti.

Laboratorio di Modellazione di Sistemi Classici e Quantistici - Responsabile Prof. Giuseppe Ali

Il Laboratorio afferisce al Dipartimento di Fisica, Università della Calabria, e si caratterizza per la sua attività fortemente interdisciplinare, volta principalmente alla modellazione, simulazione e visualizzazione di sistemi complessi e alla risoluzione di problemi tipici della Matematica Industriale. I principali ambiti di ricerca sono: CNN, Sistemi dinamici, CA, Intelligenza Artificiale, Vita Artificiale, Fenomeni di trasporto, Aspetti fisico-matematici e fondazionali della meccanica quantistica. Le applicazioni sono altrettanto varie quanto gli ambiti di ricerca, e spaziano dalla Intelligenza artificiale alla nanoelettronica, dalla vita artificiale alla modellazione matematica in agricoltura.

Laboratorio di Fisica Nucleare e Subnucleare - Responsabile Prof. Marco Schioppa

Il laboratorio di Fisica Nucleare e Sub-Nucleare è nato nei primi anni 90 come laboratorio per la progettazione, simulazione, realizzazione e test di rivelatori di particelle per la fisica della alte energie ai super collisionatori di particelle, come HERA e LHC. Il laboratorio ha un CED dedicato all'analisi dati dell'esperimento ATLAS del CERN di Ginevra, ed è ad oggi l'unico nodo GRID della Calabria. Questo laboratorio è parte integrante della convenzione tra l'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare e questo ateneo. La collaborazione con L'INFN è iniziata con l'istituzione di questo laboratorio ed ha come scopo quello di promuovere e diffondere la fisica sperimentale delle interazioni fondamentali mediante la partecipazione a programmi di ricerca in collaborazioni internazionali con i più grandi laboratori di fisica nucleare e subnucleare del mondo.

Laboratorio di Fisica della Soft Matter - Responsabile Prof. Nicola Scaramuzza

La locuzione soft matter fu introdotta da Pierre-gilles de Gennes nella conferenza tenuta nel 1991 a Stoccolma, quando gli fu conferito il premio Nobel per la fisica. Con questo termine egli si riferiva a

tutta una classe di materiali che non possono essere rappresentati da modelli perfetti, quali tradizionalmente utilizzati per i gas ed i cristalli, nè tanto meno possono essere inquadrati all'interno di quell'approssimazione successiva che può essere individuata sotto l'etichetta di liquido semplice. Il laboratorio di elasticità ed instabilità (ora Laboratorio delle proprietà collettive della soft matter) nasce nel 1983 quando si è iniziata la ricerca sulle risposte elastiche a campi esterni meccanici e/o elettrici dei cristalli liquidi chirali (colesterici e smettici), nell'ottica delle possibili applicazioni di questi materiali nei campi della visualizzazione di immagini, ortopedia, termografia. Nel corso degli anni la ricerca è stata allargata ad altri sistemi appartenenti ai materiali classificati come soft matter, tipo film polimerici ottenuti con nuove tecniche fisiche o materiali ferroelettrici e le loro interazioni con la soft matter per applicazioni nel campo della visualizzazione di immagini in HD, sistemi misti con proprietà piezoelettriche, memorie non volatili innovative, ecc.

### **Attività**

#### Laboratorio di Nanoscienza di Superficie

L'attività scientifica si basa sulla sintesi di materiali innovativi nano strutturati e la loro caratterizzazione mediante le metodologie della scienza di superficie. Negli ultimi anni, particolare attenzione è stata rivolta allo studio di materiali a base di carbonio quali nanotubi e strati di grafene. Attualmente il nostro team è coinvolto nella crescita epitassiale su superfici metalliche di un monostrato di grafite (MG) ottenuto per deposizione chimica da fase vapore di idrocarburi; ciò rappresenta il percorso alternativo più promettente per crescere fogli di grafene estesi e di elevata qualità. La crescita epitassiale del grafene da Chemical Vapor Deposition (CVD) è stata ottenuta con successo su diverse superfici solide e numerose proprietà di questo sistema sono state studiate mediante la spettroscopia fotoelettronica (XPS, UPS), e la spettroscopia di perdita di energia di elettroni ad alta risoluzione (HREELS). Mediante la tecnica di scarica ad arco in atmosfera controllata vengono sintetizzati nanotubi di carbonio anche in presenza di catalizzatori metallici. La scarica avviene in una camera in cui è possibile controllare con precisione la posizione degli elettrodi. Mediante un opportuno sistema di pompaggio ed una linea di gas dedicata è possibile controllare la pressione di gas nobile necessaria per la scarica. Il grafene viene anche ottenuto mediante tecnica top-down a partire da grafite naturale, mediante trattamenti fisico-chimici in presenza di surfattanti, a temperatura e pressione controllati.

#### Laboratorio di Modellazione di Sistemi Classici e Quantistici

Le attività scientifiche riguardano la modellizzazione, simulazione e visualizzazione di fenomeni complessi, che possono essere descritti classicamente o quantisticamente. Per quanto riguarda la modellizzazione, i campi principali di applicazione sono i fenomeni di trasporto di carica in nuovi materiali, con applicazioni all'industria elettronica, condotta anche nell'ambito di progetti europei finanziati. Altre applicazioni riguardano la modellazione matematica a supporto dell'agricoltura, tra cui citiamo lo sviluppo di un modello basato su automi cellulari per simulare la diffusione di parassiti in colture agricole, condotta con confronti con dati ottenuti da un'azienda agricola della piana di Sibari. Un posto rilevante occupano le ricerche sulla vita artificiale e sull'intelligenza artificiale. Altre attività di ricerca riguardano la meccanica quantistica nello spazio delle fasi, la fisica quantistica operativa e loro applicazioni alla teoria dell'informazione quantistica. Per quanto riguarda le tecniche di simulazione, oltre ai classici metodi di discretizzazione numerica basati sulle differenze finite e gli elementi finiti, sono usate anche tecniche ispirate alla teoria dell'evoluzione di Darwin. In particolare citiamo l'approccio basato sulle Cellular Neural Network (CNN), che sono architetture parallele, composte da strutture bi-dimensionali di processori analogici, particolarmente adatte per le applicazioni in tempo reale, quali la elaborazione delle immagini in real-time.

All'interno dell'ateneo, sono state attivate diverse collaborazioni (attività di ricerca e di didattica). In particolare: con il Laboratorio di Psicologia e Scienze Cognitive, diretto dalla prof.ssa E. Bilotta, si portano avanti ricerche sull'uso delle CNN per simulare fenomeni complessi; con il Laboratorio Nexus, diretto dal prof. Calogero Pace, si portano avanti ricerche sullo sviluppo di un sistema computazionale distribuito DCMARK che ha lo scopo di risolvere equazioni differenziali utili in campi applicativi quali: fisica dello stato solido, fisica nucleare e della fisica dei plasmi.

#### Laboratorio di Fisica Nucleare e Subnucleare

Il laboratorio di Fisica Nucleare e Sub-Nucleare è dedicato alla progettazione, simulazione, realizzazione e misura delle performance di rivelatori innovativi di grande superficie per la fisica delle particelle elementari ai super collisionatori di particelle. Il laboratorio è dotato di una camera pulita classe 10000 per l'assemblaggio di rivelatori, di un laboratorio di metrologia per eseguire misure di precisione e di un laboratorio per la misura delle performance di rivelatori di particelle e di test con raggi cosmici. L'attività principale è la ricerca di base e di supporto alla formazione universitaria di dottorandi e giovani ricercatori.

#### Laboratorio di Fisica della Soft Matter

Descrizione di processi irreversibili che vengono a determinarsi in condizioni di non-equilibrio termodinamico e che danno luogo a fenomeni aggregativi risultanti nella formazione di strutture caratterizzate da un'enorme variabilità di scala. Individuazione di sistemi modello e sviluppo di nuovi approcci teorici mirati al raggiungimento di una descrizione razionale dei fenomeni usualmente osservati in tutti i sistemi auto-organizzati. Individuazione di parametri caratteristici che consentono di determinare le proprietà dei sistemi in studio, di ottenere informazioni sui processi aggregativi che vi hanno luogo e predirne e governare le scale spaziali e temporali. Comprensione del ruolo giocato dalle proprietà microscopiche, in relazione alle proprietà macroscopiche che rendono questi materiali interessanti dal punto di vista tecnologico. Messa a punto di nuove tecniche di indagine sperimentale e di strumentazione per l'avanzamento delle conoscenze nel campo della soft matter.

#### **Professori/Ricercatori**

CAPUTI Lorenzo
CUPOLILLO Anna
PANTANO Pietro Salvatore
ALI' Giuseppe
BILOTTA Eleonora
BENEDUCI Roberto
CARINI Manuela
SCHIOPPA Marco
SCARAMUZZA Nicola

#### **Esperienze/Iniziative di successo**

Attualmente, per garantire che il grafene non rimanga un materiale puramente accademico, con poche applicazioni nel mondo reale, gli sforzi della comunità scientifica devono essere volti alla ricerca di tecniche di sintesi che possano aggirare i limiti intrinseci dell'esfoliazione meccanica, ed orientati ad ottenere informazioni aggiuntive sulle proprietà fisiche e chimiche, che individuino nuove applicazioni di questo sorprendente materiale. Per questa ragione, comprendere l'interazione di strati di grafene epitassiale con il substrato metallico è un passo importante dal punto di vista sia fondamentale che tecnologico. L'influenza del substrato, infatti, induce un cambiamento nella distribuzione di carica e conseguentemente nelle proprietà elettroniche dello

strato di grafene rispetto al foglio di grafene free standing o la grafite 3D. A questo proposito, abbiamo rivolto la nostra ricerca alla sintesi e lo studio del grafene ottenuto per crescita epitassiale su superfici metalliche e intercalato con differenti specie atomiche, al fine di sviluppare una comprensione fondamentale dell'interazione grafene-substrato e delle sue modifiche indotte dagli atomi intercalati.

La spettroscopia EELS risolta in angolo viene principalmente utilizzata per ottenere informazioni sulla struttura banda di valenza e la dipendenza delle eccitazioni collettive dal vettore d'onda. Il grafene è un significativo banco di prova della teoria dielettrica microscopica dei sistemi 2D, essendo i suoi stati elettronici confinati in uno strato di spessore mono atomico. Per questo motivo, è stato recentemente indicato come materiale promettente anche per la nanoplasmonica, un settore emergente che tratta l'impiego di eccitazioni collettive per lo sviluppo di nuovi dispositivi. Componenti plasmoniche possono essere utilizzati come fotorivelatori, per migliorare la risoluzione dei microscopi, la sensibilità dei rivelatori chimici, l'efficienza dei diodi emettitori di luce (LED). Uno dei principali obiettivi del nostro lavoro sperimentale è stato lo studio dettagliato, mediante la spettroscopia EELS, delle proprietà plasmoniche di un singolo strato di grafene supportato da substrati metallici. I nostri risultati hanno dimostrato come la presenza del substrato non altera la natura bidimensionale del plasmone, e la possibilità di controllare l'ibridizzazione tra stati elettronici di grafene e la superficie metallica può essere sfruttata per modificare il comportamento plasmonico. Il processo di scarica in atmosfera controllata ha permesso di sintetizzare nanotubi di carbonio con particolari proprietà, che sono stati oggetto di diverse pubblicazioni su riviste internazionali. La particolarità di tali nanotubi risiede nella presenza, sull'asse dei nanotubi stessi, di catene monodimensionali di carbonio. La sintesi di materiali grafenici nanostrutturati con tecniche top-down a partire da grafite, e l'utilizzo di tali nanomateriali per scopi ambientali, è l'oggetto di un progetto presentato e finanziato recentemente dal Ministerio de Educacion Superior Ciencia y Tecnologia (MESCYT) della Repubblica Dominicana.

Nel Laboratorio di Modellazione di Sistemi Complessi sono state condotte significative ricerche sugli Automi cellulari e sulle loro applicazioni a sistemi complessi, culminate nel libro "Cellular Automata and Complex Systems. Methods for Modeling Biological Phenomena" di E. Bilotta, P. Pantano, nonché sugli attrattori strani generati dal circuito di Chua, culminate nel libro "A Gallery of Chua Attractors", anch'esso di E. Bilotta, P. Pantano. A testimonianza della continuità e rilevanza di queste linee di ricerca, a risultati ottenuti nel laboratorio sono state dedicate due copertine della rivista Complexity nel 2003, e tredici copertine della rivista Bifurcation and Chaos tra il 2006 e il 2011.

Nel Laboratorio sono state svolte importanti attività di ricerca applicata nell'ambito di svariati programmi di ricerca nazionali ed internazionali, tra cui citiamo solo i progetti dell'UE:

1) Progetto COMSON (COupled Multiscale Simulation and Optimization in Nanoelectronics), Marie Curie Research Training Network nell'ambito del programma "Structuring the European Research Area" del VI Framework Research Programme dell'EU, coordinato dal Prof. Michael Günther, Bergische Universität Wuppertal (Germany), comprendente: "Politehnica" University of Bucharest (Romania); Università degli Studi della Calabria (Italy); University of Catania (Italy); Technische Universiteit Eindhoven (The Netherlands); Infineon Technologies AG (Germany); Philips Semiconductors - NXP (The Netherlands); STMicroelectronics (Italy).

2) Progetto Modern (MOdeling and DEsign of Reliable, process variation-aware Nanoelectronic devices, circuits and systems), ENIAC JOINT UNDERTAKING, nell'ambito del VII Framework Research Programme dell'EU, coordinato da STMicroelectronics SA (France), e comprendente 29 partners tra Industrie e Università), con l'obiettivo di sviluppare nuovi paradigmi nella progettazione di circuiti integrati, al fine di consentire la produzione di prodotti complessi affidabili ad alta resa, con bassa EMI e a basso costo, usando dispositivi variabili e inaffidabili.

3) Progetto Last Power (Large Area silicon carbide Substrates and heteroepitaxial GaN for POWER device applications), ENIAC Joint Undertaking, nell'ambito del VII Framework Research Programme dell'EU. La proposta puntava a rendere la EU indipendente da altri paesi sviluppati sui semiconduttori ad ampio band gap di alta qualità (150mm SiC e GaN), sia per i macchinari che per il processo. Il compito dell'unità presente nel laboratorio era di sviluppare strumenti di simulazione

accurati per il SiC e il GaN, non disponibili sul mercato. Il partenariato è composto da: STMicroelectronics S.r.l. (Coordinator) (Italy); LPE S.p.A. LPE (Italy); Consiglio Nazionale delle Ricerche – Istituto per la Microelettronica e Microsistemi (Italy); Epitaxial Technology Center S.r.l. (Italy); Foundation for Research & Technology-Hellas - Institute of Electronic Structure & Laser (Greece); Novasic S.A. (France); Consorzio Catania Ricerche (Italy); Instytut Wysokich Cisnien PAN Unipress (Poland); Università della Calabria (Italy); SiCrystal AG (Germany); SEPS Technologies AB (Sweden); SenSiC AB (Sweden); Acreo AB Department Nanoelectronics (Sweden); Aristotle University of Thessaloniki (Greece)

4) Progetto ERG (ENERGY FOR A GREEN SOCIETY: FROM SUSTAINABLE HARVESTING TO SMART DISTRIBUTION. EQUIPMENTS, MATERIALS, DESIGN SOLUTIONS AND THEIR APPLICATIONS), ENIAC Joint Undertaking, nell'ambito del VII Framework Research Programme dell'EU, sulla catena di fornitura dell'energia solare, dalle celle solari fino allo sviluppo di tecniche innovative di estrazione dell'energia, alla efficiente conversione di potenza, e alla distribuzione dell'energia in una smart grid.

5) Progetto E2SG (ENERGY TO SMART GRID), ENIAC Joint Undertaking, nell'ambito del VII Framework Research Programme dell'EU, per sviluppare meccanismi e politiche per assemblare, monitorare e controllare smart grids, il cui compito primario sia generare, scambiare e consumare energia elettrica nel modo più efficiente e affidabile, usando informazione distribuita sulla stessa griglia.

Progettazione e realizzazione di rivelatori di particelle per gli esperimenti internazionali ZEUS all'acceleratore HERA di Desy (Amburgo), ATLAS all'acceleratore LHC del CERN di Ginevra, KLOE2 all'acceleratore DAFNE dei LNF (Roma). Progettazione e realizzazione di setup sperimentali per studi su fasci di particelle e sorgenti gamma e neutroni delle performance di rivelatori di particelle. Collaborazioni nel campo della Fisica della Soft Matter con ricercatori, sia italiani che di vari paesi europei e non (USA, Brasile, Australia, Francia, Germania, UK, Spagna, Romania, Bulgaria, Polonia, Russia, Belgio, Olanda). 8 brevetti depositati sia con collaborazioni nazionali che internazionali. Circa 120 lavori pubblicati su riviste internazionali con referaggi anonimi. Responsabilità dirette in progetti di carattere nazionali ed internazionali e di network di ricerca europei. Nel 2014 il laboratorio è stato scelto dalla UE come centro di eccellenza europeo nel campo della fisica della soft matter e il prof. Nicola Scaramuzza designato come mentore all'interno di un progetto per l'infrastrutturazione scientifica di paesi dell'Est Europa.

## **8. Laboratorio di Psicologia e Scienze Cognitive**

**Responsabile:** Prof.ssa Eleonora Bilotta

**Finalità:** Mista (didattica+ricerca)

**Ubicazione:** Cubo 17 b VI piano

### **Descrizione generale**

Il Laboratorio di Psicologia e Scienze Cognitive afferisce al Dipartimento di Fisica, Università della Calabria e il direttore è la prof.ssa Eleonora Bilotta.

Il Laboratorio è una struttura che si caratterizza per la sua attività fortemente interdisciplinare e porta avanti attività di ricerca in diversi ambiti disciplinari tra i quali: Tecnologie Educative, Interazione Uomo Computer (HCI), Robotica Educativa, Usabilità, Neuroimaging. Recentemente ha stabilito una convenzione con il Centro Diurno Disabili, afferente all'U.O. di Neurologia ad indirizzo Riabilitativo del Distretto Valle Crati di Rende, per portare avanti ricerche sull'uso di tecnologie per la riabilitazione cognitivo-comportamentale dei soggetti. Una seconda convenzione è stata istituita con l'U.O. Radiologia - Diagnostica Imm. Cetraro/Paola dell'ASP di Cosenza, per la creazione di un centro di ricerca e assistenza congiunto nel settore delle "Neuroscienze Cognitive e Radiodiagnostica".

### **Attività**

Nel Laboratorio vengono svolte sia attività di ricerca, che di sperimentazione che di tipo didattico. All'interno del Laboratorio sono stati sviluppati sia ambienti virtuali 3D per la visualizzazione di contenuti archeologici che simulatori software per studiare le dinamiche emergenti di comportamenti realizzati da agenti artificiali come robot. Le tecniche di simulazione utilizzate sono quelle ispirate alla teoria dell'evoluzione di Darwin. Recentemente il gruppo ESG sta adottando un nuovo approccio basato sulle Cellular Neural Network (CNN: architetture parallele, adatte per le applicazioni in tempo reale, composte da strutture bi-dimensionali di processori analogici, particolarmente potenti per la elaborazione delle immagini in tempo reale). Si studiano inoltre i processi cognitivi che riguardano l'analisi di brani musicali (tradizionali e generati da sistemi dinamici), e la cognizione nell'ascolto di musica in sistemi immersivi multidimensionali (SoundScape).

In particolare, per quanto riguarda l'attività di ricerca nell'ambito della robotica, da diversi anni vengono portati avanti laboratori di Robotica Educativa ed Evolutiva, nel corso di Psicologia Cognitiva, con la costruzione di robot con sistemi intelligenti incorporati, per l'esplorazione di come gli agenti intelligenti si muovono nello spazio, risolvono problemi ed evolvono appropriati sistemi neurali per adattarsi all'ambiente. Per quanto riguarda le tecnologie educative, sono attualmente in corso una serie di laboratori sull'analisi del comportamento di interazione di soggetti in età scolare (dal nido alla scuola elementare) per realizzare una tassonomia del comportamento di comunicazione con smart tangible technologies (come iphone, ipad and ipod). Inoltre, recentemente il laboratorio ha iniziato un programma di diffusione di insegnamento/apprendimento di semplici sistemi di programmazione per bambini e pre-service insegnanti, come parte dei laboratori per il corso di Scienze dalla Formazione Primaria. Ricerche importanti riguardano l'uso delle reti complesse per modellare produzione linguistica, l'uso di opportuni protocolli sperimentali relativi all'organizzazione in memoria di routine comportamentali, per capire la natura dei processi cognitivi linguistici in studenti universitari. Le reti complesse sono anche utilizzate per la realizzazione di reti da dati di Brain Imaging, per capire le analogie e le differenze fra soggetti sani e soggetti con malattie neurodegenerative quali Sclerosi Multipla, Alzheimer e Parkinson. All'interno dell'ateneo, sono state attivate diverse collaborazioni (attività di ricerca e di didattica). In particolare, con il Laboratorio di Fisica Sperimentale e Modellazione Fisico-Matematica, si

portano avanti ricerche sull'uso di CNN per simulare fenomeni complessi, con il Laboratorio BESeA-TEC (ex Centro Studi sui Bisogni Educativi Speciali e Autismo), diretto dalla prof.ssa Antonella Valenti, si portano avanti ricerche inerenti lo sviluppo di tecnologie per supportare soggetti con autismo, con il Laboratorio di "Laboratorio di Filologia e linguistica informatica", diretto dal prof. Rocco Distilo, ricerche sulla semantica, corpo, affettività ed emozioni; con il Laboratorio Nexus, diretto dal prof. Calogero Pace, si portano avanti ricerche inerenti lo sviluppo di sistemi elettronici per applicazioni di tipo biomedicale.

Annualmente, il Laboratorio supporta le attività di ricerca e sperimentazione di circa 40 studenti tra tesisti e dottorandi di ricerca.

#### **Professori/Ricercatori**

BILOTTA Eleonora
PANTANO Pietro Salvatore
CARINI Manuela
PACE Calogero
DISTILO Rocco
RONCONI Maria Luisa
VALENTI Antonella
DE PIETRO Orlando
ALI' Giuseppe
BENEDUCI Roberto

#### **Esperienze/Iniziative di successo**

Il Laboratorio di Psicologia e Scienze Cognitive nasce come naturale evoluzione delle attività di ricerca e sviluppo dei Laboratori del Gruppo ESG. Varie sono state le iniziative di successo in questo settore. In particolare per quanto concerne le tecnologie educative, il Laboratorio ha realizzato tra il 2006 e il 2009 il "Sistema Museale e Rete Museale Virtuale" della Magna Graecia Calabrese, in un progetto finanziato dalla Regione Calabria, e tre mondi virtuali da fruire via web o mobile nel progetto "Connecting European Culture through New Technology" (NETConnect), finanziato nell'ambito del programma europeo Culture 2000. Grazie al Sistema Museale Virtuale è stata promossa, utilizzando le più recenti ed innovative soluzioni tecnologiche, una visione di insieme dell'intero patrimonio archeologico calabrese, visibile negli scavi ed esposto nei musei.

Nell'ambito del progetto è stata effettuata la raccolta e la catalogazione di contenuti digitali relativi ai beni archeologici calabresi con riferimento al periodo magno greco. Tali contenuti, una volta confluiti nel Sistema Museale Virtuale, sono stati messi a disposizione della comunità nazionale ed internazionale attraverso la rete internet. Ciascuna categoria è presentata attraverso sistemi avanzati e pioneristici di navigazione, quali ad esempio una serie di mappe tematiche del territorio regionale, caratterizzate da un livello di dettaglio crescente, che l'utente può esplorare fino ad ottenere l'informazione desiderata.

Sono inoltre state realizzate le ricostruzioni tridimensionali di alcuni ambienti (teatro magno-greco, tempio, ecc.) e di reperti presenti nei musei archeologici della Calabria, con l'idea di rendere possibile la visione, sovrapponibile e interscambiabile, del modello 3D e dell'oggetto reale.

A questo programma di successo è seguito un progetto europeo del quale il laboratorio è stato capofila, il NETConnect, che ha previsto la definizione delle interconnessioni culturali tra tre scenari archeologici europei (appartenenti all'Italia, alla Germania ed alla Polonia), la ricostruzione digitale dei siti, la diffusione dei contenuti multimediali e l'utilizzo della tecnologia GIS per fornire all'utente

informazioni geografiche sullo scenario di riferimento. I mondi virtuali, basati su affascinanti particolari storici e archeologici, sono stati utilizzati in numerose attività educative.

Un secondo settore nel quale il laboratorio è stato impegnato è stato il rapporto tra scienza e arte. In questo contesto sono state creati vari manufatti tra cui copertine di riviste internazionali su *International Journal of Bifurcation and Chaos e Complexity*; i film “La genesi del circuito di Chua (cartone in 3d)”, “Il circuito di Chua: un viaggio tra arte e scienza”; vari prototipi musicali (cd) ed anche strumenti virtuali che hanno dato luogo al brevetto “Sintetizzatore Caotico (2008), a cura di E. Bilotta, E. Cupellini e P. Pantano. Brevetto depositato il 03-06-08 con il n° CS2008A00010”; il coordinamento del Progetto Transnazionale “Music and Sound by Chaos” coordinato dalla prof. Eleonora Bilotta dell’Università della Calabria e la McGill University of Montreal (Canada) per lo sviluppo di ambienti immersivi musicali 3d.

Nel settore delle tecnologie educative per l’anno 2010, la prof. Eleonora Bilotta è risultata vincitrice di un progetto per la diffusione della cultura scientifica (Progetto annuale finanziato dal MIUR – Ministero dell’Istruzione, dell’Università e della Ricerca Dipartimento per l’Università, l’Alta formazione artistica, musicale e coreutica e per la Ricerca - nell’ambito del bando ex art.4 Legge 6/2000) “Il caos a scuola. Un approccio costruttivista per l’insegnamento/apprendimento della Teoria del Chaos.” Questo progetto interdisciplinare sulla teoria del caos e sulla complessità mirava ad avvicinare i giovani alla comprensione di argomenti scientifici, tradizionalmente non di facile comprensione. Le attività di ricerca correlate al Progetto hanno dato luogo ad una serie di pubblicazioni scientifiche sulla rivista *Leonardo* e *Leonardo on-line*, nonché un capitolo di libro per la Erickson (2014).

Per quanto concerne il settore dell’Edutainment (termine nato dall’unione delle due parole inglesi, educational ed entertainment, con cui si intende una forma di intrattenimento finalizzata sia ad educare sia a divertire, e più in particolare al carattere ludico di attività didattiche non tradizionali legate alle tecnologie più avanzate), è stato ideato, progettato e realizzato un teatro virtuale interattivo. Grazie a questo sistema, chiamato Face3D, il pubblico può assistere a performance messe in scena da attori virtuali (“Talking Heads”, ovvero facce tridimensionali create in Computer Graphics dotate di voce ed espressioni facciali, visualizzate su uno schermo), o su palcoscenici esistenti con attori reali e virtuali. Il teatro virtuale può così essere popolato da personaggi di commedie antiche, così come da personaggi realmente vissuti (Leonardo, Einstein, ecc), che dallo schermo interagiscono con uno o più attori reali. Giocare con questo innovativo linguaggio teatrale consente il coinvolgimento di un vasto pubblico e molte materie scolastiche possono essere insegnate in modo semplice e divertente. Un esempio di questo nuovo teatro “realtificiale” è anche l’atto unico “L’attrATTORE strano”, in cui musiche composte a partire da sistemi dinamici discreti (automi cellulari) e continui (sistema di Chua) e rappresentazioni figurative elaborate a partire da alcuni attrattori strani (in contesto scientifico si tratta di particolari soluzioni di un sistema dinamico caotico) che emergono dal sistema di Chua fanno da cornice all’azione scenica. La piece, messa in scena soprattutto durante convegni scientifici, ha avuto un grande successo. Opere come il *Miles Gloriosus* di Menandro sono invece state realizzate interamente sul palcoscenico virtuale, nell’interfaccia grafica “Virtual Theatre” del Face3D e proiettate in diverse scuole con fini didattici. La performance “Un dialogo Improbabile” è stata nel 2008 alla LXV Mostra Internazionale d’arte cinematografica di Venezia (“Premio Pitagora”).

Per quanto riguarda il settore delle neuroscienze, dati di Brain Imaging sono stati utilizzati per lo studio di alcune tipologie di malattie neurodegenerative in soggetti adulti. In particolare, in una fruttuosa collaborazione con l’università di Catanzaro,

considerando lo stato di deterioramento cognitivo lieve (Mild Cognitive Impairment - MCI) come una condizione di transito di sindromi diverse sul piano eziopatogenetico e clinico, i dati acquisiti attraverso il brain imaging sono stati utilizzati per creare la segmentazione automatica delle lesioni della sclerosi multipla. Per collegare anche le fasi del Mild Cognitive Impairment (MCI) di soggetti anziani con segni neurologici precoci, indicatori di malattie quali Parkinson e Alzheimer, e proseguire le ricerche nel settore delle neuroscienze, è stata stipulata una convenzione con l'ASP di Cosenza per la realizzazione di un centro di Neuroscienze Cognitive e Radiologia.

## 9. Laboratorio di Spettroscopia elettronica di superficie (SPES)

**Responsabile:** Prof. Elio Colavita

**Finalità:** Mista (didattica+ricerca)

**Ubicazione:** Cubo 33C, piano terra e piano semiinterrato

### Descrizione generale

Attività principale del gruppo SPES è lo studio sperimentale di materiali e sistemi con proprietà chimico-fisiche innovative, che riscuotano interesse sia nel campo della fisica fondamentale che in campi applicativi quali elettronica, catalisi, trasformazione e conservazione dell'energia. L'attività sperimentale si svolge utilizzando tecniche spettroscopiche e microscopiche per l'analisi di superfici e di interfacce con risoluzione spaziale nanometrica. Le attività principali del laboratorio sono rivolte alla ricerca e alla formazione.

Il laboratorio SPES si articola in quattro sezioni:

- 1) Microscopia elettronica in trasmissione (TEM) e microscopia a scansione ad effetto tunnel (STM) ed a forza atomica (AFM) in UHV: Resp. V. Formoso
- 2) Idruri metallici - Materiali per l'adsorbimento di gas per l'energia: Resp. R.G. Agostino
- 3) Preparazione campioni: Resp. R.G. Agostino
- 4) Elettronica: Resp. R.G. Agostino

### Attività

Il laboratorio di idruri metallici, nato nel 1996, è volto allo studio dei materiali nanostrutturati con caratteristiche ottimali per lo stoccaggio di gas vettori di energia (idrogeno e metano). Tale studio affronta sia gli aspetti fondamentali sull'interazione fra molecole e superficie che quelli applicativi. Infatti, il laboratorio è pienamente coinvolto in diversi progetti sullo stoccaggio di gas (PON Microperla, PON Matelios) con imprese del settore (Centro Sviluppo Materiali - Roma, LandiRenzo SpA - Reggio Emilia, ...).

Le attività principali sono:

- Preparazione di materiali innovativi con metodi fisici
- Caratterizzazione dell'assorbimento di gas ( $H_2$ ,  $CH_4$ ,  $CO_2$ ,  $C_xH_y$ ,  $N_2$ , He, ...) mediante acquisizione di curve isoterme di adsorbimento nell'intervallo di pressione 0-200 bar e di temperatura 77-500K. E' anche disponibile l'analisi della risposta dinamica e statica delle specie adsorbenti.
- Picnometria per la valutazione della densità di scheletro su campioni ad alta area di superficie specifica.
- Porosimetria con BET BJH per la determinazione della superficie specifica e la distribuzione delle dimensioni dei pori.

Queste tecniche sono sfruttate nelle seguenti applicazioni del settore scienza dei materiali: Materiali per lo stoccaggio dell'idrogeno; Materiali per lo stoccaggio di metano e gas naturale; Cattura  $CO_2$ ; Separazione Gas

Una parte importante del lavoro scientifico in laboratorio è dedicata allo sviluppo di nuova strumentazione per la caratterizzazione fisica e chimica dei materiali.

Il laboratorio di Microscopia Elettronica in Trasmissione e Microscopia a scansione di sonda delle superfici AFM/STM si occupa dello studio di materiali e fenomeni d'interesse applicativo e fondamentale tramite attività di ricerca e formazione in ambito fisico, chimico e di scienza dei materiali. L'analisi sperimentale avviene tramite un microscopio elettronico in trasmissione (TEM) e un microscopio ad effetto tunnel (STM) e a forza atomica (AFM). Questi apparati permettono di investigare la morfologia, la struttura geometrica e la struttura elettronica locale di materiali innovativi nanostrutturati, di superfici e di adsorbati con risoluzione spaziale fino al livello atomico. Attività proprie del laboratorio riguardano:

- lo studio di materiali a base carbonio (sistemi ad alta superficie specifica e layer di graphene adsorbiti su metalli) e su interfacce organico/inorganico (molecole adsorbite su superfici di semiconduttori);
- tecniche di caratterizzazione e di fabbricazione alla nanoscala;
- microscopie a scansione di sonda (STM, ATF) ;
- microscopia elettronica in trasmissione;
- crescita di films sottili e analisi morfologica

**Professori/Ricercatori**

AGOSTINO Raffaele Giuseppe
FORMOSO Vincenzo
CARUSO Tommaso
COLAVITA Elio
CHIARELLO Gennaro

**Esperienze/Iniziative di successo**

Progetto SUD/INFM 1996-2000 Metal Hydrides for Energy Storage

Progetto PRIN 2006 - Un approccio innovativo alla crescita e caratterizzazione di materiali a base di carbonio nanostrutturati e nanocompositi ad interfaccia estesa

Progetto PON Microperla 2013-2015

Progetto PON EOMAT - Distretto Matelios 2014-2016

Progetto PON Materia 2012-2015

Progetto PON iContact 2013-2015

Progetto PON Resnovae 2013-2015

## 10. Laboratorio di Spettroscopia Vibrazionale e Foelettronica di Nanostrutture

**Responsabile:** Prof. Gennaro Chiarello

**Finalità:** Mista (didattica+ricerca)

**Ubicazione:** Cubo 33C piano terra (quota 216) stanza 03

### Descrizione generale

Il laboratorio di Spettroscopia Vibrazionale e Foelettronica di Nanostrutture del dipartimento di Fisica è attivo da più di 10 anni. Le attività del laboratorio sono essenzialmente concentrate sullo studio delle proprietà vibrazionali ed elettroniche di nanostrutture usando tecniche di spettroscopia elettronica e foelettronica. Si studiano fenomeni di fisica delle superfici quali l'adsorbimento di atomi e molecole su monocristalli di metalli di transizione, le proprietà elettroniche collettive (plasmoni) e le proprietà vibrazionali collettive (fononi) di nanostrutture (Films sottili ed ultrasottili, quantum dots, quantum wires). Gli studi effettuati sono di interesse di fisica fondamentale ed applicata. Per esempio gli esperimenti eseguiti sono di interesse nel campo dei supercapacitori, della plasmonica e delle proprietà termiche dei materiali. Il laboratorio contiene una camera da ultra alto vuoto per le misure spettroscopiche e una precamera per la preparazione dei campioni, La camera di misura contiene uno spettrometro di elettroni (analizzatore e monocromatore di elettroni) che consente di eseguire misure ad alta risoluzione di perdita di energia di elettroni lenti (HREELS), un diffrattometro di elettroni per misure di diffrazione della superficie, una sorgente di raggi X, un cannone di elettroni (con energia fino a 5 KeV) ed un analizzatore di elettroni per misure di spettroscopia foelettronica (XPS) e di spettroscopia Auger (AES): Nella precamera si trova un cannone ionico per la pulizia dei campioni, un manipolatore-portacampione con cinque gradi di libertà, raffreddabile all'azoto liquido e riscaldabile fino a 1200 K che consente di spostare il campione dalla precamera alla camera di misura. Infine nella precamera è montato un microevaporatore per la preparazione di nanostrutture ed un sistema di valvole a spillo per l'immissione controllata di diversi gas (ossigeno, monossido di carbonio, acqua, Idrogeno, Deuterio...).

### Attività

Le principali attività del laboratorio sono connesse con: a) preparazione e caratterizzazione in condizioni di ultra-alto-vuoto di materiali nanostrutturati; b) preparazione di carbonio nanostrutturato (nanotubi e garphene); c) misure delle proprietà vibrazionali di atomi e molecole su superfici di monocristalli; d) misure di spettroscopia Auger e di spettroscopia foelettronica di vari sistemi; e) misura delle proprietà elettroniche collettive (plasmoni) di nanostrutture; f) misure delle proprietà vibrazionali collettive (fononi) di nanostrutture.

### Professori/Ricercatori

CHIARELLO Gennaro
AGOSTINO Raffaele Giuseppe
COLAVITA Elio
CARUSO Tommaso
FORMOSO Vincenzo