

Tabella 1 – Consistenza dei Settori Scientifico disciplinari del dipartimento di Fisica

SSD	Area CUN	N. I Fascia	N. II Fascia	N. Ricercatori (anche a tempo determinato)	TOTALE	Consistenza SSD (%)
FIS/01	2	2	10	9	21	40,38%
FIS/02	2	0	1	2	3	5,77%
FIS/03	2	1	2	3	6	11,54%
FIS/05	2	0	0	1	1	1,92%
FIS/06	2	0	1	0	1	1,92%
FIS/07	2	5	4	6	15	28,85%
GEO/10	4	1	0	0	1	1,92%
MAT/07	1	1	1	1	3	5,77%
M-PSI/01	11	1	0	0	1	1,92%
	TOTALE	11	19	22	52	100,00%

Tabella 2 – Consistenza delle Aree CUN del dipartimento di Fisica

Area CUN	TOTALE	Consistenza Area CUN(%)
1	3	5,77%
2	47	90,38%
4	1	1,92%
11	1	1,92%
TOTALE	52	100,00%

Tabella 3 – Gruppi di ricerca del dipartimento di Fisica

N.	Denominazione Gruppo di Ricerca	Responsabile scientifico/Coordinatore	N. Componenti (compreso il Responsabile)
1.	Astrofisica e Plasmi	VELTRI Pierluigi	8
2.	Biofisica molecolare	SPORTELLI Luigi	3
3.	Fisica molecolare e della Materia soffice	BARTOLINO Roberto	12
4.	Fisica della materia condensata	FALCONE Giovanni	8
5.	Fisica sperimentale della alte energie	TASSI Enrico	6
6.	Fisica teorica delle interazioni fondamentali	PAPA Alessandro	3
7.	Geofisica e Sismologia	GUERRA Ignazio	1
8.	Sistemi complessi Classici e Quantistici	BILOTTA Eleonora	4
9.	Spettroscopia Elettronica di Superficie	COLAVITA Elio	5
10.	Nanoscienza di Superficie	CAPUTI Lorenzo	2
TOTALE			52

Tabella 4 – Settori ERC di riferimento del dipartimento di Fisica

Settori ERC Dipartimento di Fisica
PE1 Mathematics: All areas of mathematics, pure and applied, plus mathematical foundations of computer science, mathematical physics and statistics
PE1_9 Operator algebras and functional analysis
PE1_12 Mathematical physics
PE1_18 Scientific computing and data processing
PE1_20 Application of mathematics in sciences
PE1_21 Application of mathematics in industry and society
PE2 Fundamental Constituents of Matter: Particle, nuclear, plasma, atomic, molecular, gas, and optical physics
PE2_1 Fundamental interactions and fields
PE2_2 Particle physics
PE2_5 Gas and plasma physics
PE2_7 Atomic, molecular physics
PE2_9 Optics, non-linear optics and nano-optics
PE2_10 Quantum optics and quantum information
PE2_14 Thermodynamics
PE3 Condensed Matter Physics: Structure, electronic properties, fluids, nanosciences, biophysics
PE3_2 Mechanical and acoustical properties of condensed matter, Lattice dynamics
PE3_3 Transport properties of condensed matter
PE3_4 Electronic properties of materials, surfaces, interfaces, nanostructures, etc.
PE3_5 Electronic properties of materials and transport
PE3_5 Semiconductors and insulators: material growth, physical properties
PE3_6 Macroscopic quantum phenomena: superconductivity, superfluidity, etc.
PE3_8 Magnetism and strongly correlated systems
PE3_8 Superconductivity
PE3_9 Condensed matter – beam interactions (photons, electrons, etc.)
PE3_10 Nanophysics: nanoelectronics, nanophotonics, nanomagnetism, nanoelectromechanics, etc.
PE3_11 Mesoscopic physics
PE3_13 Structure and dynamics of disordered systems: soft matter (gels, colloids, liquid crystals, etc.), glasses, defects, etc.
PE3_15 Statistical physics: phase transitions, noise and fluctuations, models of complex systems, etc.
PE4 Physical and Analytical Chemical Sciences: Analytical chemistry, chemical theory, physical chemistry/chemical physics
PE4_2 Spectroscopic and spectrometric techniques
PE4_4 Surface science and nanostructures
PE4_6 Chemical physics
PE4_10 Heterogeneous catalysis
PE4_11 Physical chemistry of biological systems
PE4_12 Chemical reactions: mechanisms, dynamics, kinetics and catalytic reactions
PE4_13 Theoretical and computational chemistry
PE4_17 Characterisation methods of materials
PE5 Synthetic Chemistry and Materials: Materials synthesis, structure-properties relations, functional and advanced materials, molecular architecture, organic chemistry
PE5_1 Structural properties of materials
PE5_2 Solid state materials
PE5_3 Surface modification

PE5_4 Thin films
PE5_6 New materials: oxides, alloys, composite, organic-inorganic hybrid, nanoparticles
PE5_8 Intelligent materials – self assembled materials
PE6 Computer Science and Informatics: Informatics and information systems, computer science, scientific computing, intelligent systems
PE6_7 Artificial intelligence, intelligent systems, multi agent systems
PE6_8 Computer graphics, computer vision, multi media, computer games
PE6_9 Human computer interaction and interface, visualisation and natural language processing
PE6_12 Scientific computing, simulation and modelling tools
PE7 Systems and Communication Engineering: Electronic, communication, optical and systems engineering
PE7_10 Robotics
PE9 Universe Sciences: Astro-physics/chemistry/biology; solar system; stellar, galactic and extragalactic astronomy, planetary systems, cosmology, space science, instrumentation
PE9_1 Solar and interplanetary physics
PE9_10 High energy and particles astronomy – X-rays, cosmic rays, gamma rays, neutrinos
PE9_15 Space Sciences
PE10 Earth system science: physical geography, geology, geophysics, meteorology, oceanography, climatology, ecology, global environmental change, biogeochemical cycles, natural resources management
PE10_7 Physics of earth's interior, seismology, volcanology
PE10_8 Oceanography (physical, chemical, biological, geological)
SH2 Institutions, Values, Beliefs and Behaviour: Sociology, social anthropology, political science, law, communication, social studies of science and technology
SH2_9 Communication and information, networks, media
SH4 The Human Mind and Its Complexity: Cognitive science, psychology, linguistics, education
SH4_1 Evolution of mind and cognitive functions, animal communication
SH4_4 Cognitive and experimental psychology: perception, action, and higher cognitive processes
SH4_12 Education, teaching and learning
SH5 Cultures and Cultural Production: Literature and philosophy, visual and performing arts, music, cultural and comparative studies
SH5_4 Visual and performing arts, design, arts-based research
SH5_7 Museums, exhibitions, conservation and restoration
SH5_10 Cultural heritage, cultural identities and memories
LS1 Molecular and Structural Biology and Biochemistry: Molecular synthesis, modification and interaction, biochemistry, biophysics, structural biology, metabolism, signal transduction
LS1_8 Biophysics (e.g. transport mechanisms, bioenergetics, fluorescence)
LS5 Neurosciences and Neural Disorders: Neurobiology, neuroanatomy, neurophysiology, neurochemistry, neuropharmacology, neuroimaging, systems neuroscience, neurological and psychiatric disorders
LS5_7 Cognition (e.g. learning, memory, emotions, speech)
LS5_10 Neuroimaging and computational neuroscience

Tabella 12.1 del rapporto finale della VQR per l'Università della Calabria

<i>Area</i>	<i># prodotti attesi (n)</i>	<i>% sul totale</i>	<i># prodotti M</i>	<i>% su attesi</i>	<i># prodotti conferiti</i>	<i># Prodotti P</i>	<i>% su conferiti</i>
1	183	2,10	21	11,48	162	1	0,62
2	137	2,27	0	0,00	137	0	0,00
3	165	2,10	3	1,82	162	0	0,00
4	66	2,27	0	0,00	66	0	0,00
5	199	1,52	8	4,02	191	3	1,57
6	43	0,16	0	0,00	43	0	0,00
8.a	159	3,99	5	3,14	154	0	0,00
8.b	34	0,64	0	0,00	34	0	0,00
9	307	2,28	2	0,65	305	0	0,00
10	227	1,62	15	6,61	212	0	0,00
11.a	201	2,18	11	5,47	190	0	0,00
11.b	11	0,32	0	0,00	11	0	0,00
12	94	0,75	1	1,06	93	0	0,00
13	204	1,66	17	8,33	187	0	0,00
14	122	2,90	3	2,46	119	0	0,00
TOTALE	2152	1,41	86	4,00	2066	4	0,19

Tabella 12.15 del rapporto finale della VQR per l'Università della Calabria

<i>Università</i>	<i>Dipartimento L.240</i>	<i>IRD1 x w x 100</i>	<i>IRD2 x w x 100</i>	<i>IRD3 x w x 100</i>	<i>% Prodotti attesi sul totale struttura</i>	<i>IRFD x 100</i>
Calabria	n.d.	3,74994	0,00000	0,00000	4,45269	1,48498
Calabria	Biologia, Ecologia e Scienze della Terra-DiBEST	11,69973	5,59091	27,59295	8,11688	9,88942
Calabria	Chimica e Tecnologie Chimiche- CTC	13,13826	14,02666	17,93098	6,07607	10,26484
Calabria	Farmacia e Scienze della Salute e della Nutrizione	13,37082	2,87208	27,03049	6,67904	10,03142
Calabria	Fisica	14,24558	7,67718	15,13273	6,44712	9,25434
Calabria	Ingegneria Civile	7,60555	15,44546	8,11969	6,02968	6,74452
Calabria	Ingegneria Informatica, Modellistica, Elettronica e Sistemistica - DIMES	14,03553	23,68417	8,66177	7,42115	10,68167
Calabria	Ingegneria Meccanica, Energetica e Gestionale-DIMEG	8,62088	0,87304	7,43506	6,16883	4,72987
Calabria	Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio e Ingegneria Chimica	8,88036	13,16292	7,82905	5,70501	6,84176
Calabria	Lingue e Scienze dell'Educazione	4,36785	11,32658	11,65054	5,14842	5,36925
Calabria	Matematica e Informatica	4,80833	3,64158	9,45853	5,79777	3,97916
Calabria	Scienze Aziendali e Giuridiche- DiScAG	3,34964	4,86388	1,20726	6,35436	2,28812
Calabria	Scienze Economiche, Statistiche e Finanziarie-Di.S.E.S.F.	5,30425	2,00226	4,12243	5,38033	3,07064
Calabria	Scienze Politiche e Sociali	7,59549	1,93710	5,55355	7,37477	4,19434
Calabria	Studi Umanistici	13,82219	3,98927	32,00871	12,84787	11,17567

Estratto della tabella ANVUR_CRUI che riporta il voto standardizzato e l'indicatore IPR per tutti i dipartimenti dell'Università della Calabria

Dipartimento	voto standardizzato di Dipartimento	Top % stimato	Indicatore IPR suggerito
Matematica e Informatica	-1,989423814	>90%	-0,476672778
Biologia, Ecologia e Scienze della Terra-DiBEST	-2,179715441	>90%	-0,485360719
Chimica e Tecnologie Chimiche- CTC	-0,351230645	75%	-0,137292339
Farmacia e Scienze della Salute e della Nutrizione	0,199163049	50%	0,078932399
Fisica	1,973966833	5%	0,475807243
Ingegneria Informatica, Modellistica, Elettronica e Sistemistica - DIMES	1,608049286	10%	0,446087808
Ingegneria Civile	-0,844971048	90%	-0,300936498
Ingegneria Meccanica, Energetica e Gestionale-DIMEG	-0,68071999	90%	-0,251975657
Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio e Ingegneria Chimica	-0,394910681	75%	-0,153545596
Lingue e Scienze dell'Educazione	-3,229647381	>90%	-0,499380285
Scienze Aziendali e Giuridiche- DiScAG	-0,698045975	90%	-0,257425779
Scienze Economiche, Statistiche e Finanziarie-Di.S.E.S.F.	-1,41109022	>90%	-0,420890993
Scienze Politiche e Sociali	-1,119140734	90%	-0,368459948
Studi Umanistici	-2,148076975	>90%	-0,484146179

Estratto della tabella ANVUR_CRUI che riporta il voto standardizzato per i SSD del dipartimento di Fisica dell'Università della Calabria

SSD	# prodotti attesi per SSD	TOTALE prodotti attesi del dipartimento	# SV del dipartimento per SSD	voto standardizzato per SSD nel dipartimento	voto medio persone nazionale	sd voto persone
FIS/01	58	139	20	-0,38328042	0,86426014	0,28556815
FIS/02	7	139	3		0,79757683	0,35363562
FIS/03	13	139	5	1,10451515	0,87085406	0,25693212
FIS/05	3	139	1		0,8	0,35785798
FIS/06	3	139	1		0,61770833	0,37412562
FIS/07	41	139	14	2,522715048	0,71528279	0,37021461
GEO/10	3	139	1		0,66894977	0,3524357
M-PSI/01	3	139	1		0,62654321	0,36637641
MAT/07	8	139	3		0,55738255	0,40408929

Tabella 12.4 del rapporto finale della VQR per l'Università della Calabria

<i>Area</i>	<i># Soggetti assunti o promossi nel settennio</i>	<i>Categoria</i>	<i>Voto medio assunti o promossi nel settennio / Voto medio assunti o promossi nel settennio Italia ($R_{mobil. Italia}$)</i>	<i>Posizione nel segmento dimensionale</i>	<i>Voto medio assunti o promossi nel settennio / Voto medio Struttura ($R_{mobil. Struttura}$)</i>	<i>Voto medio assunti o promossi nel settennio / Voto medio Area ($R_{mobil. Area}$)</i>
1	27	Medie	1,00099	16° su 22	1,50312	1,29908
2	20	Medie	1,09396	12° su 20	1,02535	1,17802
3	30	Medie	0,97568	16° su 22	1,00110	1,05538
4	14	Medie	1,03977	11° su 17	1,02857	1,24311
5	39	Medie	0,90021	18° su 20	1,15629	1,05485
7	1	Piccole	-		-	-
8	36	Medie	0,93372	10° su 15	0,97544	1,04275
9	53	Medie	0,97891	15° su 23	1,02163	1,10534
10	52	Medie	0,92873	20° su 24	1,13445	1,00525
11	45	Medie	0,81354	20° su 26	1,00853	0,88796
12	24	Piccole	0,95216	12° su 22	0,99373	1,09355
13	53	Grandi	0,78276	27° su 36	1,36124	0,99105
14	34	Grandi	0,76245	15° su 15	1,08661	0,83410

Analisi SWOT relativa alla ricerca del dipartimento di Fisica

Punti di Forza - dipartimento omogeneo rispetto alla composizione degli SSD e agli obiettivi strategici comuni di sviluppo - gruppi di ricerca ben strutturati e riconosciuti a livello internazionale - buona collocazione del dipartimento nel panorama nazionale della ricerca - buona dotazione strumentale dei laboratori - progetti strategici già acquisiti per la realizzazione di infrastrutture di ricerca di interesse nazionale - Partecipazione a due dottorati di ricerca ben strutturati e con buona tradizione in aree tecnico/scientifiche multidisciplinari	Punti di Debolezza - obiettivi di ricerca a volte frammentati - numero di ricercatori in diminuzione a causa del mancato turnover, con conseguente riduzione della massa critica per la partecipazione a grandi progetti di ricerca quali quelli europei. - territorio regionale di riferimento debole dal punto di vista socio-economico
Opportunità - possibile disponibilità di fondi e di programmi speciali per le Regioni europee svantaggiate - possibile disponibilità a breve di infrastrutture di ricerca di interesse nazionale - utilizzo del metodo ANVUR_CRUI della VQR per le valutazioni comparative tra strutture - alto numero di abilitati e quindi possibili promozioni interne da ricercatore a professore associato e da professore associato a professore ordinario - partecipazione ai canali premiali proposti dal Miur come per le chiamate dirette	Minacce - utilizzo dei parametri R e X della VQR per le valutazioni comparative tra strutture piuttosto che il metodo CRUI-ANVUR - limitata validità dell'analisi per SSD in Fisica. Sarebbe meglio procedere con i Settori Concorsuali. - propensione dei gruppi di ricerca a perseguire obiettivi limitati alla propria area diretta di attività - tempi ristretti e criticità per il buon compimento di progetti complessi quali quelli previsti dal PON - A fronte dei futuri pensionamenti di docenti a breve, le risorse per l'ingresso di giovani ricercatori sono scarse o nulle. Non è possibile alcuna programmazione a questo fine.

**Linee di ricerca e gruppi di ricerca del dipartimento di Fisica
dell'Università della Calabria**

1. Fisica sperimentale delle alte energie/particelle elementari
2. Fisica teorica delle interazioni fondamentali
3. Astrofisica e plasmi
4. Biofisica molecolare
5. Fisica molecolare e della materia soffice
6. Fisica della materia condensata
7. Geofisica e sismologia
8. Sistemi complessi classici e quantistici
9. Spettroscopia elettronica di superficie
10. Nanoscienza di superficie

Denominazione Gruppo

FISICA TEORICA DELLE INTERAZIONI FONDAMENTALI

Componenti

Alessandro Papa (PA), Marco Rossi (RC), Domenico Giuliano (RC).

Laboratori

Laboratorio Calcolo particelle elementari

Ambiti di interesse scientifico

Il gruppo svolge la sua attività di ricerca nell'ambito della Fisica delle interazioni fondamentali, con particolare riferimento allo studio teorico (1) delle interazioni forti in un intervallo di scale di energia che va dalle masse adroniche alle energie raggiunte nei moderni collisori di particelle, (2) di sistemi integrabili e delle loro relazioni con teorie di campo supersimmetriche e teorie di stringa, (3) delle proprietà di sistemi correlati a bassa dimensionalità, come catene di spin, giunzioni Josephson, ecc. Il quadro concettuale comune a tutti e tre gli ambiti di ricerca elencati è fornito dalla teoria di campo quantistica, dalla meccanica quantistica dei sistemi a molti corpi e dalla meccanica statistica. Le tecniche di indagine includono sia il calcolo analitico, con un ruolo particolare svolto dagli approcci perturbativo, variazionale e di gruppo di rinormalizzazione, sia il calcolo numerico, inteso come simulazione su calcolatore di una teoria di campo discretizzata nello spazio-tempo oppure come messa a punto di programmi di calcolo algebrico e integrale.

Tutti i membri del gruppo sono anche associati all'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare.

SSD: FIS/02.

Rispetto alla classificazione ERC gli ambiti d'interesse dominanti sono i seguenti:

- PE2_1 Fundamental interactions and fields
- PE2_2 Particle physics
- PE2_3 Nuclear physics
- PE6_12 Scientific computing, simulation and modelling tools
- PE3_17 Statistical physics (condensed matter)
- PE3_18 Phase transitions, phase equilibria

Linee strategiche di ricerca

1. Primo confronto delle predizioni della teoria delle interazioni forti nel limite delle alte energie con i processi di produzione di getti di particelle al Large Hadron Collider (LHC).
2. Stima preliminare di parametri della linea critica della teoria delle interazioni forti nel piano temperatura - densità barionica.
3. Simulazione di sistemi magnetici quantistici con parametri regolabili tramite condensati atomici ultrafreddi.
4. Rivelazione di fermioni di Majorana in giunzioni di catene quantistiche di spin.
5. Studio della corrente Josephson in giunzioni superconduttive ibride.
6. Calcolo di dimensioni anomale di operatori composti in teorie di campo supersimmetriche usando tecniche di sistemi integrabili.
7. Studio di ampiezze di diffusione gluoniche in teorie supersimmetriche mediante tecniche di sistemi integrabili.

Obiettivi pluriennali (2014-2016)

8. Confronto ampio e sistematico delle predizioni della teoria delle interazioni forti nel limite delle alte energie con i processi di produzione di getti di particelle e di adroni identificati al Large Hadron Collider (LHC).
9. Comprensione dettagliata della linea critica della teoria delle interazioni forti nel piano temperatura - densità barionica, nella regione di basse densità barioniche (rilevante in cosmologia e nelle collisioni ultrarelativistiche tra ioni pesanti).
10. Studio e proposte di rivelazione sperimentale dei modi neutri di bordo negli stati Hall frazionari a filling 2/3 e 5/2.
11. Studio della dinamica di teorie di gauge relativistiche in metalli di Dirac e Weyl in presenza di interazione elettronica.
12. Studio dell'effetto Josephson anomalo in giunzioni ibride in presenza di interazione spin-orbita
13. Comprensione delle ampiezze di diffusione gluoniche in teorie supersimmetriche.

Attività di Terza Missione: Progetti, spin off, brevetti, collaborazioni con imprese, attività di cross-fertilization, di trasferimento della ricerca nella didattica, orientamento, divulgazione e outreach.

- Organizzazione con cadenza biennale del Workshop Internazionale "Diffraction", dedicato alla Fisica dei processi diffrattivi alle alte energie.
- Attività divulgativa e di orientamento per avvicinare i giovani alla fisica delle particelle elementari (Progetto Masterclasses).

Collaborazione con gli enti

- INFN

L'attività di ricerca del gruppo è inquadrata in progetti di ricerca INFN su scala nazionale, detti Iniziative Specifiche. Il gruppo partecipa alle Iniziative NPQCD (Non-perturbative QCD), QFT@COLLIDERS (Quantum Field Theory at Colliders), SFT (Statistical Field Theory), SEMS (Spectroscopies, Electron correlations, Modeling-. Simulations and Low-dimensional Systems), GAST (Gauge and String Theories). Il Responsabile del gruppo partecipa inoltre al Progetto Premiale MIUR denominato SUMA (SUper MAssive Computations in Theoretical Physics).

- CNR

DG è stato recentemente associato all'esperimento "SPIN" del CNR sulla tematica di "rivelazione di fermioni di Majorana emergenti in dispositivi ibridi superconduttore-sistema normale".

Collaborazioni esterne

Il gruppo ha stretto forti legami di collaborazione scientifica con altri Istituti e Università italiani e stranieri, tra i quali Budker Institute of Nuclear Physics e Sobolev Institute of Mathematics (Novosibirsk), Bogolyubov Institute of Theoretical Physics (Kiev), Universidad Autonoma (Madrid), Goethe Universität (Francoforte), Heinrich-Heine Universität (Duesseldorf), University of British Columbia (Vancouver), Università di Bari, Università di Bologna, Università di Pisa, Università di Torino. Dottorandi e borsisti afferenti al gruppo svolgono e/o hanno recentemente svolto parte della loro attività di ricerca presso uno di questi centri.

Denominazione Gruppo

FISICA SPERIMENTALE DELLE PARTICELLE ELEMENTARI

Componenti

G. Crosetti (PA), L. La Rotonda (PA), M. Schioppa (PA), E. Tassi (PA), M. Capua (RC), A. Mastroberardino (RC), G. Susinno (PE)

Laboratori

1. Assemblaggio rivelatori di particelle
2. Progettazione rivelatori di particelle
3. Camera pulita
4. Test camere
5. Calorimetria
6. Elettronica
7. CED Alte energie
8. Laboratorio radiazioni ionizzanti
9. Laboratorio di caratterizzazione rivelatori al silicio con sorgenti radioattive e laser

Ambiti d'interesse scientifico

Il gruppo svolge la sua attività di ricerca nell'ambito della Fisica Sperimentale delle interazioni fondamentali, nella progettazione, prototipizzazione, realizzazione, commissionamento, raccolta ed analisi dati di apparati sperimentali ai collisionatori di particelle LHC, DAFNE e HERA. Parallelamente è impegnato nello studio e sviluppo di nuovi rivelatori per la fisica fondamentale e per applicazioni industriali, per il monitoraggio ambientale e per la medicina.

Le attività di ricerca del gruppo hanno inoltre potenziali ricadute nei settori della fisica sanitaria e fisica dell'ambiente. Il gruppo è inoltre attivo nella realizzazione di un'infrastruttura di calcolo distribuito ad alte prestazioni a supporto delle esigenze di calcolo degli esperimenti al Large Hadron Collider (LHC), il collisionatore protone-protone di Ginevra, con importanti ricadute in altri ambiti scientifici e delle PMI.

Tutti i membri del gruppo sono anche associati all'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare.

Rispetto alla classificazione ERC gli ambiti d'interesse dominanti sono i seguenti:

- PE1_18 Scientific computing and data processing
- PE2_1 Fundamental interactions and fields
- PE2_2 Particle physics
- PE2_3 Nuclear physics
- PE6_12 Scientific computing, simulation and modelling tools
- PE7_11 Components and systems for applications in medicine, biology and the environment, etc.
- LS7_2 Diagnostic tools (e.g. genetic, imaging)
- LS7_10 Environment and health risks, occupational medicine.

SSD d'interesse del gruppo: FIS01, FIS04, FIS07.

Linee ricerca (al 2013):

1. Studio delle interazioni protone-protone con il rivelatore ATLAS presso l'acceleratore LHC del laboratorio CERN di Ginevra.
2. Studio della diffusione profondamente anelastica elettrone-protone con il rivelatore ZEUS presso l'acceleratore HERA del laboratorio DESY di Amburgo.
3. Studio delle interazioni elettrone-positrone con l'apparato KLOE-2 presso il collisionatore DAFNE dei Laboratori Nazionali di Frascati.
4. Studio di fisica in avanti dell'esperimento ATLAS (AFP project).
5. R&D per lo sviluppo di calorimetri adronici basati sul metodo del Dual Readout.
6. Partecipazione alle attività per lo sviluppo di rivelatori con tecnologia MicroMegas per l'upgrade dello spettrometro di muoni di ATLAS.
7. Studi di sciame prodotti da raggi cosmici di alta energia con apparati ground-based
8. Studio e caratterizzazione di rivelatori a pixel al silicio in tecnologia 3D per l'upgrade del tracciatore centrale di ATLAS.
9. Studio di rivelatori innovativi di neutroni resistenti alle radiazioni.
10. Studio di tecniche di misura di concentrazione di attività di gas radon in aria, in acqua e in materiali da costruzione.

ALTRI Dati nel triennio 2011-2013

- Numero di Tesi di dottorato = 1
- Numero totale pubblicazioni = 297 e somma totale di citazioni pari a 8011

- Numero di pubblicazioni con coautore affiliato ad ente estero= 8011
- Numero di pubblicazioni con coautore affiliato ad altro ente = 8011
- Fattore h = 39

Attività di Terza Missione: Progetti, spin off, brevetti, collaborazioni con imprese, attività di cross-fertilization, di trasferimento della ricerca nella didattica, orientamento, divulgazione e outreach.

1. Realizzazione di un'infrastruttura di calcolo distribuito ad alte prestazioni per la fisica delle particelle elementari e altre applicazioni scientifiche, con alte ricadute per le piccole e medie imprese (PON Re.Ca.S.).
2. Attività divulgativa e di orientamento per avvicinare i giovani alla fisica sperimentale delle alte energie (Masterclasses 2013, Progetto Lauree Scientifiche, Progetto Nazionale EEE) .

Obiettivi pluriennali 2014-2016

Storicamente attivo su vari fronti, il gruppo alte energie, per il triennio 2014-2016, in linea con le direttive dell'*European Strategy for Particle Physics*, intende continuare le collaborazioni internazionali e nazionali per rafforzare il lavoro di analisi dati e dare nuovo corso alle iniziative di sviluppo tecnologico legate allo studio di nuovi rivelatori per la fisica delle alte energie, con attenzione alle possibili ricadute di tali ricerche in altri settori strategici.

Upgrade di ATLAS

A due anni dall'annuncio della scoperta del bosone di Higgs, dopo la prima delle tre fasi di upgrade intese ad aumentarne il potenziale di scoperta, LHC sta per riprendere il secondo ciclo di attività sperimentali, che durerà tre anni, e che prevede il funzionamento dell'acceleratore a energia quasi doppia e a luminosità (frequenza di collisioni di particelle) ancora maggiore rispetto a prima.

Al fine di massimizzare il valore della luminosità (circa un fattore 10 rispetto al valore di progetto) fino ai limiti imposti dalla fisica e dalla tecnologia, LHC intraprenderà una successiva e ben più profonda fase di upgrade, intorno al 2020. La revisione radicale di un sistema così complesso e ottimizzato, che dovrà mantenere le attuali elevate prestazioni, richiede circa 10 anni ed è pertanto già iniziata.

Il gruppo continuerà ad essere coinvolto negli upgrade del tracciante centrale a Pixel e del primo piano di tracciamento in avanti dello spettrometro per muoni dell'esperimento ATLAS.

Analisi dati

Il prossimo triennio rappresenta una sfida senza precedenti per LHC sia per la possibile scoperta di nuova fisica che per il tentativo di dare soluzione ad alcuni dei problemi sperimentali rimasti sul tavolo dello SM: la massa dei neutrini, la bariogenesi (asimmetria materia-antimateria), la materia oscura. Si intende quindi intensificare le attività di ricerca e analisi dati già in corso sia nell'ambito delle grandi collaborazioni che in ambito applicativo, con particolare interesse per la fisica a LHC, con l'obiettivo di realizzare test sempre più stringenti delle predizioni del Modello Standard, caratterizzare le proprietà del bosone di Higgs e continuare la ricerca, intrapresa nel 2009, di particelle leggere neutre (denominate gamma-dark), anche con lunga vita media, previste da molti modelli teorici e capaci di mettere in comunicazione settori nascosti del nostro universo con quello "visibile". I gamma-dark sarebbero prodotti dal decadimento di particelle molto massive e si manifesterebbero in apparati sperimentali su macchine ad alta energia come jet di leptoni e/o mesoni leggeri. Questa ricerca che ha già prodotto pubblicazioni su riviste internazionali e proceedings a convegni di rilevanza mondiale, sarà estesa nel run-2 a masse del gamma dark sino a 10GeV e alla produzione associata con bosoni vettoriali.

Il gruppo sarà anche impegnato nella ricerca di decadimenti di bosoni di Higgs in coppie di particelle neutre massive a lunga vita media previsti da numerosi modelli di nuova fisica, in continuità con la ricerche già pubblicate su rivista internazionale e basate sui dati raccolti da ATLAS durante il Run1 di LHC.

La strategia di ricerca seguita durante il Run1, ovvero richiedere che entrambe le particelle neutre decadano nel calorimetro adronico di ATLAS, sarà migliorata includendo anche decadimenti nello spettrometro per muoni e nel tracciante centrale, massimizzando in questo modo le possibilità di scoperta.

Sviluppo di nuovi rivelatori

Durante la prima fase di upgrade, che si concluderà al termine del 2014, è stato completato con successo l'inserimento di un nuovo rivelatore di particelle, l'Insertable Barrel Layer (IBL), basato su Pixel di silicio, inserito a pochi centimetri dalla zona d'interazione, che permetterà di migliorare la qualità del parametro d'impatto per la ricostruzione delle tracce e quindi l'identificazione dei vertici di decadimento di particelle instabili prodotte nelle interazioni protone-protone. La tecnologia utilizzata per realizzare questo cilindro di 8 cm di diametro fatto da un mosaico di sensori al silicio e circuiti elettronici di lettura da 2x2cm², ognuno con 26000 pixel, si spinge oltre i limiti di quanto fatto finora e si basa in parte su rivelatori innovativi, i sensori al silicio 3D. Il gruppo di Cosenza partecipa alla collaborazione IBL e da diversi anni è attivo in diverse attività di R&D finalizzate all'upgrade del rivelatore a pixel di ATLAS. Dal 2014 partecipa alle attività dell' ATLAS Pixel R&D for HL-LHC e altri programmi nazionali ed internazionali congiunti ATLAS-CMS, i due principali esperimenti di LHC, finalizzati a condividere le importanti sinergie consentite dai molteplici punti in comune dei due principali esperimenti di LHC in vista dei futuri programmi di upgrade dei rivelatori al silicio.

In tal senso il gruppo collabora con il Dipartimento di Ingegneria Informatica, Modellistica, Elettronica e Sistemistica (DIMES) dell'Università della Calabria per la caratterizzazione elettrica di sensori al silicio 3D fabbricati da FBK e la progettazione di elettronica di lettura resistente alla radiazione e ha in programma di estendere la misura delle prestazioni dei sensori con radiazioni ionizzanti, impulsi laser e fasci di particelle.

A parte gli utilizzi nella fisica delle alte energie, si stanno studiando le possibili numerose applicazioni dei rivelatori al silicio 3D in altri ambiti, quali quello nucleare, ambientale, medico e biologico.

In collaborazione con l'Università di Trento, Padova e i Laboratori Nazionali di Legnaro, l'unità di Cosenza partecipa all'esperimento, finanziato dalla commissione V INFN, "HYDE, Hybrid Detectors for neutrons", finalizzato alla realizzazione di rivelatori ottenuti accoppiando un sensore 3D al silicio ad uno scintillatore polisilossanico, in modo da ottenere sistemi per imaging di neutroni lenti e veloci.

Gli scintillatori polisilossanici sono materiali di nuova generazione estremamente promettenti per la rivelazione di neutroni termici e veloci: dotati di elevata resistenza alla radiazione, flessibilità nella procedura di sintesi, economicità e buona Pulse Shape Discrimination, capacità fondamentale per distinguere i segnali dei neutroni veloci da quelli dei gamma, possono sintetizzare molecole organiche arricchite in boro (orto-carborano), proprietà che li rende particolarmente attrattivi per la rivelazione di neutroni termici.

I rivelatori ibridi HYDE sono realizzati inserendo lo scintillatore nelle cavità del rivelatore 3D, producendo un sistema capace di combinare la rivelazione dei prodotti di reazione dei neutroni mediante il sistema 3D, con la rivelazione della luce prodotta dallo scintillatore polisilossanico. Questa geometria permette di utilizzare volumi attivi più elevati e di realizzare un dispositivo valido per la rivelazione di neutroni di diverse energie ed in tal senso rappresenta un'assoluta novità. Sono in corso test di irraggiamento presso facility per neutroni (Legnaro, Praga) dei prototipi realizzati. I dati finora raccolti si sono rivelati molto promettenti e nel corso dei prossimi mesi verranno effettuate nuove misure.

Il lavoro del gruppo di Cosenza, responsabile della simulazione Monte Carlo del rivelatore ibrido, ha finora permesso la comprensione delle principali caratteristiche legate al rivelatore, quali l'efficienza e la geometria e in futuro contribuirà alla ottimizzazione della geometria del rivelatore.

Re.Ca.S.

Il data center Re.Ca.S. gestito secondo i paradigmi del grid e cloud computing, dovrà raggiungere un livello di affidabilità di esercizio tali da renderlo competitivo con i principali centri di calcolo nazionali.

Outreach

L'attività di outreach proseguirà con le iniziative di divulgazione e d'informazione presso le scuole secondarie (MasterClasses e Progetto Lauree Scientifiche) e con quelle di ricerca presso le scuole secondarie con il Progetto Nazionale EEE "La scienza nelle scuole". Quest'ultimo vede le scuole, coinvolte nel progetto, protagoniste attive, insieme a ricercatori professionisti, nella costruzione, installazione, messa in funzione, mantenimento, data taking ed analisi dati di un apparato sperimentale professionale per la rivelazione di raggi cosmici posto nella scuola stessa. Le ricerche coprono un ampio spettro di argomenti quali la fisica dell'atmosfera, l'attività solare, la produzione di sciame estesi, lo studio della composizione ed energia dei raggi cosmici primari, la produzione di muoni dall'interazione di neutrini con la materia della Terra, ecc.

Tra gli obiettivi principali è quello di continuare nel solco della tradizione di promuovere e fornire un percorso di alta formazione ai giovani. Lo studente può entrare in contatto con una realtà scientifica e tecnologica di primo livello ed inserirsi in una collaborazione internazionale per lavorare su aspetti di frontiera non solo della Fisica delle Particelle, ma anche in ambito applicativo.

Molti dei nostri ex-studenti sono impegnati come ricercatori nei più prestigiosi istituti mondiali oppure sono entrati nel mondo aziendale, grazie all'alta formazione ricevuta.

Motivazione e obiettivi per i prossimi anni

Si intende continuare e rafforzare l'attività di R&D per lo sviluppo di nuovi rivelatori rafforzando le sinergie e collaborazioni ai progetti di upgrade del rivelatore ATLAS previsti per i prossimi anni, tenendo comunque ben presente possibili ricadute in ambiti disciplinari diversi dalla fisica delle alte energie.

Rivelatori di radiazione e circuiti elettronici che richiedono un grado elevato di resistenza alle radiazioni sono oramai utilizzati in svariati settori: dalla ricerca fondamentale, Scienza dei Materiali, Scienze della Vita, satelliti per Astronomia e sonde per l'esplorazione spaziale) alle applicazioni spaziali commerciali (satelliti per telecomunicazioni, meteorologici, per navigazione e per telerilevamento), dall'avionica alla terapia (acceleratori per radioterapia oncologica) e diagnostica medica (equipaggiamento per imaging radiografico) per arrivare ad ambiti più tipicamente civili ed industriali (produzione di energia da combustibile nucleare, produzione di circuiti integrati).

In tal senso si intende rafforzare la collaborazione con il DIMES e l'Università e la sezione INFN di Trento, che da tempo lavorano in stretta sinergia con il centro microsistemi della FBK.

Non secondaria l'attività in campo sanitario ed ambientale rappresentato dalle attività di ricerca e analisi dati legati alle misure di concentrazioni di gas radon per cui sono in via di realizzazione collaborazioni internazionali.

Per ciascuno degli ambiti sopra menzionati si cercherà di inserire le attività del gruppo in nuovi progetti strategici internazionali con particolare riferimento alle calls europee previste dal programma Horizon2020.

Denominazione Gruppo

Astrofisica e Plasmi

Componenti (al 31.12.2013):

Pierluigi Veltri (PO), Vincenzo Carbone (PO), Francesco Malara (PA), Gaetano Zimbardo (PA), Leonardo Primavera (RC), Antonella Greco (RC), Fabio Lepreti (RC), Francesco Valentini (RC).

Laboratori

Laboratorio numerico di plasmi astrofisici

Ambiti di interesse scientifico

Oggi lo studio dell'Astrofisica viene fatto non soltanto con le tecniche di osservazione da terra, ma anche utilizzando satelliti artificiali ed è, quindi, possibile avere informazioni dirette sui processi fisici che avvengono nello spazio. Il gruppo di ricerca in Astrofisica del Dipartimento di Fisica dell'Università della Calabria si occupa di una serie di tematiche che possono essere sintetizzate in tre macrosettori: Astrofisica del sistema solare e plasmi, l'energia delle stelle sulla terra, Astrofisica cosmica ed extragalattica. Le principali metodologie di ricerca sono l'analisi dati, la simulazione numerica, e l'elaborazione di nuovi modelli teorici e concettuali. L'ambito di interesse scientifico rientra nell'Area Fisica, e coinvolge i seguenti SSD: Fis01, Fis03, Fis05, Fis06, Fis07. I settori ERC di riferimento sono riportati di seguito:

PE9_1 Solar and interplanetary physics

PE9_10 High energy and particles astronomy – X-rays, cosmic rays, gamma rays, neutrinos

PE9_15 Space Sciences

PE2_5 Gas and plasma physics

E10_8 Oceanography (physical, chemical, biological, geological)

Linee ricerca (al 2013):

Plasmi astrofisici in generale. Plasmi spaziali e del sistema solare: corona solare, vento solare, magnetosfere planetarie. Fenomeni di riconnessione magnetica, turbolenza nel vento solare e nella magnetosfera terrestre, trasporto normale e anomalo, accelerazione di particelle nei plasmi spaziali e astrofisici. Intermittenza, anisotropia, dissipazione e sincronizzazione di fase nella turbolenza del vento solare. Evoluzione e dissipazione di onde in plasmi disomogenei. Getti di plasma nella corona solare, instabilità di corrente, moto superdiffusivo dei punti brillanti. Fenomeni cinetici alla Vlasov, interazioni onda particella, dissipazione di energia alle scale cinetiche, cascata inversa e teoria dinamo. Plasmi di laboratorio: Reversed Field Pinch, trasporto anomalo, plasmi non neutri, confronto tra i plasmi di laboratorio e quelli astrofisici. Sistemi complessi, caos e dinamica nonlineare. Propagazione di onde tsunami nel mediterraneo. Astrofisica cosmica, supernovae, buchi neri, e gamma ray bursts. Questi linee di ricerca sono portate avanti in collaborazione con numerosi ricercatori stranieri, ad es., Statunitensi, Brasiliani, Inglesi, Francesi, Tedeschi, Spagnoli, Svizzeri, Austriaci, Russi, e Giapponesi. Queste linee hanno ottenuto finanziamenti nazionali ed europei tramite i seguenti Progetti:

1. **Turboplasmas, turbulent phenomena in space plasmas: boosting observations, data analysis and numerical symulations.** Progetto Europeo FP7 Marie Curie – People IRSES no. 269297. Partecipanti: Unibversity of Warwick (UK), Imperial College of london (UK), Universidad de Buenos Aires (Argentina), University of Delaware (USA), University of California, Berkeley (USA). Periodo di attività dal 1 settembre 2011 al 31 agosto 2015. Coordinatore: prof. Vincenzo Carbone.
2. **Geoplasmas, Dissipative Structures and Kinetic Processes in the Near Earth Plasmas,** Progetto Europeo FP7 Marie Curie - People IRSES no. 269198. Partecipanti:m Università della Calabria (Italy), the Oesterreichische Akademie der Wissenschaften - Institute fuer Weltraumforschung (Austria), the Space Research Institute of the Russian Academy of Sciences (Russia), the Tbilisi University (Georgia), and the Saint Petersburg University (Russia). Periodo di attività dal 1 aprile 2011 al 31 marzo 2014. Coordinatore: prof. Gaetano Zimbardo.
3. **Il Sole attivo ed i suoi effetti sul clima dello spazio e della Terra,** PRIN 2012P2HRCR, Coordinatore: prof. Vincenzo Carbone.
4. **Superdiffusive transport in space plasmas and its influence on energetic particle acceleration and propagation,** International Team no . 297 dello International Space Science Institute, Berna, Svizzera. Periodo di attivita' dal 2013 al 2015. Team leader prof. Gaetano Zimbardo.

Nel triennio 2011-2013 il gruppo di Astrofisica e Plasmi ha avuto la seguente produzione scientifica:

Pubblicazioni su riviste ISI del gruppo:	85
Sum of the Times Cited:	492
Sum of Times Cited without self-citations:	417
Citing Articles:	300
Citing Articles without self-citations:	259
Average Citations per Item:	6.11
h-index:	11
Relazioni su invito:	21

Obiettivi pluriennali (2015-2017)

Nel prossimo triennio le attività di ricerca saranno organizzate attorno a tre grandi problemi della fisica moderna, e cioè' la previsione delle perturbazioni spaziali, nota come SPACE WEATHER, il calcolo ad alte prestazioni per la simulazione di plasmi con parametri realistici, e lo sfruttamento e valorizzazione dei dati astrofisici e spaziali disponibili nei datacenters basati su Internet.

SPACE WEATHER: l'attività solare e' costituita da una serie di fenomeni che avvengono nella corona solare, e che perturbano lo spazio interplanetario con emissioni di massa coronale (CMEs), flussi di particelle ad alta energia (SEPs) e cambiamenti di polarità magnetica. La Terra viene pesantemente investita da queste perturbazioni, che possono causare seri danni ai satelliti artificiali, alle linee di distribuzione dell'energia elettrica, ai sistemi di telecomunicazione e posizionamento, ai voli civili e militari. A causa degli ingenti danni e dell'alto costo delle strutture tecnologiche coinvolte (GPS, LORAN, telecomunicazioni), le previsioni dello Space Weather sono attualmente l'obiettivo principale delle agenzie spaziali. Inoltre, tutto il comparto aeronautico nazionale ha necessità di dotarsi entro il 2017 di un sistema di allerta per fenomeni di space weather. A tale scopo, di recente si è costituito in Italia il coordinamento dei gruppi italiani di Space Weather (SWICO), che ha come presidente il prof. Vincenzo Carbone, e che vede anche la partecipazione dell'INGV e dell'Aeronautica Militare.

MISSIONI SPAZIALI: Il gruppo di Astrofisica e Plasmi partecipa in qualità di Co-Investigatore alla sonda Solar Orbiter dell'Agenzia Spaziale Europea (ESA), il cui lancio e' previsto per il 2017, e alla progettazione diretta della sonda interplanetaria THOR dell'ESA, nell'ambito della quale ha la responsabilità del coordinamento del team di simulazione numerica.

CALCOLO ad ALTE PRESTAZIONI: sia la previsione dello Space Weather che lo studio dei plasmi di laboratorio richiedono di calcolare in modo affidabile e su una griglia sufficientemente fitta i parametri del plasma. A tale scopo il gruppo di Astrofisica e Plasmi fa parte del Centro di Eccellenza sul Calcolo ad Alte Prestazioni (HPCC) dell'Unical. La modellizzazione della complessa dinamica nonlineare dei plasmi richiede un massiccio impiego di risorse computazionali e rappresenta, oggi, una delle più avanzate sfide scientifiche per l'intera comunità internazionale che si occupa di Plasmi Spaziali e/o di Laboratorio. Le simulazioni realizzate dai ricercatori del gruppo di Plasmi Astrofisici del Dipartimento di Fisica dell'UNICAL si spingono fino alla più avanzata frontiera nel campo della Fisica computazionale. Per la realizzazione di tali esperimenti numerici, si è reso necessario un massiccio utilizzo delle macchine parallele del CINECA. Recentemente, nell'ambito del progetto MATERIA, il Gruppo di Plasmi Astrofisici dell'UNICAL si è dotato di un super cluster parallelo (battezzato NEWTON), progettato e realizzato prevedendo la coesistenza di unità CPU e GPU. NEWTON lancerà il Gruppo di Plasmi Astrofisici nell'esplorazione delle più moderne tecniche di calcolo su GPU, che, sin dalla loro nascita, sono considerate il futuro del calcolo computazionale scientifico.

VIRTUAL OBSERVATORY FOR HIGH ENERGY ASTROPHYSICS: I gamma-ray bursts (GRBs), sono le esplosioni più energetiche dell'Universo. L'emissione nei raggi gamma (di durata tipicamente da qualche centesimo di secondo a poche ore) e' generata dalla esplosione generata dal collasso gravitazionale di stelle massicce o dalla fusione di due oggetti compatti (stelle di neutroni e/o buchi neri). Grazie alla loro luminosità estrema, i GRBs sono utilizzati per investigare l'universo locale e quello lontano, fino ad arrivare ai suoi albori. Osservazioni recenti mostrano che le galassie che ospitano gli eventi più vicini sono relativamente piccole, hanno un basso arricchimento chimico e un tasso di formazione stellare abbastanza elevato. A distanze più grandi invece i GRBs succedono anche in galassie più grandi e più mature. Le ragioni di questi risultati contrastanti sono l'oggetto del nostro interesse scientifico. Grazie alla grande disponibilità di dati astrofisici e spaziali sui database online, il concetto di Virtual Observatory (VO) e' stato sviluppato dalla comunità scientifica internazionale, e questo permetterà di espandere le attività di astrofisica delle alte energie presso il Dipartimento di Fisica. In particolare, è prevista la creazione di un Centro per l'Astrofisica (CfA) che curerà sia gli aspetti scientifici che quelli divulgativi dell'astronomia.

Le attività di ricerca del gruppo di Astrofisica e Plasmi sono perfettamente inserite nei suddetti obiettivi. In relazione agli obiettivi suddetti, si intende potenziare le seguenti linee di ricerca di frontiera:

1. *Studio congiunto della turbolenza e della riconnessione magnetica nei plasmi:* Alcuni dei fenomeni astrofisici più violenti avvengono nei plasmi naturali, quali corona e vento solare, magnetosfera terrestre, dischi di accrezione, dove in tempi brevissimi enormi quantità di energia vengono concentrate e dissipate per dar luogo ad emissione in tutto lo spettro elettromagnetico e ad accelerazione di particelle ad altissima energia. Questo obiettivo è finalizzato allo studio del problema del trasferimento di energia cinetica e magnetica dalle grandi alle piccole scale spaziali e alla sua

dissipazione sotto forma di calore, emissione elettromagnetica ad alta energia, e accelerazione di particelle. L'approssimazione numerica del sistema di equazioni integro-differenziali che governa l'evoluzione del sistema (in generale, l'equazione di Boltzmann accoppiata con le equazioni di Maxwell) viene realizzata attraverso la messa a punto di sofisticati algoritmi, progettati specificamente per sfruttare al meglio l'enorme capacità computazionale dei moderni super calcolatori paralleli.

2. *Space weather e problemi climatici*: L'estrema variabilità delle condizioni fisiche del Sole, che si sviluppa su una vasta regione di scale spaziali e temporali, è la sorgente primaria che determina i cambiamenti globali e locali all'interno dell'eliosfera e nello spazio vicino alla Terra. Il nostro obiettivo, in accordo con gli obiettivi primari di Horizon 2020, è di affrontare alcune delle principali questioni riguardanti la natura della variabilità dell'attività solare, compresi gli effetti sulla meteorologia spaziale ed il clima sulla Terra, attraverso l'analisi dei dati ottenuti da terra ed osservatori nello spazio, attraverso la costruzione di modelli teorici, e attraverso simulazioni numeriche dirette dei processi fisici di base. Si useranno i dati sia di progetti spaziali, come Solar Orbiter, Solar Probe e Proba-3, sia di progetti da terra, come il telescopio solare europeo e l'array di magnetometri EMMA. Inoltre il gruppo è coinvolto direttamente nella missione spaziale GRIPS della NASA, per la quale si sta occupando di TILDAE, uno strumento per la misura di velocità, temperatura e pressione in bassa mesosfera. Il gruppo parteciperà inoltre alla definizione di una piattaforma nazionale che andrà a sperimentare un sistema di allerta per fenomeni da space weather.

3. *Astrofisica cosmica ed extragalattica*: Le osservazioni astronomiche mostrano l'esistenza di un gran numero di sorgenti dalle proprietà fisiche strabilianti: gamma ray bursts, esplosioni di supernovae e resti di supernova. I modelli attuali di accelerazione dei raggi cosmici, basati sulla diffusiva shock acceleration, sono incapaci di spiegare alcune caratteristiche osservate come i tempi di accelerazione ai resti di supernova e lo spettro piatto delle "shell-type supernova remnant". Per spiegare tali osservazioni stiamo sviluppando un modello di accelerazione basato sul trasporto superdiffusivo, le cui predizioni saranno confrontate con le osservazioni. E' importante notare che i fenomeni di trasporto superdiffusivo sono osservati anche nei plasmi di laboratorio, e che dei progetti interdisciplinari con ricercatori europei sono già in corso.

Attività di terza missione:

Progetti europei: a) Turboplasmas; b) Geoplasmas.

PRIN: progetto Space Weather prof. Carbone.

Trasferimento della ricerca nella didattica: i corsi tenuti dai componenti del gruppo vengono costantemente aggiornati con i risultati principali della ricerca.

Divulgazione e outreach: Particolare cura sarà dedicata alle attività di divulgazione e "outreach": i membri del gruppo hanno una lunga e comprovata esperienza di divulgazione presso le scuole e presso il pubblico generale. Sarà creata una presentazione PowerPoint di tipo "tutorial" per le scuole, che sarà resa disponibile anche online in formato PDF. Sarà creato un sito web, all'interno di quello del gruppo, dedicato in particolare alle scuole e agli appassionati di astronomia e astrofisica. Sono in corso attività di divulgazione presso le scuole di Reggio Calabria e di Ciro.

Collaborazione con enti esterni: Non appena il planetario in costruzione presso la città di Cosenza sarà pronto per accogliere il pubblico, si stipulerà una convenzione col Comune di Cosenza per la gestione e il funzionamento scientifico del planetario. A tale scopo, si sta costituendo un comitato tecnico-scientifico comprendente docenti del gruppo di Astrofisica e rappresentanti delle istituzioni locali.

Denominazione Gruppo **BIOFISICA MOLECOLARE**

Componenti

Luigi Sportelli (PO); Rosa Bartucci (PA); Rita Guzzi (RC)

Laboratori

Laboratorio di chimica per la preparazione di campioni;

Laboratorio di risonanza magnetica di spin elettronico (spettrometri a 9 GHz operanti in onda continua e ad impulsi CW/FT-EPR, irraggiatore X);

Laboratorio di ottica (spettrofotometri, spettrofluorimetro e micro calorimetro differenziale).

Ambiti di interesse scientifico

Studio di proprietà fisiche e molecolari di vari biosistemi mediante tecniche spettroscopiche, sia magnetiche (spin label CW/FT-EPR) che ottiche (Fluorescenza, UV-vis), calorimetriche e di dinamica molecolare simulata. Spettroscopia EPR di materiali innovativi per la dosimetria clinica.

L'ambito della ricerca è quello della Fisica Applicata alla Biologia e, per i sistemi studiati, anche alla Biomedicina.

Classificazione ERC:

PE4_2 Spectroscopic and spectrometric techniques

PE4_11 Physical chemistry of biological systems

LS1_8 Biophysics (e.g. transport mechanisms, bioenergetics, fluorescence)

Linee ricerca (2013)

- Interazione proteine-ligandi.

Si studiano proteine di trasporto (albumina del siero umano e beta-lattoglobulina) interagenti con ligandi di interesse biomedico quali il resveratrolo (molecola nutraceutica antiossidante) e acidi grassi (fornitori di energia alle cellule). Gli studi sperimentali sono completati da dinamica molecolare simulata e docking. Collaborazione: UOS locale IPCF-CNR.

- Aggregazione di proteine.

Il folding e il misfolding di proteine è un campo di ricerca con interessanti ricadute applicative in ambito biomedico e agro-alimentare. In questa linea di ricerca sono caratterizzati i processi termici e cinetici di formazione di aggregati fibrillari di beta-lattoglobulina e di albumina del siero umano in diverse condizioni sperimentali. Le proprietà morfologiche degli aggregati sono analizzate con tecniche di microscopia a forza atomica. Collaborazioni: intra-università e UOS locale IPCF-CNR.

- Interazione lipidi-proteine.

All'interno di questa linea sono affrontati i seguenti argomenti di ricerca:

- associazione della proteina amiloide alfa-sinucleina, implicata in malattie neurodegenerative (quali morbo di Parkinson, morbo di Alzheimer e demenza a corpi di Lewy), con sistemi modello di membrane cellulari costituiti da doppi strati lamellari di lipidi anionici. Collaborazione: iNANO center, Università Aarhus, Danimarca;
- aspetti strutturali e dinamici della componente proteica della complessa membrana naturale di Na,K-ATPase. Collaborazioni: Università Aarhus, Danimarca e Max-Planck-Institute für Biophysikalische Chemie, Göttingen-Germania.

- Dinamica molecolare simulata di metallo-proteine.

Il confronto in simulazione tra l'azurina, metalloproteina con attività ossidativa, e due proteine chimeriche, ottenute mediante "fragment directed mutagenesis", ha permesso di determinare i fattori più rilevanti che influenzano la dinamica e la stabilità di queste biomolecole. Il progetto si inquadra nell'ambito del design di nuove metalloproteine dotate di proprietà specificamente guidate. Collaborazione: UOS locale IPCF-CNR.

- Dosimetria medica EPR.

Lo studio ha riguardato lo sviluppo e la caratterizzazione di materiale dosimetrico idrogel/inorganico a bassa densità da usare come fantoccio per la dosimetria EPR in radioterapia. Collaborazione: Università Trieste e dott.ssa A. Santaniello (professoressa a contratto, Dipartimento di Fisica, Università della Calabria).

Obiettivi pluriennali (2014-2016)

Si prevede di continuare ed estendere lo studio (seguendo sia l'approccio sperimentale che quello computazionale) delle linee di ricerca descritte sopra. L'attività sperimentale verrà integrata con l'utilizzo della spettroscopia IR grazie all'acquisizione di uno spettrometro FT-IR nell'ambito del progetto PON-MaTeRiA.

Per lo studio dell'*Interazione proteine-ligandi* si prenderanno in considerazione altri tipi di ligandi e biocarriers. Ci si propone di valutare l'efficacia di sistemi biocompatibili (quali proteine e sistemi modello di membrane biologiche anche funzionalizzate in superficie) come carriers di farmaci rispetto alla capacità di legare, immagazzinare e rilasciare componenti bio-attivi. Questa attività di ricerca si colloca nell'ambito del "drug-delivery". Collaborazioni: UOS locale IPCF-CNR; Università della California – Irvine; USA.

L'*aggregazione di proteine* verrà estesa a proteine modificate mediante glicazione con l'obiettivo di studiare gli effetti di alte concentrazioni di zucchero sulle proprietà funzionali e di self-assembly delle proteine. Questo aspetto ha implicazioni biomediche e biotecnologiche che riguardano da un lato patologie come il diabete e dall'altro problematiche inerenti le industrie di trasformazione degli alimenti. Collaborazione: ETH di Zurigo, Svizzera.

L'*Interazione lipidi-proteine* prevede i seguenti temi di ricerca:

- a) interazione tra alfa-sinucleina (in forma nativa e mutata geneticamente) e modelli di membrane neuronali. Gli obiettivi sono quelli di valutare la perturbazione indotta sulle membrane cellulari e di verificare che le membrane sono un template bidimensionale necessario per il ruolo fisiologico e tossicologico della proteina amiloide. Collaborazione: iNANO center, Università Aarhus, Danimarca;
- b) proprietà molecolari all'interfaccia e di bulk della componente lipidica dell' enzima Na,K-ATPase. Collaborazioni: Università Aarhus, Danimarca e Max-Planck-Institute für Biophysikalische Chemie, Göttingen-Germania.

Attività di Terza Missione

I componenti del gruppo partecipano ad attività seminariali, di divulgazione e di orientamento organizzate dal Dipartimento di Fisica e dall'Università della Calabria.

Richiesta deposito domanda di brevetto che è in procedura di stesura del testo:

"Materiale innovativo radiosensibile per la realizzazione di fantocci dei tessuti a bassa densità".

Proponenti:Università della Calabria

Cotitolarità: Università di Trieste, Dott. ssa A. Santaniello (Prof. a contratto Dipartimento di Fisica, Università della Calabria)

Denominazione Gruppo

FISICA MOLECOLARE E DELLA MATERIA SOFFICE (SOFT MATTER)

Componenti (al 31.12.2013):

Barberi Riccardo Cristoforo (PO), Bartolino Roberto (PO), Umeton Cesare Paolo (PO), Cazzanelli Enzo (PA), Cipparrone Gabriella (PA), Scaramuzza Nicola (PA), Versace Consolato Carlo (PA), Strangi Giuseppe (RC), Caputo Roberto (RC), De Luca Antonio (RC), De Santo Maria Penelope (RC), Pagliusi Pasquale (RC) e Golemme Attilio (PA): dal 2014

Laboratori

Ottica, Ottica veloce, Elasticità e instabilità, Ellissometria, Superfici ed Interfacce, Trattamento superfici, Scattering Luce e spettroscopie ottiche, Fotonica, Forza atomica, Microscopia elettronica, Diffrazione Rx, Chimica e produzione materiali in camera bianca classe 100, Raman, Applicazioni

Ambiti di interesse scientifico

L'attività di ricerca del gruppo (noto come Licryl, Liquid Crystal Laboratory) è dedicata allo studio della “soft matter”, allo sviluppo di nuovi materiali e alla loro caratterizzazione, allo studio delle loro proprietà, alle interazioni con campi esterni. Il termine “soft matter” o “materia soffice” nel nostro caso include i materiali disordinati o parzialmente disordinati e i fluidi tradizionali e ordinati: polimeri, cristalli liquidi, colloidi, materiali biologici, sistemi di nanoparticelle. Oltre alle proprietà di volume dei materiali, vengono investigate le proprietà di superficie sia nel caso di solidi che di liquidi (organico-biologico, organico-inorganico, biologico-sintetici). E' anche oggetto di studio la natura complessa di questi materiali e le loro interazioni con campi elettromagnetici e ottici, nonché molti aspetti collegati alla fotonica e alla fisica dei sistemi complessi.

Linee ricerca (al 2013)

Gli ambiti di interesse scientifico del gruppo sono focalizzate sulle aree: 1) materiali, 2) ottica e fotonica e 3) applicazioni

1. **SVILUPPO E CARATTERIZZAZIONE DI NUOVI MATERIALI:** cristalli liquidi, sistemi colloidali, nanoparticelle, polimeri, fotopolimeri Studio delle proprietà di superficie di cristalli liquidi, polimeri e nanoparticelle; Elettro-ottica e fotonica; Sistemi confinati e nanoscienza della materia soft e biologica; nano-imaging di sistemi soft, biologici e biocompatibili; microscopia e spettroscopia SFA (Surface Force Apparatus), AFM e STM; spettroscopia Raman. In particolare :
 - 1.1 **LIQUID CRYSTALS** Advanced dielectric and electric properties of classical and bent-core nematic liquid crystals; Ferroelectricity, Antiferroelectricity and flexoelectricity of liquid crystal mixtures;
 - 1.2 **POLYMERS** Polymeric nanocomposites with graphene and metal nanoparticles, Realization and characterization of photonic aperiodic structures with photo-polymerization technique. Polymer based Diffraction gratings, Polycrystalline Gratings and Polymer Matrix for Confinement and Alignment of Self-Organized Materials;
 - 1.3 **COLLOIDS** Chiral materials, chiral optics and chiral self-assembled solid microparticles and smart polymers; Plasmonic systems and polymers, nanoparticles and liquid crystals for metamaterials or for photonic applications
2. **OPTICS AND PHOTONICS** Lasing in photonic bandgap materials based on liquid crystals, polymers and fluorescent dyes; Holographic recording, microlens arrays in photosensitive soft materials; Polarization holograms, all optical manipulation. Advanced fluidodynamical instabilities, fluid systems mimic of quantum behaviour
3. **APPLICATIONS** Nanoscience and biomedicine for drug delivery and advanced biological tissues analysis ; Corneal tissue characterization and modelization; Nanomechanics and nanotribology of adhesive and lubricating protein layers; Raman spectroscopy for the characterization of solids, thin films, soft matter, as well as artifacts of cultural heritage, novel and smart materials for energy.

Queste linee hanno trovato finanziamenti nazionali ed europei tramite i seguenti Progetti:

- **ADVANCES IN OPTOFLUIDICS: Integration of Optical Control and Photonics with Microfluidics (ADOPTIOM)**, Progetto europeo COST MP1205. Periodo di attività dal 22 ottobre 2012 al 21 ottobre 2016. Sono coinvolti 29 paesi (AT, BE, CZ, DE, DK, EL, ES, FI, FR, HU, IE, IL, IS, IT, LT, NO, PL, PT, RS, SI, SE, TR, UK, BG, RO, AU, US, MX, UA) con più di 60 istituzioni accademiche e partners industriali. Coordinatore: prof.ssa Gabriella Cipparrone.
- **Progetto di Grande Rilevanza Scientifica** - 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**. (finanziato dal MAE).(01/01/2011-31/12/2013) 36 mesi. Coordinatore: prof.ssa Gabriella Cipparrone.

- **NANOGOLD** nanomateriali compositi autoorganizzati con proprietà ottiche ed elettriche presidente 2009-2012, call FP7-NMP-2008-SMALL-2, (C. Umeton) con 6 partner europei, coordinatore T. Sharf (Lausanne)
- **METACHEM**: “Nanochemistry and self-assembly routes to metamaterials for visible light”, 2009-2013, call FP7-NMP-2008-SMALL-2, con CNR-IPCF 9 partner europei, coordinatore. Ph. Barois del CNRS (coord. Italiano G. Strangi).
- **NANO-LASE Accoppiamento plasmone-guadagno in nanostrutture metallo-dielettriche: compensazione delle perdite verso azione laser**, PRIN 2012JHFYMC, Coordinatore, A. De Luca.
- **PLASMONICS IN SOFT MATERIALS**, progetto della Università Italo Francese (Bartolino) programma a livello dottorale con università di Troyes, Responsabile: R.Bartolino
- **EOARD** progetto finanziato dalla US Airforce per strutture di soft matter foto ed elettrocommutabili (2010-2015) (polycrystals 1 e2D con fabbricazione a singleo multistep
- **INERA** multifunctional nanostructures, Regpot 2012, coordinator A.Petrov (Sofia academy of sciences) , advisory board e mentor of action 4 N.Scaramuzza.
- **PLASMONICS IN SOFT MATERIALS**, finanziatore Università Italo Francese programma a livello dottorale con università di Troyes, Responsabile: R.Bartolino
- **BUILDING WITH DNA BRICKS: A combined experimental, numerical and theoretical study**, PRIN, Coordinatore: prof. Riccardo Barberi.

Attività di terza missione

- Sviluppo di dispositivi fotonici per la scienza della vita, sviluppo di sensori e biosensori, sviluppo di tecnologie per la diagnostica e la conservazione dei beni culturali.
- Progetti PON in collaborazione con imprese:
 - o PON01_01840 “microPerla”, Energie Rinnovabili e Micro-Cogenerazione per l’Agro-Alimentare;
 - o PON 01_00110 “Nanofthalm”, piattaforme nanotecnologiche innovative per il delivery di farmaci in oftalmologia;
- PON infrastrutture “MaTeRiA”, Materiali e Tecnologie per la Ricerca Avanzata e sviluppo e realizzazione della sorgente a raggi X STAR.
- Uno dei membri del gruppo di ricerca, prof. Riccardo Barberi, è stato delegato al trasferimento tecnologico del rettore dell’Università della Calabria dal 2002 al 2013, ha progettato e avviato l’incubatore di imprese Technest del campus dell’Unical ed è il principale coordinatore e animatore della Start Cup Calabria, la competizione di idee di impresa da ricerca che nel 2013 è giunta alla 5° edizione.

Collaborazione con altri enti Italiani

- Il gruppo ha delle collaborazioni strutturate e di lungo termine con
- **CNR** (istituzionale), **CNISM**(luce di sincrotrone), **INSTM** (materiali), **Accademia dei Lincei** (interdisciplinarietà con biologia), **LENS** (pinzette ottiche)

ALTRI Dati nel triennio 2011-2013

Numero di Tesi di dottorato = 16 di cui 6 stranieri, e 2 da altre università
 Numero totale pubblicazioni a nome Licryl = 90 (61 con impatto IF nel primo quartile della fisica applicata)
 Numero di pubblicazioni con coautore affiliato ad ente estero= 59
 Numero di pubblicazioni con coautore affiliato ad altro ente italiano = 62
 Citazioni senza autocitazioni 506 articolocitanti senza autocitazioni 336
 citazioni medie per articolo 6.28
 Fattore h = 13

Obiettivi pluriennali (2014-2016)

Il gruppo di ricerca si pone obiettivi ambiziosi, forse al di là di quelli di un normale gruppo di ricerca universitario, che ha tipicamente dimensioni ridotte, per cui occorre una breve premessa: il gruppo ha un rapporto di quasi totale embedding reciproco con una unità operativa del CNR (di provenienza INFM) ospitata presso il gruppo stesso: questo fa sì che questo gruppo “allargato” (la UOS CNR ha un organico numericamente e qualitativamente molto simile, con skills molto variati che vanno dai materiali alla biologia, dalla chimica alla ingegneria) ha una massa di ricerca “sovracritica” tale da poter aspirare nel suo complesso ad obiettivi ambiziosi che da una parte rinforzano la ricerca in atto e dall’altra trascendono la ricerca di ognuno dei ricercatori e si rivolgono ad alcune delle KET definite dalla Commissione Europea, ad es. nanotechnology, healthcare, security, TLC, ...

1) Rafforzamento della ricerca svolta nelle tre aree indicate. Il dato di partenza è che il gruppo, considerando la somma delle valutazioni ex ANVUR del VQR 2004-2010, ha raggiunto una posizione ben visibile nel panorama della Fisica della Materia (macrosettore 2B). Il primo scopo è ovviamente quello di mantenere questa difficile posizione, confermando quelle linee di ricerca più produttive che hanno portato alla valutazione attuale (se non idealmente esaurite): si prevede di continuare ed estendere lo studio di queste linee di ricerca, con un approccio prevalentemente

sperimentale, ma senza trascurare lo sviluppo di modelli teorici e computazionali e la verifica e valorizzazione delle possibili applicazioni. In particolare appare importante rafforzare il tipico approccio bottom-up di produzione e caratterizzazione di materiali soffici sempre più complessi nella loro strutturazione e con ordinamento parziale, ma ben definibile a priori. La caratterizzazione di questi materiali fa parte di una “routine” sofisticata che andrà comunque potenziata per seguire la complessità dei materiali (blending, mixing, linking, accostamento di: cristalli liquidi, polimeri, colloidali, nanoparticelle, nanoparticelle e superfici funzionalizzate, DNA liquido-cristallino, proteine, virus, etc).

Il nostro secondo interesse fondamentale è lo studio delle interazioni di questi sistemi con il mondo fisico a varie scale, partendo da quello strutturale nanoscopico, fino alle proprietà a range meso e macroscopico.

La misura della bontà di questa scelta si potrà effettuare quantitativamente verificando una produzione scientifica non inferiore a quella del periodo precedente, ma scommettiamo su un innalzamento della qualità.

2) Nel prossimo triennio il gruppo intende allargare i propri campi di intervento ad ambiti di ampio respiro con soggetti, molto diversi da quelli strettamente della fisica, con cui ha già iniziato collaborazioni seppur limitate. Riportiamo tre esempi.

SALUTE

Sotto questa voce potremmo raggruppare attività che rientrano nel paradigma Fisica Per La Medicina Traslazionale in cui gli approcci di tipo nanotecnologico-molecolare per trattare i materiali o le nanotecnologie per studiarli sono finalizzati a materiali di origine biologica o medica a fine diagnostici o terapeutici, includendo eventualmente una fase clinica. Tutte le competenze del gruppo saranno coinvolte per il drug delivery, la diagnostica molecolare, la terapia molecolare. La partecipazione allo sviluppo di STAR rientra in questo quadro. Queste attività saranno svolte con altri enti, ad esempio fondazioni operanti in ambito medico (vedere contatti pregressi con fondazione Bietti per l'oftalmologia come esempio), ma anche il CNR, l'IIT e la facoltà di medicina di Roma, con il suo stretto legame con la pratica clinica per problemi di plasmonica cellulare sia a scopo diagnostico che terapeutico. L'indicatore più chiaro di successo di questa attività sarà la stesura di protocolli specifici con almeno due degli enti citati nonché la pubblicazione di almeno tre pubblicazioni congiunte nel triennio.

SICUREZZA E SENSORISTICA

Questo è un altro campo in cui le competenze presenti saranno utilizzate in modo sinergico all'interno del gruppo e con forti collegamenti con enti leader del settore. Anche in questo caso la parola chiave è nanotecnologie, la funzionalizzazione molecolare bottom-up, che, insieme alle altre tecniche disponibili nel gruppo (ottiche, di superficie, spettroscopiche) dovranno offrire una piattaforma per permettere un salto in avanti alle tecnologie per la Tracciabilità, Autenticità e Certificazione. L'obiettivo scientifico/tecnologico è lo sviluppo di nuovi smart materials che forniscano su scala nanometrica un'impronta avente proprietà chimico fisiche tali da permettere l'identificazione univoca del componente del prodotto o dello stesso prodotto finito per garantire la sua autenticità. Sarà utile lavorare all'ottimizzazione dei processi di riconoscimento molecolari alle interfacce per la sensoristica chimica e biochimica. Un ulteriore obiettivo è l'avvio di una ricerca transdisciplinare su *cloaking* and *invisibility*, Si mira ad avviare almeno una ricerca suggellata da un accordo formale con uno degli operatori leader del settore e pubblicare almeno tre lavori su questi argomenti.

TELECOMUNICAZIONI

L'apporto che può dare il gruppo a questa piattaforma riguarda la formazione e la trasmissione di immagini ottiche di elevata complessità con metodologie all'optical. Anche in questo caso il problema sarà affrontato dalla “costruzione” di materiali funzionalizzati, con tecniche bottom-up di self assembling, che in questo caso prende le sembianze dell'ottimizzazione ed innovazione nei campi dell'optofluidica ed dell'optomeccanica attraverso l'interazione della chiralità della luce e/o la chiralità dei materiali e/o dei dispositivi (in stretta connessione con il CNR e con la facility Beyond Nano che ha proprio una sezione apposita). Il lavoro a livello nano e microscopico sui materiali ed i dispositivi ottici prevede anche la miniaturizzazione di dispositivi ottici mediante l'utilizzo di tecniche olografiche di polarizzazione accoppiate a materiali soffici funzionalizzati e compositi: materiali con strutture 1D, 2D, 3D; arrays di microlenti; generatori di fasci complessi e vettoriali; elementi innovativi per sensoristica e diagnostica. La parte terminale della ricerca in questa area prevede poi un intenso studio della diffrazione discreta in sistemi compositi di POLICRYPS e nanoparticelle per applicazioni alla nanofotonica. Il risultato si riterrà raggiunto se il numero di pubblicazioni, in questo settore, totale e qualificato su riviste al top 10% sarà aumentato di un punto percentuale rispetto al triennio precedente.

Public engagement

- Il gruppo di ricerca di fisica molecolare e della materia soffice “allargato” al corrispondente gruppo CNR, fortemente integrato per come già descritto, si impegna in una attività collaterale ma integrata e funzionale alle precedenti nel campo della messa in opera, lo sviluppo e l'utilizzo di una facility per attività locali, ma anche di respiro nazionale ed internazionale. Le attività sono fortemente integrate e tra gli obiettivi a medio termine quello più di rilievo è la messa in opera di una struttura di laboratori integrata a servizio della comunità scientifica e del territorio. Il progetto infrastrutturale del CNR “BeyondNano”, per esempio, è complementare con il programma MaTeRiA e insieme propongono la costituzione di un'infrastruttura di ricerca integrante le migliori competenze nel campo dei materiali avanzati e delle nanotecnologie. I prossimi anni vedranno la

sperimentazione di questo sistema e l'avvio in particolare del cuore di Materia che è costituito dalla sorgente di raggi X STAR.

Il gruppo intende essere un attore importante nello sviluppo e gestione di STAR sia per integrare e complementare le tecniche a raggi X della sorgente con quelle ottiche di Beyond-nano, ma anche in particolare, per progettare, far finanziare costruire e gestire una seconda beamline di Star che operi essenzialmente sui materiali di nostro interesse con finalità applicative e diagnostiche per la medicina ed i beni culturali: si tratta di un tomografo 3D operante ai bassissimi angoli e particolarmente adatto ad aggregati molecolari con coordinazione su grandi scale (materiali bio e reperti di interesse culturale).

La progettazione della macchina ed il suo finanziamento costituirebbero già un motivo di successo, ovviamente ottimizzato se costruita nel triennio.

- Partecipazione ai seminari divulgativi interni al Dipartimento
- Partecipazione al progetto “lauree scientifiche-fisica”
- Partecipazione al progetto “lauree scientifiche-scienza dei materiali”
- Attività di divulgazione scientifica nelle scuole superiori
- Organizzazione nel triennio di almeno un evento internazionale in un argomento posto tra gli obiettivi 1) ed uno tra quelli programmati in uno dei tre argomenti di cui agli obiettivi 2a,2b,2c

Denominazione del gruppo

FISICA DELLA MATERIA CONDENSATA

Componenti (al 31.12.2014)

Giovanni Falcone (PO), Daniela Pacilè (RC), Francesco Plastina (RC), Pierfrancesco Riccardi (RC), Antonio Sindona (RC), Marco Papagno (RTDA)

Ambiti di interesse scientifico

Il gruppo si occupa di molteplici aspetti nell'ambito della fisica della materia, sia sperimentale che teorica. Dal punto di vista sperimentale, si presta particolare attenzione alle eccitazioni elettroniche elementari nei solidi e nei materiali nanostrutturati, analizzate tramite tecniche di spettroscopie elettroniche indotte da fasci elettronici, ionici e luce di sincrotrone.

L'attività teorica riguarda le proprietà elettroniche e le eccitazioni collettive di materiali nanostrutturati, con particolare riguardo alla modellizzazione ab-initio dei risultati sperimentali, e lo studio dei fenomeni di correlazione e coerenza quantistica nella materia condensata e nei sistemi fuori dall'equilibrio termodinamico, studiati anche alla luce della teoria dell'informazione quantistica.

Progetti attivi

- **FIRB Futuro in Ricerca 2010 - PLASMOGRAPH:** Plasmons and terahertz device in graphene, RBFR10M5BT
- **PRIN 2010-2011 - GRAF** Frontiers in Graphene Research: understanding and controlling Advanced Functionalities
- **COST MP1209 Action** - Thermodynamics at the quantum scale.
- **CoDe** – Correlazioni quantistiche e Decoerenza – progetto regionale
- **PESCI** – Processi di Eccitazione elettronica e Scambio di Carica in Interazioni ioni-superfici – progetto regionale
- **PENC** - Processi Elettronici in Nanotubi di Carbonio – progetto regionale
- **SISMIC** - Simulazioni e Spettroscopie Elettroniche di Materiali Innovativi a Base di Carbonio – progetto regionale

Collaborazione con gli enti

Il gruppo ha delle collaborazioni strutturate e di lungo termine sia con l'INFN che con il CNR

- **INFN**
Le tematiche di ricerca inerenti la modellizzazione a principi primi di materiali nanostrutturati sono condotte in collaborazione con i laboratori nazionali INFN di Frascati, nell'ambito dell'iniziativa specifica denominata SEMS (Spectroscopies, Electron correlations, Modeling-. Simulations and Low-dimensional Systems) coordinata a livello nazionale dal dott. S. Bellucci e localmente dal dott. A. Sindona.
- **CNR**
Parte dell'attività di ricerca del gruppo è svolta in collaborazione con l'ISM-CNR di Trieste, diretto dal dott. C. Carbone. In particolare, il progetto FIRB-Futuro in Ricerca 2010 PLASMOGRAPH, coordinato localmente dalla dott.ssa D. Pacilè, prevede esplicitamente che parte delle attività sperimentali vengano svolte presso l'ISM-CNR di Trieste [studio delle proprietà elettroniche di grafene epitassiale cresciuto su metalli di transizione, mediante le tecniche *Angle Resolved Photoemission Spectroscopy* (ARPES) e *Scanning Tunneling Microscopy* (STM)].

Dati: tesi e pubblicazioni nel triennio 2011-2013

Numero di Tesi di dottorato = 2

Numero di Tesi di laurea = 13

Numero di pubblicazioni con coautore affiliato ad ente estero= 24

Numero totale pubblicazioni = 37

Attività del gruppo nel triennio 2011- 2013

- **Interazioni di ioni ed elettroni con solidi e materiali nano strutturati**
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 nanostrutturati. Si indagano i meccanismi fondamentali che determinano fenomeni di trasferimento di carica, 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.

- **Spettroscopia con luce di sincrotrone**

Tale attività ha riguardato lo studio sperimentale delle proprietà elettroniche e magnetiche di materiali funzionali, vale a dire composti con proprietà d'interesse tecnologico e applicativo. Le principali tecniche sperimentali utilizzate a tal fine hanno fatto uso di luce di sincrotrone come sonda per investigare le proprietà della materia. Abbiamo lavorato nel campo dei sistemi complessi, con maggiore enfasi allo studio delle eccitazioni elettroniche elementari, tramite la tecnica Angle-Resolved PhotoEmission Spectroscopy (ARPES). In particolare, ci siamo interessati alla verifica sperimentalmente dei meccanismi delle eccitazioni elementari che inducono nella materia una fenomenologia esotica come magnetismo su scala nanometrica, superconduttività ad alta temperatura, colossal magnetoresistance, charge-density wave, ordine di carica e di spin, fermioni di Dirac privi di massa.

- **Modellizzazione ab-initio di proprietà elettroniche di materiali nano strutturati**

Questa attività di ricerca è stata volta, da un lato, alla caratterizzazione elettronica delle proprietà di stato fondamentale di sistemi nanostrutturati a base di Carbonio e delle interfacce di tali sistemi con superfici metalliche; dall'altro, allo studio delle eccitazioni indotte su tali sistemi da perturbazioni elettromagnetiche o particellari. La prima indagine è stata condotta mediante metodi a principi primi che rimandano alla teoria del funzionale densità per sistemi periodici e per aggregati atomici e molecolari. La seconda analisi ha utilizzato metodi dipendenti dal tempo in teoria della risposta lineare. Nello specifico, ci si è occupati della determinazione della struttura degli stati elettronici occupati e vuoti di sistemi a dimensionalità ridotta quali il fullerene, i nanotubi a base di carbonio (a parete singola e multipla), il grafene. Abbiamo esaminato le proprietà elettroniche delle interfacce grafene-platino, cercando di mettere in evidenza il ruolo del legame chimico-fisico che rende possibile la produzione di grafene di alta qualità ed il suo trasferimento su dispositivi di interesse tecnologico.

- **Fenomeni quantistici coerenti nella materia**

L'attività principale ha riguardato lo studio teorico dei sistemi quantistici aperti, con particolare attenzione allo studio delle proprietà di processi ed ambienti non-Markoviani, in sistemi magnetici, gas di fermioni in trappola e in sistemi spin-bosone. Specificamente, si è studiata la relazione tra comportamento markoviano, transizioni di fase e catastrofe di ortogonalità in tali sistemi. Si è studiata, inoltre, la trasmissione di informazione quantistica attraverso catene di spin, volte a simulare il comportamento di registri di qubit accoppiati.

- **Attività di integrazione scientifico-culturale, di divulgazione scientifica, di orientamento e di intrattenimento educativo**

Il gruppo si è fatto promotore di attività di integrazione scientifica e culturale sia all'interno del dipartimento di fisica (tramite l'organizzazione di seminari interni) che nell'ambito dell'ateneo. In quest'ultimo contesto, componenti del gruppo hanno fatto parte del comitato scientifico che ha organizzato la serie di incontri di "Filosofia e Scienze" e pubblicato un volume con lo stesso titolo presso l'editrice Aracne. Infine, i componenti del gruppo hanno partecipato all'ideazione e alla conduzione del programma radiofonico di divulgazione scientifica "The sound of science", in onda con cadenza settimanale su Radio Ciroma FM 105.7.

Obiettivi pluriennali (2014-2016)

- **Interazioni di ioni ed elettroni con solidi e materiali nano strutturati**

Sulla base dei risultati ottenuti, continueremo lo 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. Continueremo, inoltre, 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.

- **Spettroscopia con luce di sincrotrone**

Obiettivo del gruppo è quello di continuare l'attività di ricerca intrapresa nell'ambito dello studio delle proprietà elettroniche di materiali a base di grafene, e al contempo di estendere le competenze acquisite a materiali affini, quali isolanti topologici e dicalcogenidi.

- **Modellizzazione ab-initio di proprietà elettroniche di materiali nano strutturati**

Utilizzeremo la teoria del funzionale densità dipendente dal tempo (in regime di risposta lineare) per analizzare le proprietà dielettriche di due prototipi di interfaccia grafene-metallo, quali l'interfaccia grafene-rame e quella grafene-nickel. Essi rappresentano due esempi notevoli di legame forte e debole, rispettivamente, tra gli stati p del grafene e gli stati d del substrato. Se le proprietà di stato fondamentale di tali sistemi sono state ben comprese, rimangono questioni aperte che riguardano le proprietà degli stati vuoti e le oscillazioni collettive di natura plasmonica indotte da fotoni o elettroni a bassa energia. Utilizzeremo metodi simili per caratterizzare nuovi materiali bidimensionali quali silicene, germanene, e fosforene. Ci occuperemo inoltre degli effetti di stato finale su tali materiali legati all'accensione di una lacuna di core. Prevediamo, infine, di poter analizzare le proprietà di trasporto di tali sistemi con metodi ibridi che rimandano all'equazioni di Shrödinger-Poisson e di Dirac-Maxwell.

- **Fenomeni quantistici coerenti nella materia**

Svilupperemo lo studio di sistemi quantistici fuori dall'equilibrio termodinamico, basandoci sulle relazioni di fluttuazione recentemente ricavate. Inoltre, studieremo gli effetti di impurezze localizzate in sistemi a molti corpi, continuando così l'analisi dei fenomeni di catastrofe di ortogonalità e singolarità di Fermi, già intrapresa nel triennio precedente. Infine, proseguiremo lo studio della dinamica di sistemi quantistici aperti e del controllo dei processi di decoerenza indotti dall'ambiente in sistemi di spin.

- **Attività di integrazione scientifico-culturale, di divulgazione scientifica, di orientamento e intrattenimento educativo**
 - All'interno del dipartimento, il gruppo continuerà la sua attività di promozione dei seminari interni rivolti sia ai componenti del dipartimento che agli studenti e ai dottorandi, e finalizzati sia all'orientamento degli studenti che alla promozione di scambi, integrazioni e collaborazioni scientifiche tra i ricercatori. Il gruppo continuerà a partecipare attivamente al progetto “lauree scientifiche-fisica”, condotto dal dipartimento, nonché a promuovere e ad effettuare attività di divulgazione (seminariale e dimostrativa) nelle scuole superiori della regione. In particolare, poiché con la riforma dei programmi di insegnamento della fisica nelle scuole superiori una attenzione molto maggiore è dedicata alla fisica moderna (e in special modo dalla meccanica quantistica), e poiché il gruppo ha esperienze di ricerca e didattica sia sulle questioni fondamentali della meccanica quantistica che sulle sue applicazioni alle nano-tecnologie e alla teoria dell'informazione, si ritiene importante incrementare l'attività nelle scuole con esplicito riguardo a questi temi.
 - Il gruppo si propone, inoltre, di mantenere ed eventualmente estendere le collaborazioni con operatori economici ed enti locali per attività laboratoriali e di divulgazione. In particolare, il gruppo intende promuovere attività di divulgazione e di intrattenimento educativo sul territorio, mediante collaborazione con cooperative sociali che gestiscono la “Città dei Ragazzi” di Cosenza.

Progettualità

- Nei prossimi due anni si continueranno e porteranno a compimento le attività di ricerca nell'ambito dei progetti europeo (COST MP1209), nazionali (FIRB e PRIN) e regionali (CoDe, Pesci), ai quali il gruppo già partecipa.
- In generale, nel triennio 2014-2016 si cercherà di mantenere il livello attuale di progettualità in ambito europeo, nazionale e regionale, partecipando a bandi nell'ambito del programma Horizon 2020, e a quelli MIUR e regionali che verranno emanati.

Ricadute della ricerca sulla didattica

- Alla luce dell'attività di ricerca svolta nell'ambito della teoria quantistica dell'informazione, riteniamo di poter iniziare ad introdurre l'interpretazione della meccanica quantistica in termini di informazione e lo studio di alcuni esempi semplici nell'ambito dell'insegnamento di “Introduzione alla fisica teorica” (per il terzo anno del corso di laurea in Fisica).
- Grazie all'attività di ricerca svolta nell'ambito della termodinamica “di fuori-equilibrio”, riteniamo di poter inserire alcuni argomenti ed esempi elementari di sistemi fuori dall'equilibrio termodinamico nell'insegnamento di “Meccanica statistica” (per il secondo anno del corso di laurea in Fisica).

Public engagement

- Organizzazione di seminari interni al Dipartimento con cadenza mensile
- Incontri divulgativi di Ateneo “Filosofia e Scienze”, e pubblicazione di un volume dallo stesso titolo presso l'editrice Aracne
- Partecipazione alla conduzione del programma radiofonico di divulgazione scientifica “The sound of Science” in onda con cadenza settimanale su Radio Ciroma FM 105.7
- Coordinamento di una serie di seminari divulgativi (Journal Club) con cadenza bisettimanale nell'ambito della scuola di dottorato “Scienze e Tecnologie Fisiche Chimiche e dei Materiali”
- Partecipazione al progetto “lauree scientifiche-fisica”
- Attività di divulgazione scientifica nelle scuole superiori
- Collaborazione con cooperative sociali che gestiscono la “Città dei ragazzi” di Cosenza con l'obiettivo di promuovere attività di divulgazione e di intrattenimento sul territorio.

Denominazione Gruppo **SISMOLOGIA E GEOFISICA**

Componenti (al 31.12.2014)

Ignazio Guerra (PO)

Laboratori

Laboratorio di Sismologia e Geofisica (Cubo 12B)

Ambiti di interesse scientifico

L'esistenza all'UniCal di un gruppo di ricerca in Sismologia fu prefigurata dai suoi fondatori con l'evidente intenzione di sviluppare una linea di ricerca strettamente connessa alle problematiche intrinseche del territorio, come quelle derivanti dall'elevato livello di rischio da terremoti al quale esso è notoriamente esposto. In effetti ai sismologi chiamati da altre sedi veniva esplicitamente affidato il compito della creazione di un sistema locale di monitoraggio sismografico, che costituiva all'epoca uno degli obiettivi centrali delle istituzioni operanti nel settore delle scienze della Terra nell'area di Rende. Esso resta tuttora un obiettivo valido sia per la sua valenza intrinseca, sia per la capacità di attrarre sul territorio calabrese l'attenzione di studiosi italiani e stranieri grazie alla specificità dei suoi problemi geologici. Tuttavia, non essendosi realizzate condizioni per un migliore sviluppo del settore geofisico, l'ambito di interesse scientifico resta sostanzialmente quello della sismologia sperimentale, anche se nel corso del tempo non sono mancate (e ancora non mancano) escursioni in settori prossimali, come quelli della sismica attiva, dello studio delle emanazioni fluide dai suoli, delle deformazioni della crosta terrestre, della risposta di sito, ecc.

Linee ricerca (al 2013)

Sismotettonica. Si tratta dello studio delle caratteristiche meccaniche e geometriche della parte più esterna della Terra solida e delle loro relazioni con i fenomeni tettonici. Strumento principe per i suoi aspetti geofisici sono le reti sismografiche in quanto i terremoti fungono da sorgenti di energia cinetica la cui trasmissione è condizionata dai parametri geometrici ed elastici della materia attraversata.

Geodesia. Con questo termine si indicava fino a tempi molto recenti il capitolo della fisica matematica avente per oggetto lo studio della forma della Terra (e quindi dell'andamento del suo campo gravitazionale). Con l'introduzione di tecniche satellitari per il monitoraggio delle variazioni nel tempo delle coordinate di prefissati punti, lo stesso termine è passato ad indicare anche lo studio delle deformazioni della crosta terrestre. I legami con la sismotettonica sono evidenti. Il Gruppo di Geofisica partecipa attivamente allo sviluppo di reti di monitoraggio ed alle ricerche connesse.

Gravimetria. L'andamento del campo gravitazionale dipende dalla distribuzione spaziale delle masse che compongono la Terra. In aree sismicamente attive, caratterizzate quindi da spostamenti di massa, è lecito attendersi variazioni di g. Inoltre, la risposta locale della crosta terrestre (maree solide) possono fornire informazioni sulle caratteristiche anelastiche della litosfera. Dal 2011 è attiva all'UniCal una stazione gravimetrica e clino-metrica a registrazione quasi-continua.

Obiettivi pluriennali (2014-2016)

Attualmente il gruppo è impegnato:

- a) in un progetto (scadenza 30.4.2015) che rientra nella convenzione Dipartimento Nazionale Protezione Civile – INGV;
- b) nel progetto PON MASSIMO (scadenza 31.5.2015)

La sua collaborazione viene ancora richiesta dai colleghi del Lamont-Doherty Earth Observatory (Columbia Univ., New York) col quale il Dipartimento di Fisica ha stipulato anni orsono un protocollo di intesa, i quali stanno preparando un ulteriore progetto da presentare alla loro National Science Foundation.

La continuità del lavoro a medio termine presenta criticità per l'attuale mancanza di risorse per il turnover necessario al mantenimento del gruppo di ricerca.

Divulgazione scientifica

A questa attività il gruppo ha dedicato parecchie energie, non solo rispondendo sempre positivamente alle richieste intercettate sul territorio e partecipando a tutte le iniziative promozionali dell'Ateneo, ma anche facendosi promotore e sostenitore di progetti che hanno portato ad accordi formali tra Dipartimento di Fisica ed istituzioni scolastiche ed amministrative. Al momento abbiamo una stazione sismica presso il Liceo Scorza di Cosenza, che ha beneficiato anche dell'assistenza per l'attivazione di una stazione meteorologica. Nell'ambito di un accordo col Comune di Cosenza sull'home page del Comune è comparso per oltre un anno un link alle informazioni meteo dello Scorza in cui era presente anche il logo dell'Ateneo.

Denominazione Gruppo

MODELLAZIONE DI SISTEMI COMPLESSI CLASSICI E QUANTISTICI

Componenti

Eleonora Bilotta (PO), Pietro Pantano (PO), Giuseppe Alì (PA), Roberto Beneduci (RC)

Laboratori

- Laboratorio di Psicologia e scienze cognitive;
- Laboratorio di Modellazione, Simulazione e Visualizzazione di Fenomeni Complessi

Ambiti di interesse scientifico

Gli ambiti di interesse scientifico riguardano in generale la modellazione di sistemi classici e quantistici, naturali e artificiali, con particolare riferimento ai seguenti argomenti:

- Sistemi complessi,
- Fenomeni di trasporto,
- Aspetti fisico-matematici e fondazionali della meccanica quantistica,
- Scienze cognitive,
- Matematica industriale,
- Tecnologie Educative e aspetti avanzati dell'interazione uomo-computer.

Linee strategiche

Le linee strategiche perseguite dal gruppo nel periodo 1/1/2013 – 31/12/2013 hanno riguardato sia obiettivi di carattere teorico e fondazionale che applicativo e/o di trasferimento della ricerca in ambito didattico e industriale.

In particolare la ricerca teorica/fondazionale ha riguardato i seguenti contesti:

- Human brain dynamics/Theoretical neuroscience,
- Sistemi dinamici continui e discreti,
- Modellazione di fenomeni di trasporto in nuovi materiali per applicazioni in elettronica,
- Meccanica quantistica nello spazio delle fasi, fisica quantistica operativa ed applicazioni alla teoria dell'informazione quantistica.

Il risultato è stato la produzione di 9 articoli (4 rb, 3 eb & pp, 2 ga), 5 atti di convegni (3 eb & pp, 2 eb et al.), 1 capitolo libro (eb & pp e al.), 4 report (sui progetti europei).

Per quanto riguarda i contesti applicativi e le ricadute della ricerca le linee strategiche di intervento hanno riguardato:

1) la matematica industriale,

dove il gruppo di ricerca è stato attivamente impegnato in progetti di ricerca industriale nell'ambito della micro e nano elettronica collegati alla Piattaforma Tecnologica Europea ENIAC e finanziati dall'UE. In particolare coordina l'unità locale dei seguenti progetti

- A) Last-Power, (Large Area silicon carbide Substrates and the Teroepitaxial GaN for POWER device applications)
- B) ERG - ENERGY FOR A GREEN SOCIETY: FROM SUSTAINABLE HARVESTING TO SMART DISTRIBUTION. EQUIPMENTS, MATERIALS, DESIGN SOLUTIONS AND THEIR APPLICATIONS.
- C) E2SG - ENERGY-TO-SMART-GRID.

Inoltre, uno dei membri del gruppo coordina le attività del Centro di Modellazione, Simulazione e Visualizzazione Scientifica, nell'ambito del progetto Materia, finanziato sui fondi PON_Infrastrutture.

2) Cross-fertilization,

L'attività del gruppo si è esplicata principalmente nella promozione di un dottorato di ricerca dal titolo "Dottorato in Scienze e Ingegneria dell'Ambiente, delle Costruzioni e dell'Energia", il cui obiettivo è la creazione di un contesto d'alta formazione multidisciplinare per lo sviluppo di competenze avanzate dei giovani ricercatori dove conseguire un'integrazione di metodi, strumenti e approcci concettuali tra le varie aree disciplinari, favorendo il trasferimento tecnologico dei risultati della ricerca. Il dottorato di ricerca, la più grande struttura di Alta Formazione dell'Ateneo, con 37 iscritti al XXIX ciclo (ciclo di attivazione), dei quali oltre il 30% stranieri, ha come coordinatore e vicecoordinatore due membri del gruppo di ricerca.

3) Trasferimento della ricerca nella didattica

In questo contesto il gruppo è attivamente impegnato. In particolare:

- a) nell'ambito dell'Alta Formazione, sta portando avanti un progetto formativo per lo sviluppo di processi di metacognizione avanzata (problem solving, decision making, high order cognitive skills), integrando metodi psicometrici, bisogni formativi dei dottorandi e attività per lo sviluppo della creatività;

- b) Nell'ambito delle lauree di base e specialistiche con laboratori per l'acquisizione di know-how disciplinare avanzato, soprattutto riguardante le scienze cognitive, con la realizzazione di setting sperimentali, con test iniziali, fase sperimentale, ritest per lo studio di alcune funzioni cognitive quali processi di apprendimento, comprensione, memorizzazione, estrazione di informazioni salienti, con differenti gruppi sperimentali;
- c) Nell'ambito delle Matematiche di base, ripensando a metodologie e contenuti e adeguando i corsi alle nuove necessità formative degli studenti, con elementi da integrare nei percorsi di insegnamento quali l'apprendimento di strumenti avanzati di calcolo scientifico, entrati ormai nella prassi. Inoltre sembra sempre più difficile concepire corsi di Matematica di base completamente scollegati sia dai contesti applicativi delle Lauree Scientifiche e Tecnologiche che dai nuovi modelli e scoperte scientifiche. In linea con i principali trend internazionali, grandi sforzi andranno fatti in questa direzione. Questo ha comportato la ristrutturazione dei corsi Analisi Matematica II, Geometria e Matematica Applicata, delineando percorsi unitari nell'insegnamento della Matematica con l'integrazione dei Metodi e degli strumenti anche in altri corsi della laurea magistrale e specialistica.
- d) Nell'ambito del trasferimento delle buone pratiche scientifiche nelle scuole attraverso formazione degli insegnanti della scuola dell'infanzia e primaria attraverso modelli scientifici che prevedono l'osservazione sistematica del comportamento dei soggetti, la realizzazione di setting sperimentali con gruppo sperimentale e gruppo di controllo, test e ri-test.

Obiettivi pluriennali 2014-2016

Il gruppo intende continuare le ricerche teoriche negli ambiti di riferimento già citati, eventualmente cercando di migliorare il già importante risultato raggiunto nella VQR precedente, che vede la R+X del gruppo superiore a 2.8.

In particolare, le tematiche teoriche/fondazionali di maggior rilievo saranno:

- Human brain dynamics/theoretical neuroscience,
- Sistemi dinamici continui e discreti
- Modellazione di fenomeni di trasporto in nuovi materiali per applicazioni in elettronica,
- Meccanica quantistica nello spazio delle fasi, fisica quantistica operativa ed applicazioni alla teoria dell'informazione quantistica,
- Modellazione di processi linguistico-cognitivi con strutture quantistiche.

Per ciò che riguarda i contesti applicativi e la valorizzazione della ricerca si intendono continuare le linee già perseguite. In particolare

- A) Per quanto riguarda la ricerca industriale, si continuerà a lavorare sui progetti europei sia legati al contesto di Horizon 2020 che su progetti di rilevanza nazionale e regionale. In particolare si stanno sviluppando progetti nell'ambito della diffusione delle competenze scientifiche STEAM, con il coinvolgimento di varie istituzioni scolastiche e progetti europei sulle stesse linee di azione.
- B) Accanto a questi aspetti si incrementeranno le convenzioni e le collaborazioni. Con l'avvio di convenzioni con l'ASP di Cosenza si prevede la realizzazione di setting formativi per soggetti disabili adulti attraverso l'uso delle tecnologie educative metodi per analizzare in malattie neurodegenerative e /o disabilità mentali gravi per trovare il finger-print neurologico attraverso analisi sistematiche di dati di brain imaging (MRI e fMRI).
- C) Le attività nell'ambito della cross-fertilization saranno ulteriormente rafforzate, continuando il lavoro nell'ambito del già citato dottorato di ricerca. A queste attività si affiancherà il lavoro con gruppi che si interessano di modellazione, simulazione e visualizzazione, soprattutto nell'ambito del consorzio interuniversitario ECONA e con il CNR_ITM di Cosenza, con i quali si incrementeranno i rapporti e le collaborazioni scientifiche.
- D) Il gruppo di ricerca continuerà a lavorare nei corsi di laurea per la matematica di base, soprattutto attraverso l'utilizzo di tecnologie scaffolding, che aiuteranno gli studenti a ragionare in modo integrato.
- E) Il trasferimento nelle scuole dell'obbligo (infanzia e primaria) potrebbe di grande impatto, per la modernizzazione di abilità e competenze dei maestri all'interno di un approccio scientifico.

Denominazione Gruppo

SPETTROSCOPIA ELETTRONICA DELLE SUPERFICI

Componenti

Elio Colavita (PO); Gennaro Chiarello (PA); Raffaele Giuseppe Agostino (PA); Vincenzo Formoso (RC); Tommaso Caruso (RC);

Denominazione Laboratori

- Laboratorio di Spettroscopia Vibrazionale;
- Laboratorio di Idruri Metallici (MHES);

Ambiti di interesse scientifico/Linee ricerca (al 2013)

Attività principale del gruppo di ricerca SPES del Dipartimento di Fisica dell'Università della Calabria 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 lo studio di superfici e di interfacce. L'indagine si esegue con spettroscopie elettroniche (HREELS, XPS, UPS, AES), con microscopie a scansione (SEM, TEM, AFM, STM) e con tecniche termodinamiche per la valutazione dell'adsorbimento. Alcuni studi richiedono la luce di Sincrotrone per cui il Gruppo esegue attività sperimentale anche presso il Sincrotrone ELETTRA di Trieste. Il Gruppo è coinvolto nella costruzione presso UNICAL di una sorgente avanzata di Raggi X - STAR (Southern Europe Thomson Back-Scattering Source for Applied Research) basata sulla retrodiffusione di Thomson. STAR è frutto di un progetto congiunto CNISM-UniCal e sarà usata, in prima istanza, per eseguire studi di micro tomografia su sistemi utilizzando materiali innovativi. Il gruppo svolge la sua attività di ricerca nell'ambito della fisica sperimentale delle Superfici e in particolare nei seguenti campi:

1) Interazione di atomi e molecole con superfici solide:

L'adsorbimento di atomi e molecole su superfici di monocristalli metallici, di leghe bimetalliche, di Isolanti topologici (Bi_2Se_3 , Bi_2Te_3 , Sb_2Te_3 etc) e di strati di grafene è studiato tramite differenti tecniche sperimentali quali: HREELS, LEED, AES e tecniche fotoelettroniche (UPS-XPS) con luce di sincrotrone. Questi studi riguardano sia le proprietà fisiche fondamentali che le proprietà applicative. Infatti, lo studio dei fenomeni di interazione gas-solido è di interesse per lo sviluppo delle celle a combustibile ad idrogeno, per le reazioni di produzione e di stoccaggio dell'idrogeno e in generali per tutti i fenomeni di catalisi eterogenea.

2) Plasmoni e Fononi in Grafene e Isolanti Topologici:

Le proprietà collettive come i plasmoni in materiali avanzati quali strati di grafene depositati su superfici metalliche o in Isolanti topologici rivestono una straordinaria importanza per lo sviluppo di dispositivi nel THz (plasmonica e spintronics). Il gruppo è impegnato da tempo nello studio sperimentale delle proprietà elettroniche collettive (plasmoni) di questi materiali. Accanto alle proprietà elettroniche collettive si studiano anche le proprietà vibrazionali collettive (fononi) che sono alla base delle proprietà di trasporto.

3) Adsorbimento di gas in materiali nanostrutturati

Gli aspetti di base e applicativi dei processi di adsorbimento fisico di sistemi di interesse nel campo della conversione e stoccaggio dell'energia sono affrontate attraverso lo studio delle isoterme di adsorbimento di gas (idrogeno, metano, CO_2 , ...) in combinazione con la caratterizzazione morfologica di materiali microporosi a base di carbonio. L'obiettivo è, infatti, trovare la correlazione fra la morfologia e la composizione delle superfici interagenti con le proprietà termodinamiche dei sistemi studiati. Le collaborazioni nazionali ed internazionali nel campo hanno portato ad alcuni interessanti risultati, ad esempio, sull'uso di carboni ad alta superficie specifica da noi sintetizzati per la condensazione controllata di metano.

4) Studio di coloranti su superfici di ossidi conduttivi.

Le proprietà elettroniche delle superfici di ossidi sono state studiate attraverso tecniche di spettroscopia elettronica. In questo modo, anche attraverso l'uso della spettroscopia foto-elettronica in risonanza, si è potuto mettere in relazione lo stato chimico superficie di ossido di titanio con le proprietà elettroniche di tre di molecole coloranti depositate sugli stessi. Per esempio, la struttura elettronica del sistema porfirine su ossido di titanio evidenzia una forte dipendenza della localizzazione delle lacune nella banda di conduzione in rapporto alla specifica condizione di deposizione del sistema stesso. Questi studi di base, portati a termine in collaborazione con altri gruppi di ricerca nazionali presso le facility di luce di sincrotrone, aprono interessanti prospettive nella comprensione dei meccanismi di base nella conversione fotovoltaica in cellule di tipo Graetzel.

In sintesi, le linee di ricerca di base su cui il gruppo è impegnato sono:

Classificazione ERC	Descrizione
<i>PE3_4 Electronic properties of materials, surfaces, interfaces, nanostructures, etc.</i>	<i>Studio delle proprietà elettroniche di sistemi bidimensionali (grafene) e isolanti topologici</i>

<i>PE3_2 Mechanical and acoustical properties of condensed matter, Lattice dynamics</i>	<i>Fononi in materiali a bassa dimensionalità</i>
<i>PE3_9 Condensed matter – beam interactions (photons, electrons, etc.)</i>	<i>Microtomografia ad alta energia, spettroscopie elettroniche</i>
<i>PE4_4 Surface science and nanostructures</i>	<i>Studio di film nanostrutturati di metalli di transizione (TiO₂)</i>
<i>PE5_1 Structural properties of materials</i>	<i>Studi dell'ordine cristallino in materiali piezoelettrici</i>
<i>PE4_2 Spectroscopic and spectrometric techniques</i>	<i>Spettroscopie elettroniche e fotoelettroniche per lo studio di materiali avanzati</i>
<i>PE5_4 Thin films</i>	<i>Grafene e film sottili di metalli di transizione</i>
<i>PE5_6 New materials: oxides, alloys, composite, organic-inorganic hybrid, nanoparticles</i>	<i>Nanocompositi polimero-metallo e materiali ad alta superficie specifica per trattamento e adsorbimento di gas di interesse energetico (idrogeno, metano, CO₂, ...)</i>

Obiettivi pluriennali (2014-2016)

I gruppo continuerà le sue attività di ricerca sul fronte delle proprietà fisiche fondamentali e applicative nel campo dei materiali avanzati nano strutturati quale il grafene e sui nuovi materiali detti “Isolanti topologici”. In particolare saranno effettuati esperimenti mirati alla rivelazione dei Fermioni di Majorana e alla possibile applicazione degli Isolanti Topologici nel campo dei dispositivi plasmonici e della “spintronica”. Questi studi saranno condotti in collaborazione con gruppi italiani (Sincrotrone Trieste, Dipartimento di Fisica dell’università di Modena, Scuola Normale Superiore di Pisa, Dipartimento di Fisica della Bicocca-Milano) e stranieri (Donostia International Physics Center).

Uno sforzo ulteriore per la produzione e caratterizzazione di materiali a base di carbonio con peculiari proprietà in termini di superficie specifica a affinità alle molecole di interesse energetico sarà condotto ed allargando le collaborazioni che attualmente caratterizzano questa attività (University of Ioannina, Ioannina - Greece; IPCF CNR UOS Cosenza, CUNY City College, New York – USA, Nanjing Univ Sci & Technol, Nanjing – P.R. China, University of Crete, Iraklion - Greece).

L’acquisizione di un sistema per la microscopia a scansione vuoto in ambiente controllato, permetterà di approfondire lo studio delle superfici di interesse nella conversione fotovoltaica. Tale sistema acquisito nell’ambito del progetto PON Materia completerà le tecniche spettro-microscopiche già esistenti in laboratorio.

Lo sviluppo della sorgente STAR sarà anche seguito a pieno dai componenti del gruppo. In particolare si punta a perfezionare ed applicare le tecniche di micro tomografia che saranno permesse dalla sorgente stessa.

Attività di terza missione

Fondata nel 2000 da alcuni componenti del gruppo, la DeltaE srl è uno spin-off accademico operante nel campo della strumentazione avanzata per i laboratori di ricerca e di sviluppo in Scienza dei Materiali.

L’approccio della DeltaE per lo sviluppo di nuova strumentazione di investigazione chimico-fisica è la soluzione di specifici problemi attraverso l’uso delle più recenti tecnologie. DeltaE, inoltre, fornisce servizi di consulenza e misura per il test, il miglioramento e la modifica di apparati sperimentali e nella progettazione, sviluppo e realizzazione di prototipi. I clienti e partners negli ultimi 10 anni sono state università, centri di ricerca e laboratori di ricerca e sviluppo industriali nazionali ed internazionali per i quali abbiamo sviluppato soluzioni su misura. Come controprova, il catalogo prodotti di DeltaE è formato da una lista di soluzioni.

Public Engagement

I componenti del gruppo hanno partecipato alle attività di divulgazione scientifica e di orientamento organizzate dal Dipartimento di fisica e dall’Università della Calabria. Altre attività hanno riguardato l’uso della luce di sincrotrone (RoadShow del CNR edizioni 2013 e 2014) e attività sulla diffusione dei risultati ottenuti attraverso il progetto PON Materia.

Denominazione Gruppo **NANOSCIENZA DI SUPERFICIE**

Componenti

Lorenzo Caputi (PA), Anna Cupolillo (RC)

Ambiti di interesse scientifico/Linee ricerca (al 2013):

L'attività di ricerca del gruppo è dedicata allo studio delle proprietà elettroniche e strutturali della superficie di materiali nanostrutturati. Il laboratorio è dotato di un apparato sperimentale in cui possono essere applicate diverse tecniche di spettroscopia elettronica, tra cui: spettroscopia di perdita di energia di elettroni ad alta risoluzione per lo studio delle proprietà elettroniche collettive ed a singola particella; diffrazione di elettroni lenti per lo studio delle proprietà strutturali a lungo raggio. A breve, l'apparato sarà dotato di un microscopio a scansione ad effetto tunnel, per lo studio delle proprietà strutturali a corto raggio. All'interno dell'apparato, vengono sintetizzati sistemi modello le cui proprietà elettroniche vengono messe in relazione con le proprietà strutturali. L'attività di ricerca è dedicata anche ad aspetti applicativi nell'ambito dei materiali nanostrutturati a base di carbonio. Mediante procedimenti fisico-chimici, vengono modificate le proprietà della grafite, in modo da ottenere materiali nanostrutturati a base principalmente di grafite ossidata, per applicazioni in diversi campi, quali la riduzione dell'inquinamento in fase liquida e il trasporto di farmaci.

Linee di ricerca di base

PE3_4 Electronic properties of materials, surfaces, interfaces, nanostructures, etc.
PE4_4 Surface science and nanostructures
PE5_3 Surface modification
PE5_6 New materials: oxides, alloys, composite, organic-inorganic hybrid, nanoparticles
PE3_9 Condensed matter – beam interactions (photons, electrons, etc.)
PE5_2 Solid state materials
PE5_1 Structural properties of materials

Linee di ricerca applicata

Meccanica Materiali: X-tronica, sensori
Meccanica Materiali: Meccanica - scienza dei materiali
Scienze della Vita: Drug Delivery e quality by design

Obiettivi pluriennali

Proseguirà l'attività di ricerca relativa alle proprietà plasmoniche del grafene. In particolare sarà approfondito lo studio della ossidazione del substrato metallico sottostante il grafene cresciuto epitassialmente. Successivamente, saranno effettuati esperimenti di deposizione di silicene su superfici monocristalline di argento. Il silicene è una materiale bidimensionale costituito da atomi di silicio, che ha eccezionali potenzialità per lo sviluppo di dispositivi innovativi a semiconduttore. Le proprietà del silicene saranno studiate con le tecniche disponibili presso il gruppo, ed in particolare saranno investigate le sue proprietà plasmoniche.

Proseguirà anche l'attività di ricerca riguardante la sintesi di materiali nanostrutturati a base di grafene per finalità applicative. Soluzioni contenenti grafene saranno prodotte mediante procedimenti chimico-fisici di tipo top-down a partire da grafite naturale. I materiali ottenuti saranno studiati mediante tecniche di spettroscopia elettronica, ed anche con spettroscopia Raman e microscopia a scansione, e saranno studiate le loro proprietà di adsorbimento di idrocarburi e di coloranti. La ricerca sarà condotta anche in collaborazione con l'Istituto di Tecnologia (INTEC) della Repubblica Dominicana, nell'ambito di un progetto di ricerca finanziato dal MESCYT (Ministerio de Educación Superior Ciencia Y Tecnología).

Laboratori

- Spettroscopia elettronica
- Spettroscopia