

Name: SIMONE DELL'AGNELLO. **Date of Birth:** **Nationality:** Italian

Education (academic degrees): Master (1989), PhD (1994) in Particle Physics from Univ. of Pisa, Italy

Awards: Prize of Italian Physics Society for his PhD thesis on the discovery of Top Quark (1995)

Current Job / Affiliation: Executive Technologist at INFN-LNF (Frascati National Labs), Italy.

Head of SCF_Lab: w3.lnf.infn.it/technological-research-lab/scf_lab/?lang=en, www.lnf.infn.it/esperimenti/etrusco/

Roles and Responsibilities (career summary).

- Staff Researcher ≥ 1995 at INFN-LNF, Frascati (Rome), Italy; Executive Technologist (≥ 2015)
- Work in Particle Physics: DoE-Fermilab (Chicago, IL, USA), INFN-LNF (1987-2003)
- Coordinator of all INFN Technology Research activities at INFN-LNF (2011-2019)
- Founder/Head of SCF_Lab, the INFN-LNF laser retroreflector space test facility (≥ 2004)
- PI or PM: several among General Relativity and R&D space Experiments of INFN (2004-19)
- PI: INFN Contracts with Space Agencies (ASI, ESA, ISRO), Italian Ministries (Research, Defense, Foreign Affairs) to deliver advanced retroreflectors, like LARES-2 flown by Vega C on 13 July 2022
- PI of INFN-NASA/SSERVI Affiliation on Solar System Exploration and Research (≥ 2014)
- Member of Scientific-Technical Council (CTS) of ASI (2014-2018)
- PI of laser microreflectors for: ESA's Schiaparelli & ExoMars, NASA's InSight & Mars 2020
- Science-Technology Attaché at the Consulate General of Italy in San Francisco (CA, USA), 2020-21
- PM of 2 contracts for 6+6 retroreflectors for Galileo 2nd Generation: 6 for TAS, 6 for ADS (2021-25)
- PM of 2 retroreflectors for TAS for the Italian SAR Constellation COSMO-SkyMed 2nd Gen (2022-24)
- PI of Agreement ASI-Space Geodesy Center (laser ranging) and INFN-LNF (reflectors), 2021-2026.

Background experience:

In 2004 he formed the SCF_Lab, an INFN research and service test laboratory in space physics and technology (*J. Adv. Sp. Res.* 47, 822-842, 2011). The SCF_Lab is devoted to precision positioning metrology in space based on advanced laser retroreflector payloads and systems for Satellite/Lunar Laser Ranging (SLR/LLR). Applications include: General Relativity, Galileo, LAGEOS/LARES-type satellites, Earth Observation, Planetary Science and Space Exploration. Some of the main assets are:

- Labs: SCF_Lab (≥ 2004) & SCF_Lab2 (≥ 2020) ISO 7 clean rooms with two unique Optical Ground Support Equipment facilities. SCF-Test: *industry-grade, concurrent solar, thermal, optical, vacuum, orbit, attitude* qualification of laser retroreflectors in $\geq \text{TRL-7}$ space conditions. On a case-by-case basis, work may include also thermal, optical, orbital and structural sw analysis/simulation. Highlights:
 - Laser diffraction pattern & interferometry under representative orbit/attitude conditions
 - Industry-grade measurements of absorptivity and emissivity of space optics & parts
 - Non-invasive IR thermometry with advanced cameras (up to two), down to -85°C
 - Space characterization of cube/microsatellites with AM0 sun simulators up to 3000 nm
 - 15 year support by ASI; 10+ years collaboration with US Moon/Mars communities
- MoonLIGHT-2 (Moon Laser Instrumentation for General relativity High accuracy Tests; 2014-24): INFN science project on lunar/mars General Relativity, Selenodesy and exploration

Working Group Membership: of International Laser Ranging Service (ILRS), Retroreflector Signal WG, (2008-13); International Lunar Network (ILN) Core Instruments WG (2008-10); ESA Lunar Science, EL3, Fundamental Physics, Lunar Geophysics (2018-2021); ESA-CNSA, ASI-CSNA Lunar Geophysics (≥ 2019)

Studies, R&Ds, contracts. ASI PI: 2 studies (Gravity; lunar orbiter); ASI PM: 3 contracts (7.5M€). NASA Co-PI of D. Currie for: 2 R&Ds on lunar reflectors (LSSO, SSERVI CAN), 1 contract for CLPS (≥ 2019)

Research Team: Leads a Team of >20 INFN Employees, Contractors and Associates. Key Associate Members: Gen. R. Vittori, ESA astronaut and Italian Space Attaché in USA; G. Bianco, Director of ASI-Space Geodesy Center and former President of ILRS in 2014-18

Publications/Workshops: >250 papers, >7800 citations, H-index (ISI)>50 (since 1987). As Co-Chairman he co-organized in Italy, San Francisco and Silicon Valley >10 among international and national workshops.

DICHIARAZIONE SOSTITUTIVA DI ATTO DI NOTORIETA'
(art. 47 D.P.R. 28.12.2000 n. 445)

La sottoscritta Ilaria Giammarioli Consapevole della responsabilità penale in cui può incorrere in caso di falsità in atti e dichiarazioni mendaci
(art. 76 DPR 28.12.2000 n. 445)

DICHIARA

Che tutte le informazioni contenute nel proprio curriculum vitae riportato di seguito sono veritiere.

INFORMAZIONI PERSONALI Ilaria Giammarioli



ESPERIENZA
PROFESSIONALE

Da gennaio 2021 - presente Membro del Comitato Nazionale per il Trasferimento Tecnologico dell'INFN

Da gennaio 2021 - presente Responsabile del Servizio Trasferimento Tecnologico dell'INFN

da febbraio 2014 – dicembre 2020 Technology Transfer Officer

Istituto Nazionale di Fisica Nucleare
Via E. Fermi, 54 - 00044 Frascati (RM)
<http://home.infn.it/>

Attività tecnologica amministrativo-gestionale

- Gestione del portfolio IP dell'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare ovvero relazione con il personale inventore e raccolta dei dati tecnici rilevanti ai fini della tutela della IP, valutazioni di brevettabilità del trovato, ricerche di anteriorità con motori di ricerca free e proprietari, monitoraggio delle scadenze brevettuali
- Valutazione tecnica di rapporti di ricerca e/o esami di merito redatti dagli uffici competenti, interfaccia e collaborazione con consulenti in proprietà intellettuale che operano per conto dell'Istituto per la predisposizione e il deposito delle repliche alle azioni ufficiali
- Monitoraggio e previsione dei costi di brevettazione in funzione delle strategie di accesso e mantenimento dei titoli di proprietà intellettuale
- Attività di supporto amministrativo-gestionale nelle procedure di affidamento di servizi di consulenza brevettuale per l'espletamento delle pratiche di deposito di titoli di privativa a titolarità dell'Istituto
- Supporto tecnico e amministrativo-gestionale al Comitato Nazionale per il Trasferimento Tecnologico (CNTT) con particolare riferimento alla lavorazione delle proposte di tutela provenienti dalla rete scientifica nonché la gestione della proprietà intellettuale, propria dell'Istituto o congiunta con soggetti terzi, e la negoziazione di contratti di valorizzazione di cui relazionare al Comitato
- Supporto tecnico alla Commissione Coordinamento Terza Missione (CC3M) in materia di proprietà intellettuale e trasferimento tecnologico

- Scouting di tecnologie con potenziale applicativo sviluppate nell'ambito di progetti finanziati da INFN con particolare riferimento ai risultati conseguiti in progetti di ricerca tecnologica

Attività di coordinamento e/o servizio

- Incarico di referee per il progetto di ricerca tecnologica denominato "BOLT" (proponente dott. David Alesini, LNF) nell'ambito della Call R4I 2018
- Partecipazione e/o coordinamento dei seguenti gruppi di lavoro:
 - i. redazione del Disciplinare per lo sviluppo, la tutela e la valorizzazione delle conoscenze INFN;
 - ii. revisione del Regolamento spin off;
 - iii. elaborazione e registrazione del segno distintivo legato alle attività di terza missione dei LNGS
- Revisione delle clausole contrattuali dirette alla gestione della proprietà intellettuale stipulati tra partner di progetti nazionali o internazionali nell'ambito di progetti ammessi a finanziamento
- Predisposizione e/o revisione dei contenuti delle schede di presentazione delle tecnologie sviluppate in ambito INFN e destinate alla pubblicazione web e/o a mezzo stampa
- Responsabile del servizio di segreteria organizzativa dei seguenti corsi per il personale dell'INFN:
 - i. "Comunicare la scienza: fisica e aziende" tenutosi a Napoli in data 23/05/2018;
 - ii. "Disciplinare per la tutela, lo sviluppo, la valorizzazione delle conoscenze dell'INFN" tenutosi presso la Sezione INFN di Roma in data 18-19/06/2015

Preparazione dei contenuti e presentazione orale in eventi di formazione

- Docenza nell'ambito del corso di formazione interna denominato "Corso online sul TT" tenutosi online in data 09-12/06/2021
- Docenza nell'ambito del corso di formazione interna denominato "La salvaguardia della Proprietà Intellettuale e del Diritto d'Autore" tenutosi online in data 28/04/2021-12/05/2021
- Docenza dal titolo "Intellectual Property, Know-How Protection and Patent System for Research", per un totale di 4 ore, nell'ambito del Master in "Surface Treatments for Industrial Applications" edizioni AA 2018-19; AA 2019-20; AA 2020-21
- Presentazione orale dal titolo "La salvaguardia della Proprietà Intellettuale nell'INFN" presso il Servizio di Presidenza dell'INFN in occasione della riunione dei Referenti Locali per la Terza Missione in data 06/02/2019
- Presentazione orale dal titolo "IP issues in the procurement of items related to magnets and accelerators" presso il CERN nell'ambito del progetto europeo "AMICI – Accelerator and Magnet Infrastructure for Cooperation and Innovation" in data 16/05/2018
- Docenza dal titolo "La protezione della proprietà intellettuale di INFN" presso la Sezione INFN di Pisa nell'ambito del progetto regionale "AFTTER - Alta Formazione per il Trasferimento Tecnologico degli Enti di Ricerca" in data 25/01/2018
- Presentazione orale dal titolo "Gestire le informazioni" nell'ambito del corso di formazione interna denominato "Comunicare la scienza: fisica e aziende" tenutosi a Napoli in data 23/05/2018
- Presentazione orale dal titolo "Attività brevettuale dell'INFN" presso il Servizio di Presidenza dell'INFN in occasione della riunione dei Referenti Locali per il Trasferimento Tecnologico in data 10/05/2016
- Presentazione orale dal titolo "Valutazione ANVUR della III missione" presso il Servizio di Presidenza dell'INFN in occasione della riunione dei Referenti Locali per il Trasferimento Tecnologico in data 10/03/2016
- Presentazione orale dal titolo "Il concetto di riservatezza" nell'ambito del corso di formazione relativo a "Disciplinare per la tutela, lo sviluppo, la valorizzazione delle conoscenze dell'INFN" tenutosi presso la Sezione INFN di Roma in data 18-

19/06/2015

Attività o settore Trasferimento Tecnologico, Proprietà Intellettuale

da marzo 2014 - aprile 2016 **Consulente Tirocinante in Brevetti**
 Studio Associato Cavattoni-Raimondi
 Viale dei Parioli, 160 - 00197 Roma
<http://www.cavattoni-raimondi.com/>

Alcune delle attività principali

Consulenza tutela IP, Drafting domande di brevetto nazionali e internazionali, Prosecution, Freedom to operate, Supporto in Consulenze Tecniche d'Ufficio (CTU), Esperienza con invenzioni aziendali e di Università o Enti Pubblici di Ricerca in settori della Chimica, della Fisica e della Meccanica

Responsabile attività: Dott.ssa Maria Vittoria Primiceri

Attività o settore Proprietà Intellettuale, Brevetti

da gennaio 2014 a febbraio 2014 **Chimico Ambientale**
 Laboratorio analisi chimiche, microbiologiche e ambientali

Alcune delle attività principali

Valutazioni emissioni in atmosfera, valutazioni ambientali per siti industriali, valutazioni del rischio negli ambienti di lavoro. Analisi delle acque, analisi acque di pozzo per la potabilità, controlli qualità per produzioni alimentari e farmaceutiche

Attività o settore Chimica Ambientale

da giugno 2013 a ottobre 2013 **Research Assistant**
 Università degli Studi di Roma "Tor Vergata"
 Via della ricerca scientifica, 1 – 00133 Roma

- Alcune delle attività principali:
 Attività di ricerca svolta presso la Macroarea di Scienze MM FF NN in continuità con il lavoro sperimentale svolto per il conseguimento della Laurea Magistrale
 Supervisor: Prof. Massimo Bietti

Attività o settore Ricerca, Chimica Organica

da ottobre 2012 a luglio 2013 **Assistente alla Didattica**
 Università degli Studi di Roma "Tor Vergata"
 Via della ricerca scientifica, 1 – 00133 Roma

- Attività di Tutorato presso la Macroarea di Scienze MM FF NN

Attività o settore Chimica Organica

ISTRUZIONE E FORMAZIONE

giugno 2019 **Abilitazione Europea alla Professione di Consulente Brevettuale**
 Qualifica di European Patent Attorney a seguito del superamento della European Qualifying Examination (EQE) nel febbraio 2019
 European Patent Office (EPO)
<https://www.epo.org/index.html>

novembre 2016 **Abilitazione nazionale alla Professione di Consulente in Brevetti**

Ordine dei Consulenti in Proprietà Industriale
<http://www.ordine-brevetti.it/>
Via Napo Torriani, 29 – 20124 Milano

da settembre 2016 a marzo 2017 **Pre-examination online training course**
European Patent Academy
Corso di preparazione a European Qualifying Examination (EQE)
<https://www.epo.org/learning-events/eqe.html>

da ottobre 2015 a novembre 2016 **Corso di Proprietà Industriale - Brevetti**

Politecnico di Milano
Corso di preparazione all'esame di abilitazione a Consulente Brevetti e aggiornamento professionale
<http://www.energia.polimi.it/didattica/brevetti/>

dicembre 2013 **Abilitazione alla Professione di Chimico**

Ordine dei Chimici e dei Fisici di Roma
<http://www.chimiciroma.it/>
Via delle Quattro Fontane, 16 – 00184 Roma

da aprile 2011 a maggio 2013 **Laurea Magistrale in Chimica**

Università degli Studi di Roma "Tor Vergata"
Titolo della Tesi: *"Effetti strutturali e del mezzo nelle reazioni di trasferimento di atomo di idrogeno da legami C-H ad alcossi radicali. Controllo della selettività attraverso interazioni acido-base"*
Relatore: Prof. Massimo Bietti
Votazione: 110/110 con lode

da ottobre 2007 a marzo 2011 **Laurea Triennale in Chimica**

Università degli Studi di Roma "Tor Vergata"
Titolo della Tesi: *"Effetti strutturali e del solvente nelle reazioni di trasferimento di atomo di idrogeno da legami C-H ad alcossi radicali"*
Relatore: Prof. Massimo Bietti
Votazione: 110/110

da settembre 2002 a giugno 2007 **Diploma di Istruzione Secondaria Superiore ad indirizzo Scientifico**

Liceo Scientifico "Bruno Tauschek" Grottaferrata (RM)
Votazione: 91/100

COMPETENZE PERSONALI

Lingua madre Italiano

| Altre lingue | COMPRESIONE | | PARLATO | | PRODUZIONE SCRITTA |
|--------------|-------------|---------|-------------|------------------|--------------------|
| | Ascolto | Lettura | Interazione | Produzione orale | |
| Inglese | C1 | C1 | C1 | C1 | C1 |

[Livelli: A1/A2: Utente base - B1/B2: Utente intermedio - C1/C2: Utente avanzato](#)
[Quadro Comune Europeo di Riferimento delle Lingue](#)

| | |
|------------------|---|
| Altre competenze | <ul style="list-style-type: none"> Nell'ambito della ricerca di documenti brevettuali ho maturato esperienza e competenze nell'uso dei motori di ricerca di pubblico dominio e software proprietari quali Orbit (Questel), PatBase (Minesoft) ed altri Buona conoscenza di software per il disegno chimico e l'elaborazione dati quali ChemWindow, ChemSketch e SigmaPlot Buona conoscenza dei sistemi operativi Windows/ Mac OS |
| Patente di guida | B |

ULTERIORI INFORMAZIONI

| | |
|------------------|--|
| Outreach | Contributo al libro <i>INVENZIONI</i> della Sassi Editore |
| Publicazioni | <p>La Chimica e l'Industria Newsletter - ISSN 2532-182X - 2019, 6(4), maggio Giammarioli I., Primiceri M.C. <i>I diritti di proprietà intellettuale delle collaborazioni pubblico-privato</i></p> <p>La Chimica e l'Industria Newsletter – ISSN 2532-182X-2018, 5(6), agosto/settembre Giammarioli, I.; Primiceri M.C. <i>Il CTU nei tribunali delle imprese e il ruolo del chimico</i></p> <p>La Chimica e l'Industria Web – ISSN 2283-5458 – 2016, 3(9), novembre Giammarioli, I.; Primiceri M.V. <i>Come leggere il rapporto di ricerca</i></p> <p>La Chimica e l'Industria Web – ISSN 2283-5458 – 2016, 3(7), settembre Giammarioli, I.; Primiceri M.V. <i>Come leggere un brevetto</i></p> <p>Revisione e aggiornamento di "<i>La Proprietà Intellettuale e i Brevetti</i>" Guida Pratica di B. Cinquantini e M.V. Primiceri 2015 Di Renzo Editore</p> <p>Chem. Sci. 2013, 4, 3255-3262 Salamone M.; Giammarioli, I.; Bietti, M. <i>Tuning hydrogen atom abstraction from the aliphatic C-H bonds of basic substrates by protonation. Control over selectivity by C-H deactivation</i></p> <p>J. Org. Chem. 2011, 76, 4645-4651 Salamone M.; Giammarioli, I.; Bietti, M. <i>Kinetic solvent effects on hydrogen abstraction reactions from carbon by the cumyloxy radical. The importance of solvent hydrogen bond interactions with the substrate and the abstracting radical</i></p> |
| Corsi e convegni | <p>I programmi per elaboratore come prodotto di ricerca: tutela della proprietà intellettuale e trasferimento tecnologico 4, 11 e 18 maggio 2021 Organizzatore Netval docente Avv. Di Cocco</p> <p>Innovagorà – evento di promozione di innovazione promosso da MIUR Presso Museo Nazionale della Scienza e della Tecnologia di Milano 6-8 maggio 2019</p> |

Brevetti, collaborazioni e proprietà intellettuale su Scopus e SciVal
presso CNR Piazzale A. Moro (Roma)
24 ottobre 2018

Licensing and co-branding – relatore Prof. Cesare Galli
presso Ufficio Italiano Brevetti e Marchi (UIBM)
10 ottobre 2018

Il valore della Proprietà Intellettuale nell'Era dell'Informazione
FASI – Funding Aid Strategies Investments
Presso CCIA di Roma
5 giugno 2018

Workshop: La Radiobiologia in INFN
11-13 maggio 2016 Fondazione Bruno Kessler, FBK (Trento)

12th Annual International Patent Information Conference & Exposition, IPI-ConfEx 2015
8-11 marzo 2015 (Roma)

Corso di formazione APRE "L'innovazione in Horizon 2020"
21 novembre 2014 Istituto Nazionale di Fisica Nucleare, INFN (Milano)

Conferenza "Dalla Ricerca al Mercato La Ricerca Pubblica e il Trasferimento Tecnologico a
supporto della competitività"
12 Novembre 2014 Consiglio Nazionale delle Ricerche, CNR (Roma)

Corso "Progettare una formazione efficace: formazione per formatori"
30 giugno 2015 Ordine dei Chimici di Roma interregionale LUAM (Roma)
Dott.ssa Giuseppina Scolamiero

Corso "Brevetti e proprietà industriale"
21 febbraio 2015 Ordine dei Chimici di Roma interregionale LUAM (Roma)
Dott.ssa Maria Vittoria Primiceri

Conferenza "Presentation on the Italian Patent & Trademark Office's online system and
EPO online services (EPO)"
13 novembre 2014

Conferenza "Raising awareness on the European and international patent system (EPO)"
08 luglio 2014 Camera di commercio di Roma

Seminar WIPO "Services and Initiatives"
06 maggio 2014 Unioncamere (Roma)

Corso per RSPP mod. A (febbraio 2014)
Ordine dei Chimici di Roma interregionale LUAM
Conoscenze della gestione del miglioramento della prevenzione e sicurezza negli ambiente di
lavoro. Normativa vigente in materia di sicurezza sul lavoro DLgs 81/08

Corso su Norme ISO 9001:08 su Sistemi di Gestione Qualità e ISO 14000:04 su Sistemi di
Gestione Ambientale (Ottobre 2013)

Dati personali

6th European Young Investigator Conference (6th EYIC)
26-30 giugno 2013 Collegium Polonicum Słubice (Polonia)
Partecipazione con presentazione orale

Autorizzo il trattamento dei miei dati personali ai sensi del Decreto Legislativo 30 giugno 2003, n.
196 "Codice in materia di protezione dei dati personali e ss.mm.ii.

Curriculum Scientifico del Prof. Libero PALLADINO

Note Biografiche

Il prof. Libero Palladino si é laureato in Fisica presso l'Università di Roma "La Sapienza" nel gennaio 1978 con il massimo dei voti.

Nel 1978 frequenta la scuola di Perfezionamento in Fisica Sanitaria e dal 1979, collabora, presso i Laboratori Nazionali di Frascati dell'INFN, con un gruppo di ricerca misto (LNF, ISS, CNR) che conduce esperimenti di biofisica e stato solido presso ADONE mediante l'uso della radiazione di sincrotrone.

Fino al 1991, anno della chiusura di ADONE, continua la sua collaborazione con il gruppo PWA dei LNF dell'INFN utilizzando la radiazione di sincrotrone per studi di carattere biofisico e di stato solido, partecipando allo sviluppo delle stazioni sperimentali per la spettroscopia EXAFS e XANES, poste sulla linea di raggi X (BX2S), realizzando un sistema di rivelazione del fascio in fluorescenza con sensibilità fino a 1 mM di concentrazione del soluto.

Contestualmente, nel periodo 1981-82 stabilisce una collaborazione su argomenti di stato solido con l'Istituto di Fisica dell'Università di Camerino.

Nel 1987 vince il concorso per professore associato e nel gennaio 1988 prende servizio presso l'Università de L'Aquila, come docente di Preparazioni Esperienze Didattiche II (Gruppo Concorsuale Complementi di Fisica) presso la Facoltà di Scienze M. F. N.

Nel 1990 é tra i proponenti all'INFN di un esperimento (SIMPLEX), in collaborazione con il Dip. INN-SVIL del CRE dell'ENEA di Frascati, per la realizzazione di una sorgente di raggi X molli generati da un plasma prodotto dalla focalizzazione di un fascio laser ad eccimeri (308 nm) su bersagli di metallo e non (plasma source) per applicazioni nel campo della microscopia X e microradiografia di campioni biologici, della radiobiologia, della litografia e della fisica dell'interazione laser materia.

Nell'ambito di questa attività sperimentale si è dedicato alla caratterizzazione ed all'utilizzo di questa sorgente, contribuendo allo sviluppo di applicazioni nei settori sopra citati. In tale contesto ha stabilito rapporti di collaborazione sia con il Center Laser Facility del RAL (Rutherford Appleton Laboratory) che con l'Istituto NPO-Vniifri MISDC di Mosca.

Dal 1997, sulla base della esperienza acquisita nel campo della generazione ed uso dei raggi X molli prodotti da una sorgente laser-plasma, è tra i proponenti all'INFN di un esperimento (CODICE-X) per la realizzazione di un nuovo tipo di laser capillare emettente nella regione XUV - raggi X molli, installato tra la fine del 1997 ed il 1998 presso il Dipartimento di Fisica dell'Università de L'Aquila.

Alla realizzazione di questa sorgente hanno partecipato il Dipartimento INN-SVIL dell'ENEA di Frascati e il Dipartimento di Fisica dell'Università di Pecs (Ungheria) dove, nel 1998, il professor Palladino è stato ospite per lo studio di tecniche di generazione di vapori metallici da usare come elemento attivo nel laser capillare al posto di elementi solo gassosi.

Nel biennio 1999 - 2000 è stato responsabile della linea di ricerca biennale *"Analisi spettrale e grado di coerenza spaziale di un fascio di raggi X molli e UV generati da una sorgente a plasma capillare"* della Sezione A dell'INFM per l'analisi della linea laser emessa dalla sorgente laser capillare.

Questa attività sperimentale si è conclusa con successo con la realizzazione del primo laser europeo a scarica capillare, che ha avuto un autorevole riconoscimento, nel 2006, dall'Accademia dei Lincei con il Premio "Prof. Luigi Tartufari" Fisica, Premio Internazionale per la Fisica.

Dal 2000 al 2002 è responsabile nazionale di un esperimento (PLAMIC), presentato all'INFN, per la realizzazione di un sistema ottico operante nella regione dei raggi X molli per lo studio della struttura delle sorgenti a bassa divergenza e per applicazioni nel campo della radiobiologia e dell'imaging di campioni biologici. Nell'ambito di questo esperimento ha preso contatti con l'Istituto Rongenphysik della Università Georg-August di Gottingen (Germania).

Durante il medesimo periodo ha sviluppato, in collaborazione con biologi del Dipartimento di Biologia Applicata e di Base dell'Università de L'Aquila, uno studio sul significato biologico delle immagini ottenute con la microscopia X usando tecniche già consolidate di microscopia elettronica (TEM) e di microscopia a forza atomica (AFM)

Dal 2002 ad oggi è stato responsabile prima, dell'esperimento INFN denominato LASEX, il cui scopo è stata la realizzazione di una sorgente di raggi X con energia compresa tra 70 eV – 30keV, basata sulla generazione di un plasma prodotto da una focalizzazione di un raggio laser su un bersaglio, e, attualmente, dell'esperimento INFN PLAXA, che ha come scopo: a) la caratterizzazione dell'emissione di raggi X tra 10 e 30 keV per applicazioni mammografiche; b) lo sviluppo di un microfascio per lo studio dell'effetto "bystand" tra le cellule irraggiate e quelle vicine.

Dal 2009 al 2011 ha partecipato all'esperimento VIRGO.

Ha partecipato a diversi congressi nazionali e internazionali in cui ha presentato il lavoro scientifico svolto.

1) Ricerche con l'uso della Radiazione di Sincrotrone.

A) Ricerche di tipo Biofisico

E' stato tra i primi ad utilizzare l'alta intensità e la collimazione del fascio di raggi X della radiazione di sincrotrone in esperienze di biofisica.^(N1) Infatti l'uso delle sorgenti convenzionali di raggi X, come nella tecnica di diffrazione, che è stato il primo metodo di indagine utilizzato per lo studio delle molecole biologiche, si limita allo studio statico di forme cristalline mentre la struttura delle macromolecole biologiche dipende fortemente dalle condizioni chimiche e biochimiche circostanti.

Quindi l'uso di un fascio molto intenso e variabile in energia in modo continuo permette di studiare tali strutture in condizioni simili a quelle in 'vivo' o in condizioni di estrema diluizione.

In collaborazione ha condotto una serie di esperimenti il cui scopo é la determinazione del sito e del ruolo degli ioni bivalenti nella struttura molecole biologiche come gli acidi nucleici, le proteine ed i nucleotidi . Infatti, non tutti gli aspetti dell'interazione ione-molecola sono conosciuti in maniera soddisfacente, né in che modo queste macromolecole biologiche sono influenzate nella configurazione strutturale della presenza degli ioni stessi.

L'esperimento consiste nella determinazione della struttura fine del coefficiente di assorbimento dei fotoni con energia maggiore o uguale alla soglia K dello ione legato nelle molecole biologiche (RNA, ATP, UTP, AMP, etc.) . La regione intorno alla soglia viene studiata con alta risoluzione sino a 30-40 eV al di sopra della soglia (XANES), mentre fino a circa 1000 eV sopra la soglia sono state determinate le oscillazioni del coefficiente di assorbimento (EXAFS).

L'analisi di questi spettri consente di determinare il sito e la natura del legame dell'atomo assorbente con la macromolecola: simmetria, distanze interatomiche e numero di coordinazione.

Negli esperimenti sono stati utilizzati diversi tipi di ioni, oligoelementi, che sono importanti cofattori nella attività biochimica e biologica delle proteine e degli acidi nucleici come il Mn, il Cu, il Co etc (tipicamente elementi di transizione che danno vita a legami di coordinazione).

Uno dei primi campi di indagine è stato lo studio del legame del Mn con uno degli acidi nucleici: l'RNA ribosomiale presente nei ribosomi e a costituenti dello stesso come l'ATP, UTP etc. In questo studio, al posto del Mg, che è lo ione fisiologicamente presente nei ribosomi, è stato utilizzato lo ione Mn perché ha l'energia di soglia all'interno delle energie selezionabili dal monocromatore utilizzato (Si (220)) e per le caratteristiche chimiche che lo rendono particolarmente affine al Mg.

I risultati ottenuti indicano che i primi vicini del manganese legato ai diversi nucleotidi (ATP, AMP, UTP) sono ossigeni con una distanza di 2.14 Å indipendentemente dal pH (9, 7, 3) della soluzione, gli stessi risultati si ottengono per il solo Mn in soluzione. Questi risultati sono in accordo con i dati dello XANES che confermano una simmetria ottaedrica per tutti i composti studiati e per il manganese in soluzione.

Per i secondi vicini l'analisi indica la presenza di fosfori dei gruppi fosfati ad una distanza di 3.40 Å indipendentemente dal pH della soluzione.

Si è potuto stabilire anche il rapporto di concentrazione Mn/ATP, in funzione del pH e a temperatura ambiente, perché la configurazione strutturale metallo-biomolecola sia stabile. Per pH=9 si ha stabilità con un rapporto Mn/ATP di 1:2, mentre, nelle altre condizioni di pH, pH=6 e 3, si ha una configurazione stabile con un rapporto Mn/ATP di 1:1. (P1), (P4), (P5), (P7), (C1), (C4)

Per lo studio del legame metallo-biomolecole a concentrazioni più vicine a quelle fisiologiche ha curato la realizzazione di una stazione sperimentale per misure di EXAFS e XANES in fluorescenza per il fascio BX2S del Laboratorio PWA dell'INFN di Frascati.

Il dispositivo di rivelazione in fluorescenza, installato sulla camera per misure EXAFS e XANES, consente di fare misure di spettri quando la concentrazione di ioni che si considera è di alcuni ordini di grandezza minore di quella che si può misurare in assorbimento. Questo è molto importante per le interazioni ioni-macromolecole, spesso studiate in fase acquosa e quindi a basse concentrazioni (dell'ordine di 1 - 5 mM). Per rendere più efficiente l'acquisizione dei dati sperimentali ha sviluppato un software particolarmente complesso che permette il controllo del monocromatore e di fare misure in fluorescenza e in assorbimento sia con tempi definiti di acquisizione che con un

numero di conteggi prefissato per ottenere un rapporto segnale/rumore costante in tutto lo spettro acquisito.(N4)

Studi approfonditi sono stati compiuti nel campo del legame dello ione Cu e Co in soluzione acquosa, utilizzando le analisi degli spettri XANES, confrontate con quelle ottenute in presenza di NaOH 2M, in condizioni nelle quali si forma un complesso solubile che studi ESR indicano come $(\text{Cu}(\text{OH})_4)^{2-}$, con struttura approssimativamente planare. È stato possibile misurare quantitativamente la distorsione dovuta all'effetto Jahn-Teller dinamico per il cluster $(\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_6)^{2+}$ usando un programma di multiplo scattering per il calcolo dello XANES.

Questi risultati sono stati pienamente utilizzati nell'analisi degli spettri XANES nello studio del legame del complesso Cu-ATP al variare del pH della soluzione e del complesso Co-Emocianina con il cobalto legato ad un solo sito (mononucleare), a due siti (binucleare) ed in una condizione ibrida con un sito occupato dal cobalto e l'altro con il rame..(C6)

B) Ricerche di Stato Solido

1) La caratteristica fondamentale dell'EXAFS è la sua sensibilità nello studio delle strutture locali intorno all'atomo assorbente. Perciò l'EXAFS si presta bene per studiare i sistemi amorfi che non possono essere studiati con la diffrazione come gli strati di ossido su superfici metalliche che sono sistemi complessi con impurezze e fasi differenti. Per questo motivo si è utilizzata la tecnica dell'EXAFS di superficie (SEXAFS) per studiare il chemiassorbimento degli ossidi applicando il metodo dello yield totale degli elettroni. Nello yield totale vengono rivelati tutti gli elettroni prodotti (fotoelettroni, elettroni Auger e sciami di elettroni secondari) in funzione dell'energia dei fotoni incidenti.

In collaborazione con l'università di Camerino sono state fatte delle misure per provare la sensibilità del metodo su un campione ferro-ferritico naturalmente ossidato. Nel dispositivo di rivelazione una griglia polarizzata a 200 V ha reso possibile il conseguimento di un buon rapporto segnale rumore.

Per aumentare la sensibilità si è utilizzata la polarizzazione della radiazione di sincrotrone ponendo il sistema di rivelazione a 90° rispetto alla direzione dei fotoni incidenti.

I risultati indicano che l'ossido in superficie contribuisce con fotoelettroni a bassi valori del numero d'onda k contributo che non compare in uno spettro di solo ferro, mentre la profondità da cui provengono gli elettroni dovuti al ferro bulk aumenta con l'aumentare di k .(P2)

2) Sempre in collaborazione con l'Università di Camerino si è studiato lo XANES degli ossidi di vanadio . Infatti fra gli ossidi amorfi semiconduttori quei composti in cui è presente l'ossido di vanadio hanno una conducibilità elettrica anomala. In tali composti si sospetta che un certo numero di ioni vanadio non prendono parte alla conducibilità per effetto hopping. Risulta pertanto determinante conoscere oltre la carica anche la coordinazione che gli ioni vanadio vanno ad assumere all'interno della matrice di vetro. Dalle misure XANES in composti ternari si è trovato che, per concentrazioni molto basse (circa 5%) di V-O, solo il vanadio con numero di coordinazione 6 è presente mentre per concentrazioni più alte si manifesta uno stato di valenza mista Vanadio - Vanadio e ben poco si può dire sulla coordinazione.(P3)

2) Ricerche con sorgenti a plasma incoerenti e coerenti.

A) Plasma source

Il prof. Palladino è stato impegnato nella progettazione e nella realizzazione di una sorgente di raggi X soffici (0.1 - 2 KeV) a plasma prodotto dalla focalizzazione su un bersaglio metallico (Cu, Fe etc) e non (mylar) di un fascio laser ad eccimeri.

Tale sorgente è stata costruita presso Dip. INN-SVIL del CRE dell'ENEA di Frascati, utilizzando il laser "Hercules" (con energia per impulso fino a 10 J e durata fino a 100 nsec). Le caratteristiche più salienti dello spettro di raggi X, per energie comprese tra 100 eV e 1 keV, così ottenuto sono la brevità della durata (< 25 nsec) e l'alto flusso di fotoni dell'emissione X per impulso laser che rendono queste sorgenti molto adatte per applicazioni come la microscopia, la radiobiologia, la spettroscopia risolta in tempo e lo studio della interazione laser-plasma. (N5)

La sua realizzazione ha comportato la costruzione di una camera di interazione con relativo porta-bersaglio (con una tolleranza di 100 µm sul diametro), di una pin-hole camera per l'analisi dell'immagine del plasma fotografato su pellicole sensibili ai raggi X , dell'ottica di focalizzazione e del sistema di rivelatori e di diagnostica (attraverso l'uso di rivelatori PIN-diode, spettrometri a cristallo KAP (2d= 26.6 Å) e beryl (2d= 16 Å) e spettrometri a reticolo)(P6), (C5)

L'efficienza di emissione dei raggi X è stata conseguita con:

- l'ottimizzazione della divergenza e della durata dell'impulso laser (attraverso l'uso di vari sistemi ottici) in modo da ottenere una densità di potenza sul bersaglio compresa tra 10^{12} W/cm² e 10^{14} W/cm².
- analisi spettrale della radiazione emessa dal plasma per diversi tipi di materiale (Y, Cu, W) usato come bersaglio e correlata alla densità e temperatura elettronica del plasma .

Lo scopo di tale analisi é stato quello di massimizzare il flusso di raggi X in diversi intervalli spettrali a seconda del tipo di applicazione. Essa é stata svolta in collaborazione con l'Istituto NPO-Vniifri MISDC di Mosca con l'uso di un codice di simulazione dell'interazione laser-plasma del Lawrence Livermore Laboratory (USA).^(P13)

Poichè le differenze più significative negli spettri e nell' efficienza di conversione dei raggi X sono dovute alla temperatura del plasma che dipende dalla densità di potenza focalizzata e dalla lunghezza d'onda della luce laser, nell'ambito della collaborazione con il Rutherford Appleton Laboratory, il prof. Palladino ha partecipato alla caratterizzazione dello spettro di raggi X provenienti da plasma-source costituite da differenti sistemi laser (C3), (C8), (C10)

I sistemi laser utilizzati sono:

- a) Un laser ad eccimeri KrF della Lambda Physik EMG-150 di 600 mJ focalizzato tra $0.5 - 1 \times 10^{13} \text{ W/cm}^2$.
- b) Un sistema costituito da due laser ad eccimeri KrF della Questec di 300 mJ focalizzato a 10^{13} W/cm^2 .

I sistemi a) e b) sono nella configurazione Injection Locked con cavità instabile.

In particolare questi spettri sono stati studiati in presenza di elio nella camera di interazione con pressione tra 0-760 torr, il quale é usato per ridurre la propagazione dei detriti prodotti dalla ablazione del materiale per applicazione nel campo della microlitografia e microscopia X a contatto.^(C17)

Lo studio delle caratteristiche di emissione di questa sorgente ha consentito lo sviluppo di applicazioni nel campo della Radiobiologia e della Microscopia X a contatto.

Le tematiche affrontate sono state le seguenti:

- **Radiobiologia:** E' noto che il trasferimento lineare di energia (LET) non può essere considerato un parametro adeguato a descrivere da solo le caratteristiche fisiche della radiazione che determinano l'efficacia biologica della radiazione stessa (qualità della radiazione). In particolare é fondamentale l'importanza della struttura della traccia di ionizzazione a livello microscopico su di una scala confrontabile alle dimensioni del DNA. Nell'ambito di questa problematica l'utilizzo di una sorgente di raggi X molli ($h\nu = 0.5-1.5 \text{ keV}$) presenta notevoli vantaggi. Infatti tali fasci producono fotoelettroni in grado di produrre cluster di ionizzazione in un ambito spaziale di dimensioni confrontabili con quelle del DNA (pochi nm) e per queste radiazioni si ha una maggiore efficacia nel produrre effetti di inattivazione cellulare e induzione di mutazioni genetiche.

A tale scopo si sono effettuati, in collaborazione con l'Istituto Superiore di Sanità, esperimenti di induzione di mutazione e di riparo del danno indotto nel DNA in

cellule di mammifero irraggiate con X molli di diversa energia, in un range di dose compreso tra 2 e 10 Gy.

Questo sistema biologico ci ha dato la possibilità di correlare, al variare dell'energia del fascio, le caratteristiche fisiche della radiazione a lesioni strutturali ben caratterizzabili ed a variazioni di funzionalità biologica. (P8), (C7)

- **Microscopia X a Contatto:** é stata sviluppata la Microscopia X a contatto su campioni biologici utilizzando fotoni con energia compresa nella finestra dell'acqua (2.2 nm - 4.4 nm) in cui é alta la differenza tra i coefficienti di assorbimento del carbonio (costituente fondamentale delle strutture biologiche) e quello dell'ossigeno (costituente dell'acqua) ottenendo in tal modo un contrasto naturale. I campioni biologici da esaminare sono posti in intimo contatto con un fotoresist (PMMA). Quando i raggi X, trasmessi dal campione, incidono sul PMMA causano una rottura molto localizzata della catena del polimero del PMMA (≈ 5 nm) proporzionale alla dose assorbita. Sul PMMA, dopo lo sviluppo ed il fissaggio, si ottiene la 'mappa' di assorbimento ad alta risoluzione che viene letta con un AFM, in quanto l'immagine della mappa del campione ha un ingrandimento 1:1.

Questa nuova tecnica microscopica e' stata applicata in diverse problematiche biologiche ed ambientali con lo studio di alghe, batteri e cellule umane.

Si é anche affrontato il problema del corretto significato biologico delle immagini che si ottengono e degli eventuali artefatti fisici e chimici. A tale scopo sono state confrontate le immagini ottenute con la microscopia X con quelle ottenute con altre tecniche microscopiche (TEM, ottico) già sistematizzate utilizzando lo stesso campione biologico. (P9), (P15), (C9), (C11), (C14), (C16)

X-ray capillary laser

Sulla base della esperienza nel campo dei raggi X molli, che il prof. Palladino ha acquisito nel corso dello sviluppo e della caratterizzazione della sorgente laser-plasma, ha sviluppato, in collaborazione con il CRE ENEA di Frascati e l'Università di PECS (Ungheria), un laser capillare, operante a 46.9 nm che é stato installato presso il Dipartimento di Fisica dell'Università dell'Aquila. L'effetto laser é prodotto da un plasma di ioni Ar, nello stato Ne-like, ottenuto dalla applicazione di un doppio impulso di alta tensione ($\approx 400 - 450$ kV) di breve durata (≈ 100 ns il primo impulso, $\approx 30 - 40$ ns il secondo impulso) ai capi di un capillare al cui interno é presente del gas argon a bassa pressione.

L'attività di ricerca del prof. Palladino, su questa tematica, é attualmente articolata nel seguente modo: (P14), (C12), (C15)

1 - Analisi spettrale e grado di coerenza spaziale della radiazione XUV emessa da questo nuovo tipo di laser-capillare indagando nella regione, nel caso si usi argon, intorno ai 46.9 nm. Per raggiungere questo risultato si é progettato uno spettrometro costituito da uno specchio riflettente intorno ai 46.9 nm (o da specchi riflettenti a più corte lunghezze d'onda quando vapori metallici saranno usati al posto dell'argon) e da un reticolo di 1000 linee/mm in trasmissione. Lo spettro sarà rivelato utilizzando opportuni film (Q-plates della Ilford) e un sistema MCP+CCD.

2 - Studio di un sistema per la produzione di vapori metallici da accoppiare al laser capillare. Un prototipo, in piccola scala, é stato costruito e con il quale si é verificato il l'efficacia del principio di funzionamento. (P10), (P11), (C13)

3 - Sviluppo di un apparato sperimentale, con le relative diagnostiche di analisi, per il trasporto di raggi X all'interno di un tubo capillare con diametro compreso tra 1 mm ed alcuni micron. (P12)

Dal 2000, il prof. Palladino e' responsabile nazionale di un esperimento approvato dall'INFN, (sigla PLAMIC), per la realizzazione di un sistema ottico nel campo dei raggi X molli (200 - 500 eV) per l'analisi della struttura delle sorgenti, per applicazioni nel campo della radiobiologia con la realizzazione di un micro-beam dell'ordine di centinaia di nanometri e di un apparato di microscopia X in trasmissione da utilizzare su sorgenti di raggi X con bassa divergenza, tra cui sorgenti a plasma capillare e sorgenti di radiazione di sincrotrone. L'apparato, in via di realizzazione, si basa sull'utilizzo di "Zone Plates" come lenti e monocromatori per raggi X per poter focalizzare e selezionare le diverse componenti spettrali della radiazione.

Con questo sistema ottico é possibile realizzare un microfascio delle dimensioni micrometriche e monocromatico da utilizzare per l'irraggiamento di organelli cellulari e studiarne gli effetti biologici conseguenti come la risposta "bystand" di cellule vicine a quella direttamente irraggiata.