

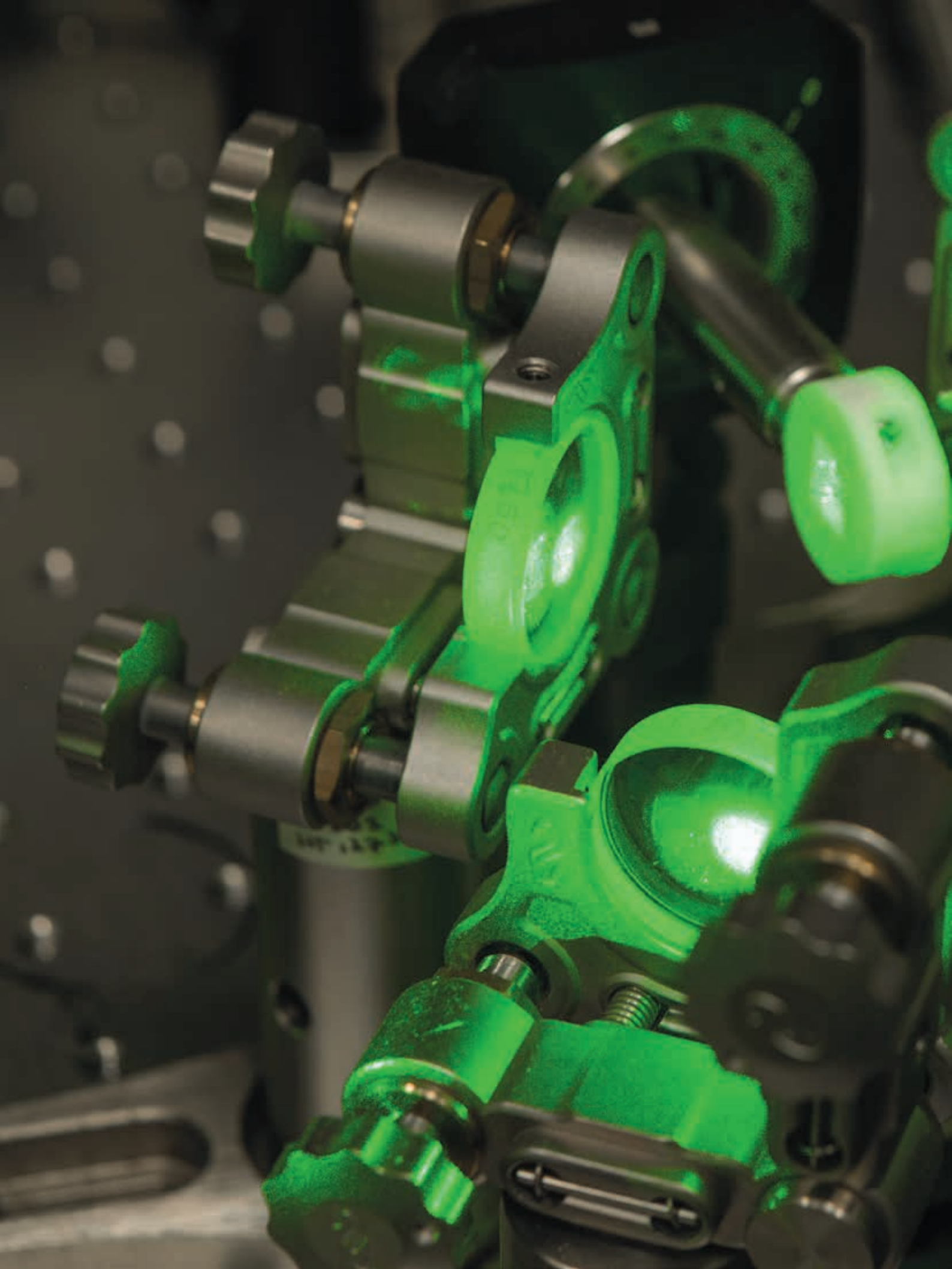


A L L I E S o f L I G H T



CNR-INO

ISTITUTO NAZIONALE DI OTTICA
CONSIGLIO NAZIONALE DELLE RICERCHE





«La luce della scienza cerco e 'l beneficio»

CHI SIAMO



L'eredità conta, anche per la Scienza. E le Scienze Ottiche, in tutto il mondo a partire dall'Italia, conobbero un nuovo straordinario inizio con il genio di Galileo Galilei, che lavorò per lungo tempo tra Pisa e Firenze. Il retaggio di Galileo è a sua volta illustre, dall'allievo prediletto Evangelista Torricelli fino a Enrico Fermi, che

insegnò e scrisse il suo famoso articolo sulla Statistica Quantistica a poche centinaia di metri dall'ultima residenza terrena di Galileo, Villa "Il Gioiello", in cima alla collina di Arcetri.

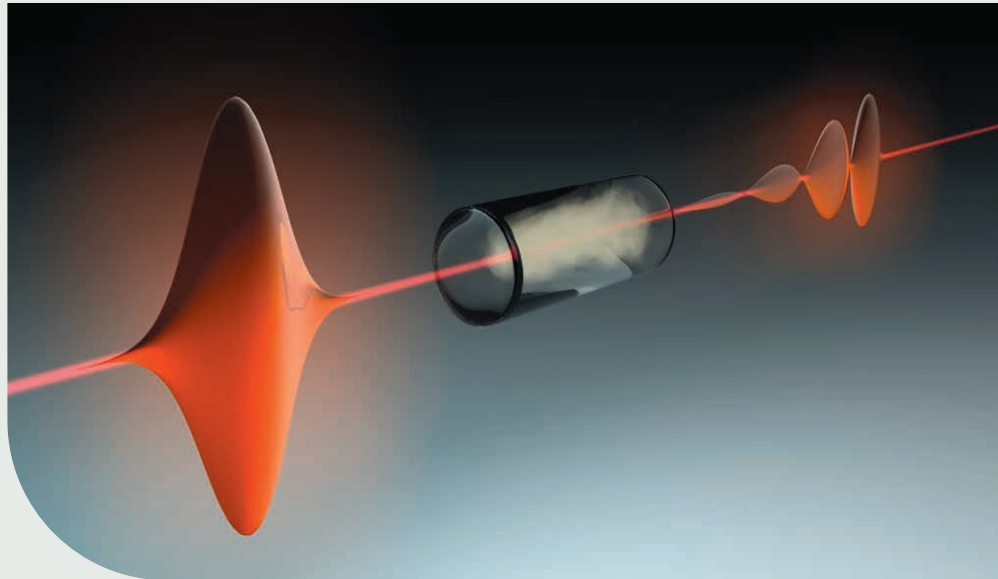
Da questa collina partì anche quello che può essere definito il Rinascimento Ottico italiano, allorché l'Italia, comprendendo di essere totalmente dipendente dai paesi stranieri per i componenti in vetro, decise di fondare il Regio Istituto Nazionale di Ottica (1927). Molte aziende iniziarono a formare lì il loro personale, diffondendo le tecnologie ottiche in tutta la Toscana e oltre. Negli stessi anni nasceva a Roma il Consiglio Nazionale delle Ricerche, destinato a diventare il più grande ente di ricerca pubblico in Italia e ad incorporare l'Istituto Nazionale di Ottica Applicata nel 2005. Oggi, l'eredità di Galileo è più viva che mai. L'Istituto Nazionale di Ottica-CNR, cresciuto su scala nazionale, è ormai la più grande istituzione italiana nel campo della fisica atomica, molecolare ed ottica, con circa 300 persone che lavorano nelle sue sedi.

Il quartier generale di un secolo fa, efficientemente rinnovato, è sempre sulla collina di Arcetri. Ed è qui, e nelle altre sette unità di ricerca italiane, che gli scienziati dell'INO-CNR, in collaborazione con le più prestigiose istituzioni di tutto il mondo, hanno prodotto lavori chiave nella scienza dei laser, nonché applicazioni fotoniche in moltissimi settori, dall'ambiente alla salute, dall'aerospazio alla sicurezza, con un'eccellenza acquisita negli ultimi due decenni nel campo delle tecnologie quantistiche. E questa lunga, affascinante cavalcata attraverso la Scienza continua a guadagnare slancio, con un numero crescente di giovani scienziate e scienziati che confluiscono nell'INO per portare avanti ricerche di frontiera, con una rinnovata attenzione al trasferimento tecnologico, alla divulgazione e, in ultima analisi, in sintonia con le esigenze delle persone e della Società.

WHO WE ARE

Heritage matters, also for Science. And Optical Sciences, worldwide and in Italy, had a tremendous new start with the genius of Galileo Galilei, mostly working in between Pisa and Firenze. His legacy is also illustrious, from the preferred pupil Evangelista Torricelli up to Enrico Fermi, who taught and wrote his famous paper on Quantum Statistics just a few hundred meters away from Galileo's last earthly residence, Villa "Il Gioiello", on top of Arcetri hill.

From this hill also started what could be called the Italian Optical Renaissance, when Italy, recognizing to be totally dependent on Foreign Countries for glass components, founded the Regio Istituto Nazionale di Ottica (1927). Many companies started training their staff there, disseminating optical technology throughout Tuscany, and beyond. In the same years, the Consiglio Nazionale delle Ricerche was born in Rome, bound to become the largest Public Research Institution in Italy and to incorporate the Istituto Nazionale di Ottica Applicata in 2005. And Galileo's heritage is still alive and shining today, with about 300 people working at Istituto Nazionale di Ottica-CNR, grown at a nation-wide scale, being the largest Italian Institution in the field of Atomic, Molecular and Optical (AMO) Physics.



The renovated, one-century old headquarters is still on the Arcetri hill. Here, as well as in the other seven Italian Research Units, key works in Laser science, Photonic applications to many fields, from Environment to Health, from Aerospace to Security, with an excellence gained in the last two decades for Quantum Technologies, have been produced by INO-CNR scientists, in collaboration with the most prestigious Institutions worldwide. And this long and fascinating ride through Science is still gaining momentum at INO, with an increasing number of young scientists joining to carry on frontier research, with a renewed attention to Technology Transfer, Outreach and, ultimately, tuned to the needs of People and Society.



CNR-INO MISSION

L'Istituto Nazionale di Ottica ha acquisito dimensione nazionale e respiro internazionale dalla sua rifondazione nel 2010, che portò alla fusione di gruppi del CNR, dell'Istituto Nazionale di Fisica della Materia e dell'Istituto Nazionale di Ottica Applicata all'interno del Dipartimento di Scienze Fisiche (oggi DSFTM). Da allora, la cooperazione tra i gruppi originari e la loro stretta interazione con le principali Istituzioni di ricerca (come il Laboratorio europeo di spettroscopia non lineare-LENS) e le università (come Trento, Pisa e Firenze) hanno dato un enorme impulso alla ricerca di frontiera nell'ambito della fisica atomica, molecolare ed ottica, le tematiche identitarie dell'INO. Nell'ultimo decennio, gli scienziati del CNR INO hanno acquisito un ruolo di leadership in molte aree, dalle sorgenti laser estreme alla biofotonica, dalle misurazioni spettroscopiche ultraprecise alla metrologia ottica, dai nuovi sensori ottici alle tecnologie quantistiche.

Ad oggi, tutti gli esperimenti italiani sugli atomi ultrafreddi sono all'interno di CNR INO, che coordina anche uno dei due grandi progetti europei di simulazione quantistica nell'ambito dell'iniziativa Flagship europea sulle Tecnologie Quantistiche; INO-Pisa ospita uno dei più grandi impianti laser ad alta energia dell'UE, nell'ambito dell'Extreme Light Infrastructure-ELI; diverse strutture di biofotonica operanti nel quadro della Flagship europea Human Brain sono ospitate presso INO, in collaborazione con il LENS; un Centro Quantistico congiunto è attivo presso INO-Trento, in collaborazione con altre Istituzioni; laboratori internazionali congiunti sulla fotonica non lineare ed integrata operano anche presso INO-Napoli e INO-Brescia; l'Infrastruttura Europea per la Scienza del Patrimonio Culturale (E-RIHS) è guidata da CNR INO. Sulla base dell'eccellenza acquisita negli ultimi anni in aree specifiche, i gruppi del CNR INO continuano a compiere uno sforzo straordinario per elaborare linee di ricerca nuove e trasversali...sempre manipolando la luce!

Istituto Nazionale di Ottica acquired a nation-wide size and international breadth when the Institute was refounded in 2010, from the merger of groups from CNR, Istituto Nazionale di Fisica della Materia and Istituto Nazionale di Ottica Applicata, within the Department of Physical Science (now DSFTM). The cooperation among groups since then, and the tight interaction with leading research Institutions (European Laboratory for Nonlinear Spectroscopy-LENS) and Universities (Trento, Pisa and Firenze) gave a tremendous boost to frontier research in atomic, molecular and optical physics, the core themes at INO. In the last decade, scientists at INO have gained leadership in many areas, spanning from extreme laser sources to biophotonics, from precise spectroscopic measurements to optical metrology, from novel optical sensors to quantum technologies.

Nowadays, all Italian experiments on ultracold atoms are performed within INO, that also coordinates one of the two large EU Quantum simulation projects within the Quantum Technologies Flagship; INO-Pisa hosts one of the largest EU high-energy laser facility, in the framework of the Extreme Light Infrastructure-ELI; several biophotonics facilities operating in the framework of the Human Brain EU Flagship are hosted at CNR INO, in partnership with LENS; a joint Quantum Center is active at INO-Trento, in partnership with other Institutions; joint international labs on nonlinear and integrated photonics are operating at INO-Napoli and INO-Brescia; CNR INO also leads the EU Infrastructure for Heritage Science (E-RIHS). In the last few years, building on the excellence gained in specific areas, CNR INO groups are making a special effort to work out new, transversal research lines... always harnessing the light!



I NUMERI DEL CNR-INO CNR-INO'S NUMBERS

MEDIA ANNUALE (ULTIMI 10 ANNI)
ANNUAL AVERAGE (PAST 10 YEARS)

2019

Dipendenti <i>Employees</i>	157
Dipendenti e collaboratori <i>Employees and collaborators</i>	288
Sedi <i>Locations</i>	8
Pubblicazioni <i>Publications</i>	216
Uscite Media <i>Media releases</i>	620
Progetti <i>Projects</i>	81 (budget 15.2 Meuro)

USCITE SUI MEDIA
MEDIA RELEASES

378

PUBBLICAZIONI
PUBLICATIONS

191

BREVETTI
PATENTS

27

totale brevetti attivi

PROGETTI
PROJECTS

59

BUDGET TOTALE
PROGETTI
*PROJECTS TOTAL
BUDGET*

15
Meuro

LAVORO
CONTO TERZI
*THIRD PARTIES'
WORK*

37
Keuro

TOTALE (ULTIMI 10 ANNI)
TOTAL (PAST 10 YEARS)

PROGETTI ERC
ERC GRANTS

5



1 MATERIA FREDDA E SIMULAZIONE QUANTISTICA



...

Fasi
superfluide
in fermioni
e bosoni
ultrafreddi

...

CNR-INO è leader a livello internazionale nello studio di **gas atomici quantistici degeneri, atomi freddi di Rydberg e molecole fredde stabili**.

Questi sistemi sono **simulatori analogici quantistici ideali** per affrontare problemi a molti corpi irrisolvibili usando anche i più potenti computer classici, problemi rilevanti per la materia condensata, la chimica quantistica

e la fisica delle alte energie. L'attività teorica e sperimentale si focalizza su **gas degeneri bosonici e fermionici**, prodotti e manipolati con alta risoluzione spaziale in potenziali ottici a doppia buca, in reticoli, e persino in bassa dimensionalità.

Con **bosoni degeneri** studiamo effetti coerenti, eccitazioni topologiche, la dinamica Josephson, il macroscopic quantum self-trapping, e schemi interferometrici quantistici. Caratterizziamo

nuovi stati della materia, come le "droplet" o il supersolido, una fase quantistica nella quale la superfluidità coesiste con la struttura periodica tipica di un solido. Con i **gas fermionici ultrafreddi**

investighiamo **fenomeni di trasporto quantistico** come l'effetto Josephson, la simulazione della dinamica in sistemi bidimensionali, fasi superfluide in miscele, ed infine correnti chirali eccitate da

campi di gauge sintetici. Con gli **atomi di Rydberg** freddi studiamo **transizioni di fasi di percolazione diretta** in sistemi a molti corpi ed in presenza di dissipazione e driving esterno, un passo

necessario **per la realizzazione di un co-processore quantistico**

per applicazioni in chimica e biochimica strutturale. Realizziamo molecole ultrafreddi stabili con tecniche di buffer gas cooling e decelerazione Stark, sia per test spettroscopici di fisica fondamentale (variazioni spazio-temporali di costanti fondamentali, ricerca della quinta forza,...) sia in vista di strategie secondarie di raffreddamento/intrappolamento verso il regime di degenerazione quantistica.

1

COLD MATTER & QUANTUM SIMULATION

CNR-INO boasts **worldwide-leading** experimental and theoretical **expertise on quantum degenerate atomic gases, cold Rydberg atoms and stable molecules**. These systems are **ideal analog quantum simulators for a variety of many-body problems** that are unsolvable even using today's most powerful classical supercomputers and that are relevant to fields as diverse as condensed matter physics, quantum chemistry, up to high-energy physics.

The CNR-INO theoretical and experimental research activity focuses on both **fermionic and bosonic quantum gases**. They are produced and manipulated with high spatial resolution in double-well potentials, lattices, and even in low dimensional geometries. **In degenerate bosonic gases** we study coherent effects, topological excitations, Josephson oscillations, macroscopic quantum self-trapping, and quantum interferometry schemes. We disclose and characterize **new states of matter, such as quantum droplets and the supersolid**, a novel quantum phase in which superfluidity coexists within a solid-like periodic structure. **With ultracold fermions** we investigate **quantum transport phenomena**, from the Josephson effect to the quantum simulation of two-dimensional electronic heterostructures, superfluid phases in fermionic mixtures, up to the propagation of chiral currents driven by synthetic gauge fields. We exploit cold **Rydberg atoms** to study the **directed percolation phase transition** in driven-dissipative many-body systems, a necessary step **to realize a quantum co-processor** for applications in structural (bio-)chemistry. We realize cold molecules using buffer-gas-cooling or Stark-deceleration methods, **for spectroscopic tests of fundamental Physics** (space-time variation of fundamental constants, fifth-force searches) and in view of secondary cooling/trapping strategies towards quantum degeneracy. Finally, the theoretical exploration broadens to **quantum fluids of photons**, simulating quark confinement and Hawking radiation from black holes.

...

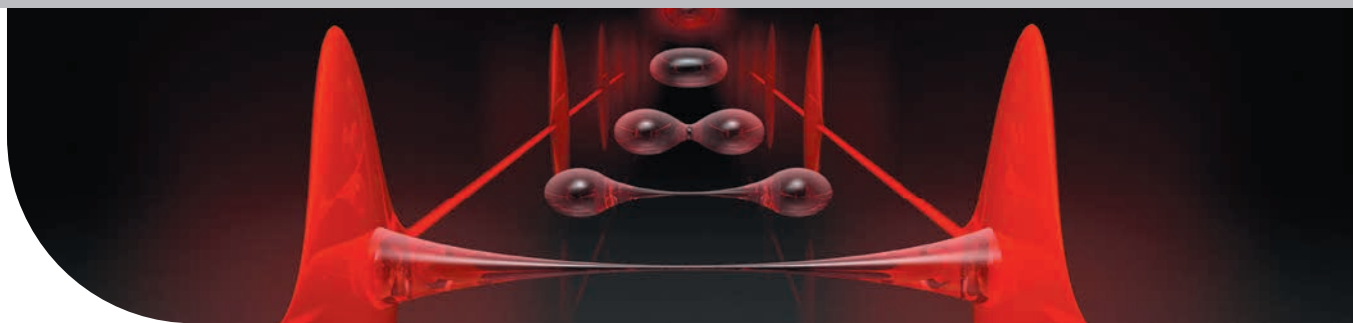
*superfluid
phases in
ultracold
fermions and
bosons*

...



2

OTTICA QUANTISTICA, INFORMAZIONE E METROLOGIA



Quest' area di ricerca esplora gli elementi alla base della futura scienza e tecnologia quantistica. Nell'indagare teoricamente e sperimentalmente i fondamenti della meccanica quantistica, i ricercatori al CNR INO sviluppano piattaforme che sfruttano effetti quantistici a livello di singola particella per tecnologie di informazione e sensoristica.

...

la scienza e la
tecnologia
quantistica del
futuro

...

Un approccio consiste nell'**ingegnerizzazione di stati quantistici della luce** attraverso l'interazione di impulsi laser ultracorti con cristalli non lineari. Stati non classici arbitrari della luce sono ottenuti con la realizzazione sperimentale di processi quantistici di base, come l'aggiunta e la sottrazione di singoli fotoni. Sequenze e sovrapposizioni di tali operazioni consentono la produzione di entanglement e l'implementazione di tecnologie puramente quantistiche, come l'amplificazione ad alta fedeltà e senza introduzione di rumore. Tali capacità sono anche al cuore dei sistemi di **distribuzione di chiavi quantistiche (QKD)** attualmente in fase di test sulle reti metropolitane in fibra ottica da parte dei ricercatori del CNR INO.

"Veri" singoli fotoni per la comunicazione incondizionatamente sicura e la radiometria quantistica sono ottenuti anche sfruttando l'emissione spontanea di **single molecole organiche in matrici solide**. I ricercatori dell'INO raggiungono livelli di efficienza di raccolta record integrando molecole in strutture fotoniche, come chip in nitruro di silicio e/o polimerici, e antenne planari. Emettitori quantistici integrati

sono anche impiegati come sensori su scala nanometrica per campi elettrici e distanza. I materiali organici, che hanno avuto un enorme impatto nell'optoelettronica, saranno di fondamentale beneficio anche nelle tecnologie quantistiche.

Anche i **centri di colore nel diamante** sono un candidato promettente per lo sviluppo di tecnologie di informazione e simulazione quantistica. Da un lato, possono essere utilizzati come efficienti emettitori di singoli fotoni; dall'altro, rappresentano una piattaforma ottimale per studiare la termodinamica su scala nanometrica, essenziale per l'ottimizzazione di microscopici motori termici e la simulazione quantistica dei processi chimici/biologici.

Le attività di **optomeccanica quantistica** comprendono misurazioni quantistiche delle fluttuazioni d'intensità della luce, il confinamento dei micro-oscillatori in stati vibrazionali squeezed e la memorizzazione/trasferimento del momento angolare orbitale ottico in un sistema micro-meccanico.

L'indagine teorica si concentra anche sull'identificazione dell'**entanglement multipartito** utilizzando l'informazione di Fisher in sistemi a **variabili discrete**, continue e ibride. Le applicazioni spaziano dalla metrologia sotto lo shot noise alla caratterizzazione delle transizioni di fase quantistica topologica. Infine, i gas bosonici ultrafreddi intrappolati in una buca doppia di potenziale sono investigati per **sviluppare sensori interferometrici atomici** per misurazioni precise di forze con risoluzione spaziale inferiore a un micron.

2

QUANTUM OPTICS, INFORMATION AND METROLOGY

This research area explores the building blocks of future quantum science and technology. While theoretically and experimentally investigating the foundations of quantum mechanics, researchers at CNR-INO develop platforms harnessing quantum effects at the single-particle level for information and sensing technologies.

*One route consists in the **engineering of quantum light states** through the interaction of ultrashort laser pulses with non-linear crystals. Tailor-made non-classical light states are obtained by the experimental implementation of basic quantum primitives, such as the addition and subtraction of single photons. Sequences and superpositions of such operations enable the production of arbitrary entanglement and the implementation of purely-quantum technologies, like high-fidelity noiseless amplification. These skills are also at the heart of **quantum key distribution (QKD)** systems currently being tested in metropolitan fiber networks by CNR INO researchers.*

*True single photons for unconditionally-secure communication and quantum radiometry are also obtained from the spontaneous emission of **single organic molecules** in the solid state. Researchers at INO achieve record-high collection efficiencies by integrating molecules in photonic structures, such as silicon nitride/polymeric chips or planar antennas. Integrated quantum emitters are also employed as nanoscale sensors for electric fields and distance. Organic materials, which have had huge impact in optoelectronics, will be crucially beneficial also in quantum technologies.*

***Diamond color centers** are also a promising candidate for quantum information and simulation technologies. On one hand, they can be used as efficient single-photon emitters; on the other, they represent an optimal platform to investigate thermodynamics at the nanoscale, essential for the optimization of microscopic heat engines and the quantum simulation of chemical/biological processes.*

***Quantum Optomechanics** activities encompass quantum-nondemolition measurements of light intensity fluctuations, the confinement of microoscillators in mechanical squeezed states, and the storing/transferring of optical orbital angular momentum to a micro mechanical system.*

*The theoretical investigation also focuses on identifying **multipartite entanglement** by using the Fisher information in **discrete, continuous and hybrid variables** systems. Applications range from sub shot-noise metrology to the characterization of topological quantum phase transitions. Finally, ultracold bosonic gases trapped in a double-well potential are investigated to develop **atomic interferometric sensors** for precise measurements of forces with spatial resolution below one micron.*

...

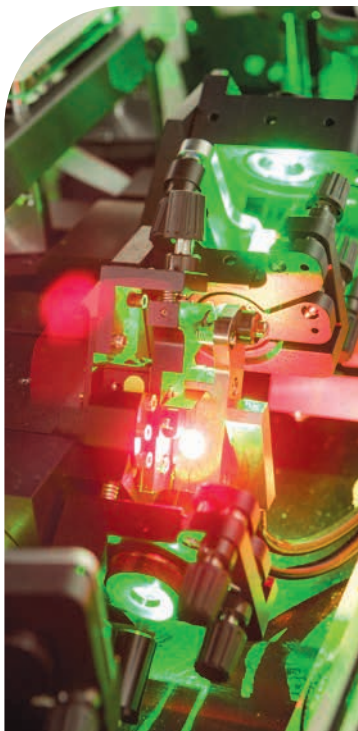
*future
quantum
science and
technology*

...



3

SENSORI, SPETTROSCOPIA E COMUNICAZIONI



Nei laboratori Sensori Ottici del CNR INO, le metodologie innovative sviluppate per la metrologia e l'indagine spettroscopica della materia vengono mutate per la realizzazione di nuovi **sensori di parametri fisici e chimici**, combinando la propagazione guidata, in **dispositivi interferometrici in fibra ottica** e **cavità risonanti** con geometria unidimensionale o tridimensionale, con **laser ultrastabili** nel vicino infrarosso e nel visibile.

La spettroscopia ad assorbimento laser è alla base di tantissime applicazioni che vanno dal **monitoraggio atmosferico**, alla diagnostica biomedica, alla valutazione del rischio vulcanico e ai **modelli climatici**. In particolare, i nostri strumenti stratosferici contribuiscono a progetti internazionali per il monitoraggio del bilancio energetico della Terra (ad es. strato di ozono e ruolo del vapore acqueo). Le misure ad altissima sensibilità sono ottenute combinando opportunamente sorgenti coerenti di ultima generazione con cavità ottiche risonanti, dispositivi fotoacustici o fenomeni esotici d'interazione luce-materia. La spettroscopia "metrologica", che mira a fornire la misura assoluta della frequenza di transizioni molecolari, si fonda sulla generazione di **pettini di frequenze miniaturizzati** nell'infrarosso/THz e sulla loro stabilizzazione rispetto a campioni di frequenza basati su orologi atomici, disseminati via **fibra ottica**.

Studi di materiali e piattaforme originali,

come nanostrutture di ossidi semiconduttori e sistemi di "naso artificiale" basati su nanofili di carbonio, per applicazioni alla sensoristica di gas in campo medico, industriale e agroalimentare.

Sensoristica plasmonica ed in fibra ottica

spinta a livelli di performance senza precedenti attraverso lo sviluppo di tecniche di interrogazione ultra-sensibili basate su risonatori ottici, includendo l'utilizzo di cavità a modo di galleria in goccioline liquide.

Microscopia a scansione di sonda

per la caratterizzazione di materiali innovativi 2D (ad es. grafene).

Tomografia di oggetti metallici nascosti

eseguita con magnetometri basati su atomi alcalini ultrafreddi, per applicazioni alla difesa nazionale.

Il laboratorio di Comunicazioni Ottiche Wireless studia la realizzazione di sistemi di trasmissione digitale tramite luce visibile, per fornire larghezze di banda e connettività molto più ampie laddove le radiofrequenze non sono appropriate (ad es. ospedali, aeroplani, comunicazioni sottomarine). Il lavoro attuale mira allo sviluppo della tecnologia di comunicazione LED nelle applicazioni intelligenti in ambito automotive, per protocolli innovativi di sicurezza e gestione autonoma del traffico.

3

SENSORS, SPECTROSCOPY AND COMMUNICATIONS

In the Optical Sensors laboratories of CNR INO, the unique methodologies developed for metrology and spectroscopy of matter are exploited for the realization of **novel sensors of physical and chemical parameters**, combining guided light propagation, in **fiber-optic interferometric devices** and **resonant cavities** with 1-d or 3-D geometries, with **ultra-stable lasers** in the infrared and visible spectrum.

Laser absorption spectroscopy is the basis of countless applications ranging from **atmospheric monitoring** and biomedical diagnostics to volcanic risk assessment and **climate models**.

Particularly, our stratospheric instruments contribute to international projects for monitoring the **Earth's energy balance** (e.g. ozone layer and role of water vapour). **Ultra-high-sensitivity** measurements are accomplished by properly combining last-generation coherent radiation sources with resonant optical cavities, photo-acoustic devices or more exotic light-matter interaction phenomena. Metrological spectroscopy, aiming to provide absolute measurements of molecular transition frequencies, rests on the generation of miniaturized infrared/THz **frequency combs** and their subsequent stabilization against atom-clock frequency standards delivered by the National Optical Fiber Backbone.



Studies of new materials and platforms

able to measure specific targets, like nanostructures of semiconductor oxides and “artificial nose” systems based on carbon nanowires, which find application as gas sensors in medical, industrial and agrifood applications.

Pushing fiber-optic and plasmonic sensors

to unprecedented detectivity levels through the development of ultra-sensitive interrogation techniques based on optical resonators, including the harnessing of optical whispering gallery modes in liquid droplets.

Scanning Probe Microscopy

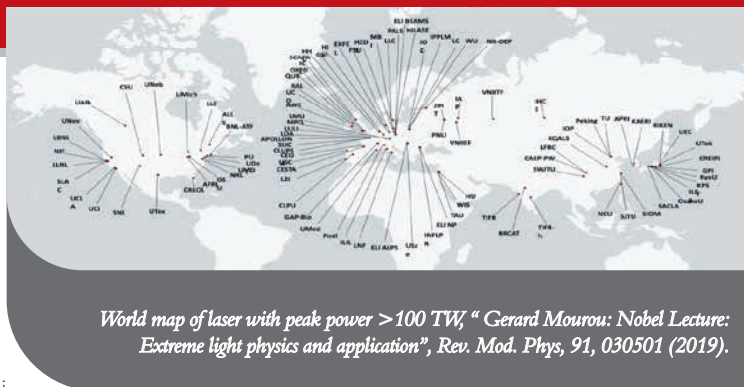
to characterize innovative 2D materials (i.e. graphene).

Tomography of hidden metal objects,

with applications in homeland security, is carried out with magnetometers based on ultracold alkali atoms.

The Wireless Optical Communications laboratory studies the realization of digital transmission systems based on visible light, in order to provide much larger bandwidths and connectivity in situations where radio-frequencies are unsuitable (e.g. hospitals, airplanes, submarine communications). Current work aims at developing LED-communications technology in automotive smart applications, in view of innovative security protocols and autonomous traffic management.

I laser ultraintensi hanno avuto un notevole sviluppo negli ultimi anni, con i loro inventori, G. Mourou e D. Strickland, premiati con il Premio Nobel 2018 per la Fisica. Grazie alla sua grande esperienza nella fisica dei plasmi e alle attività pionieristiche nella generazione di armoniche di ordine elevato e supercontinuo (con il ruolo chiave dei suoi ricercatori nel Premio Nobel 2005 a T. W. Hänsch per i pettini di frequenza), il CNR-INO guida una serie di progetti nazionali ed europei, e l'**Intense Laser Irradiation Laboratory (ILIL)** di Pisa è attualmente tra i più potenti laboratori laser ad alta intensità in funzione a livello mondiale.



Le attività del CNR-INO in questo settore includono:

- Sviluppo di **acceleratori compatti di elettroni e ioni** per radioterapia o produzione di radiofarmaci.
- Sorgenti di **raggi X ad alta luminosità**, alternative ai giganteschi sincrotroni, per radiografia avanzata.
- Studi sull'instabilità laser-plasma, rilevanti anche per la **fusione laser** come alternativa alla fusione magnetica per la produzione di energia senza emissioni di gas serra.
- **Analisi atmosferica remota** basata su laser, dove viene sfruttata una potenza estremamente elevata per creare colonne di plasma in grado di guidare la luce su lunghe distanze.

Altre attività del CNR-INO nel settore comprendono la ricerca su **materiali laser non convenzionali**, come ceramiche o cristalli drogati con lantanidi, per ottenere potenze di centinaia di TW nel vicino infrarosso. In collaborazione con CERN e INFN, i ricercatori CNR-INO utilizzano impulsi ultraintensi per la **scrittura laser di canali grafittici conduttivi in diamante** per il rilevamento e il tracciamento 3D di particelle ad alta energia e per la dosimetria medica. L'**annealing** con impulsi laser è inoltre investigato per la creazione di difetti isolati nel diamante da utilizzare come emettitori di singoli fotoni.

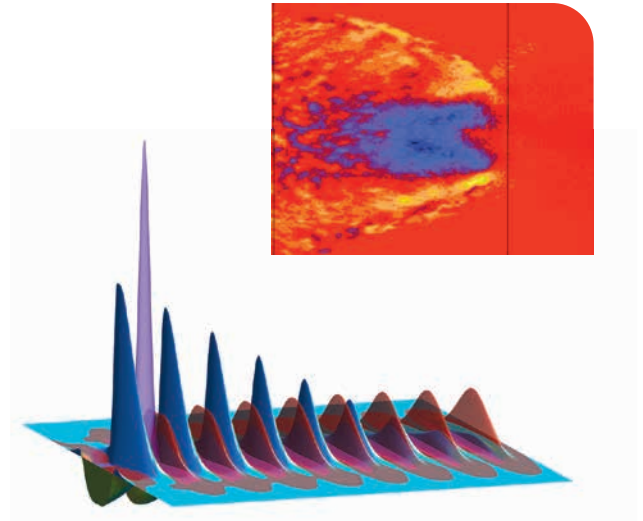
La **Fisica/Chimica ad alta pressione** si occupa della materia sotto pressioni estreme, fino a diversi milioni di atmosfere, e temperature di 10-6000 K. In queste condizioni, la suddivisione dei solidi in covalente, metallico, ionico e molecolare è messa a dura prova. Sperimentalmente, la materia viene compressa tra due incudini di diamante e interrogata con tecniche come la spettroscopia ottica e la diffrazione dei raggi X. In questo modo, è stata osservata la trasformazione della CO₂ molecolare solida in un solido covalente duro, insieme a un'intera classe di materiali ibridi fatti di polimeri ospiti auto-assemblati in cristalli micro-porosi. Questa ricerca offre un enorme potenziale per la sintesi di nuovi materiali con proprietà personalizzate.

4

EXTREME LIGHT AND MATTER

Ultraintense lasers have been developing dramatically in recent years, with their inventors, G. Mourou and D. Strickland, awarded the Nobel Prize in Physics in 2018. Thanks to a strong expertise in plasmas and pioneering activities in high-order harmonic generation and supercontinuum (with a key role of its researchers in the 2005 Nobel Prize to T.W. Hänsch for frequency combs), CNR-INO leads a number of National and European projects, and the “**Intense Laser Irradiation Laboratory (ILIL)**” in Pisa is among the most powerful high-intensity laser laboratories operating worldwide.

CNR-INO activities in this field include:

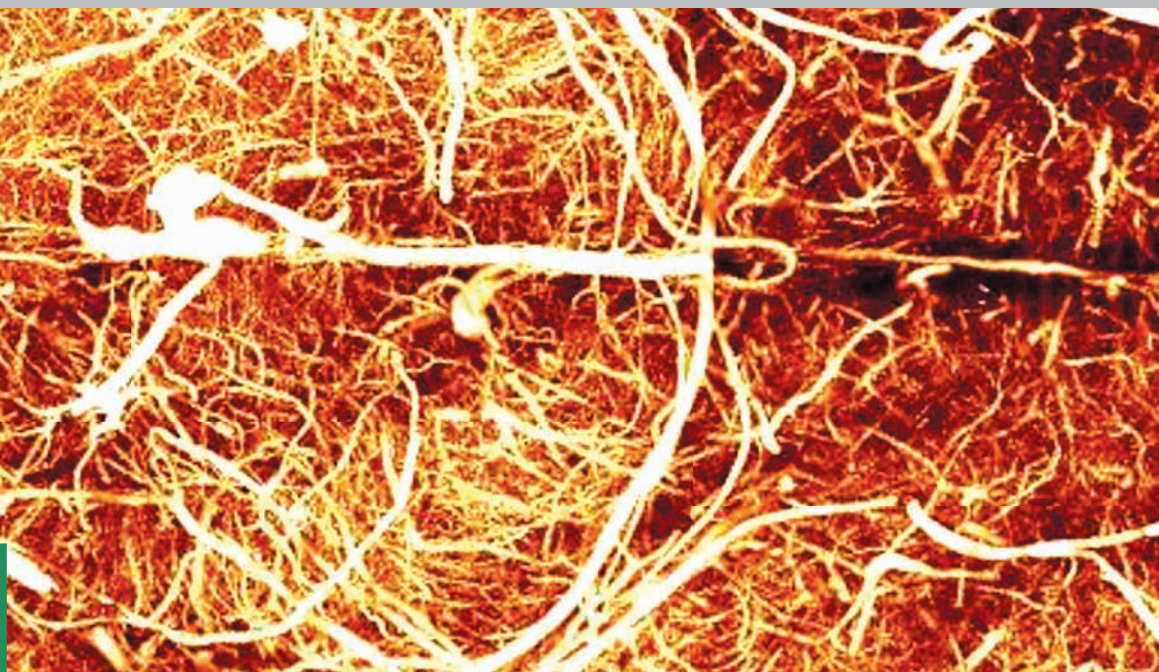


- Development of **compact electron/ion accelerators for radiotherapy**, or the production of radiopharmaceuticals.
- **High-brightness X-ray** sources alternative to the much larger synchrotrons for advanced radiography.
- Studies on laser-plasma instabilities, also relevant for laser **fusion** as an alternative to magnetic fusion for energy production without greenhouse gas emissions.
- **Remote laser-based atmospheric analysis** where extremely high power is exploited to create plasma

Other related activities include research on **unconventional laser materials**, such as lanthanide-doped ceramics and crystals, to achieve hundreds of TW power levels in the near infrared. In collaboration with CERN and INFN, CNR researchers exploit ultra intense laser pulses for **laser writing of conductive graphitic channels in diamond** for high-energy particle detection/tracking and medical dosimetry. Pulsed **laser annealing** also is investigated to create isolated defects in diamond to be used as single photon emitters.

High-pressure Physics/Chemistry deals with matter under extreme pressures, up to several millions of atmospheres, and temperatures of 10-6000 K. In these conditions, the partition of solids into covalent, metallic, ionic, and molecular is severely challenged. In these activities, matter is squeezed between two diamond anvils and interrogated with techniques such as optical spectroscopy and X-ray diffraction. In this way, the transformation of solid molecular CO₂ into a hard covalent solid was observed, along with an entire class of hybrid materials made of guest polymers self-assembled in host micro-porous crystals. This research offers enormous potential for the synthesis of novel materials with tailored technological properties.

5 BIOFOTONICA



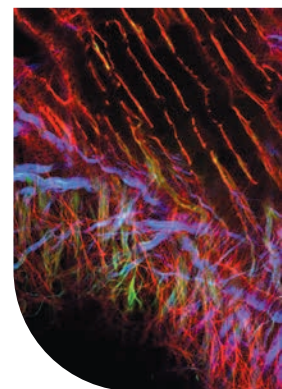
...

migliorare
la nostra
comprensione
degli eventi
biologici nelle
cellule

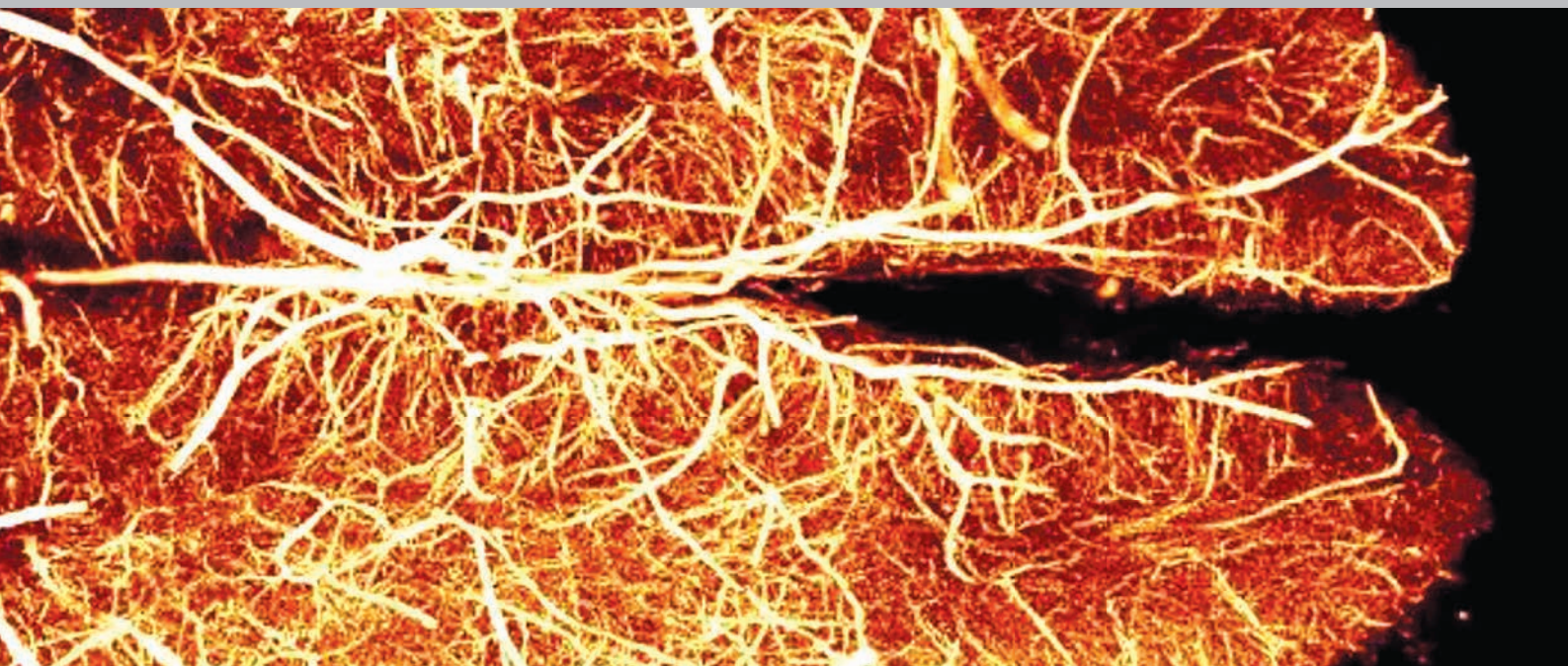
...

In quest'area di ricerca sviluppiamo **metodologie innovative** per aumentare la nostra comprensione degli eventi biologici in cellule, tessuti e animali. Tecniche di **microscopia ottica lineare e non lineare** vengono sviluppate e utilizzate sia ex-vivo che in-vivo in esperimenti che vanno dalle neuroscienze alla ricerca cardiovascolare fino alla diagnostica clinica. Utilizzando tecniche di microscopia avanzate in combinazione con metodi di trasformazione tissutale e software di analisi ad alte prestazioni, è ora possibile esplorare i tessuti biologici su una scala senza precedenti. **Interi organi**, come cervelli o cuori di topo intatti, possono essere acquisiti con una risoluzione sub-micron, ottenendo una ricostruzione ad alta risoluzione delle strutture biologiche su scala macroscopica. In parallelo, per studiare il comportamento dei singoli enzimi sia in vitro che nelle cellule viventi, vengono sviluppate **tecniche a singola molecola** per il tracciamento 3D

di singole molecole fluorescenti con precisione nanometrica. Le tecniche di imaging di singole molecole sono anche applicate per studiare le basi molecolari di importanti patologie neurodegenerative come l'**Alzheimer**. In combinazione con l'imaging, nuove metodologie non invasive per misurare il comportamento elastico dei campioni biologici sono impiegate per studiare le **proprietà citomeccaniche**. Parallelamente alle indagini di ricerca di base, sono presenti anche attività traslazionali in cui vengono impiegati approcci spettroscopici (basati su sonde a fibre ottiche) per la **diagnostica dei tessuti e la valutazione dell'evoluzione patologica**. Il mondo dell'ottica è anche combinato con materiali avanzati e metodi di stampa 3D. La luce viene utilizzata per **modellare la materia soffice e per controllarne le funzionalità**. Vengono sfruttati polimeri fotonici, la cui forma e indici di rifrazione possono essere modulati in risposta a lunghezze d'onda specifiche. A questo proposito, abbiamo recentemente dimostrato la capacità dei materiali sensibili alla luce di funzionare come **muscoli artificiali** per applicazioni di ingegneria tissutale. Infine, **metodi di stampa 3D innovativi** vengono utilizzati anche per lo sviluppo di scaffold basati su polimeri biodegradabili fotosensibili per la rigenerazione dei tessuti nervosi.



5 BIOPHOTONICS



In this research area we are developing **innovative methodologies** to increase our understanding of biological events in cells, tissues and animals. **Linear and nonlinear microscopy** techniques are developed and used both ex-vivo and in-vivo in experiments ranging from neuroscience to cardiovascular research, to clinical diagnostics. Using these advanced microscopy techniques in combination with tissue transformation methods and high performance computing, it is now possible to explore biological tissues at an unprecedented scale.

Whole organs, such as intact mouse brains or hearts, can be imaged with sub-micron resolution thus enabling high-resolution reconstruction of the biological structures on a macroscopic scale. On the other side, **single molecule techniques** for 3D tracking of single fluorescent molecules with nanometre accuracy are developed to study the behaviour of single enzymes both in vitro and in living cells. Single molecule imaging techniques are also applied to study the molecular basis of neurodegenerative pathologies, in particular **Alzheimer's disease**. In combination with imaging, new non-invasive methodologies for measuring the elastic behaviour of biological samples are employed to study **cytomechanical properties**. In parallel to basic research investigations, translational activities are also present where spectroscopic approaches (based on fibre-optics probes) are employed for tissue **diagnostics and pathological assessment**. The optics world is also combined with advanced materials and 3D

printing methods. **Light is used to shape soft materials and to control their functionalities**. We exploit different photonic polymers, whose shape and refractive indexes can be modulated in response to specific wavelengths. On this respect, we recently demonstrated the capability of light sensitive materials to work as **artificial muscles** for tissue engineering applications. Finally, **innovative 3D printing methods** are used for the development of innovative scaffolds based on photosensitive biodegradable polymers for nerve tissue regeneration.

...
*increase our
understanding of
biological events
in cells*
...

6

SCIENZA PER IL PATRIMONIO CULTURALE, SCIENZA DELLA VISIONE E PROGETTAZIONE OTTICA

Il Gruppo di Scienza per il Patrimonio Culturale (Gruppo Heritage Science – HSG) è impegnato nello sviluppo di nuove strumentazioni portatili e metodologie innovative per la diagnostica **non invasiva e in-situ dei beni culturali**. Esempi rappresentativi di tale attività sono lo **scanner multispettrale** nel vicino e medio infrarosso e l'**interferometro elettronico a pattern di speckle**, che consentono di valutare l'integrità dei materiali costitutivi e quindi di rilevare la presenza di danni non visibili all'interno di opere d'arte. Le attività sono condotte in collaborazione con il Ministero per i Beni Culturali e con centri di ricerca internazionali di spicco, istituti di conservazione e musei. Inoltre, il Gruppo

HS collabora con l'**Opificio delle Pietre Dure**, uno degli istituti di restauro maggiormente riconosciuti a livello internazionale.

Vari laboratori svolgono la propria ricerca nel campo della **radiometria, della fotometria e del testing ottico**. Le principali attività includono lo studio della **visione umana** (ViOLa Visual Optics Laboratory), la metrologia di **componenti e strumentazioni ottiche** (Laboratorio di Misurazione e Test Ottici), applicazioni di LEDs (Laboratori di **Fotometria e Tecnologia dell'Illuminazione**) e sistemi ottici per lo sfruttamento dell'energia luminosa (Laboratorio di Collettori Solari). Oltre a ricerca e attività didattica, questi laboratori mettono a disposizione servizi di progettazione, misurazione e consulenza.

...
sistemi
ottici per lo
sfruttamento
dell'energia
luminosa
...



6

HERITAGE SCIENCE, VISION SCIENCE AND OPTICAL DESIGN

The Heritage Science Group HSG is involved in the development of new portable instruments and innovative methodologies for in-situ, **non-invasive diagnostics of Heritage objects**. Successful examples are the Visible-Near Infrared (**Vis-NIR Multi-spectral Scanner**) and the **Electronic Speckle Pattern Interferometer**, which allow to assess the integrity of composite materials and thus detect hidden damages in artwork pieces. Activities are carried out in collaboration with the Italian Ministry of Cultural Heritage, as well as with prominent international research centres, conservation institutes, and museums. Moreover, the HSG collaborates with **Opificio delle Pietre Dure**, one of the most internationally renowned institutes in the field of restoration.

Several laboratories carry out research in the fields of **radiometry, photometry and optical testing**. The activities include research on **human vision** (ViOLa Visual Optics Laboratory), metrology of **optical components and devices** (Laboratory of Optical Measurements and Testing), on applications of LEDs (Laboratory of **Photometry and Lighting Technology**) as well as optics for the exploitation of solar energy (Solar Collectors Laboratory). In addition to research and teaching, these laboratories offer design, measurement and consultancy services.

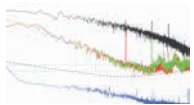
...

*optics for the
exploitation of
solar energy*

...



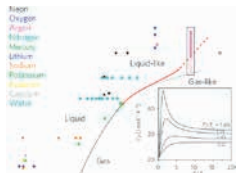
2010



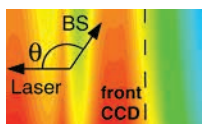
Science 330, 1081:
Osservazione del rumore termico delle fibre ottiche



Physical Review Letters 104, 083904:
Misura della larghezza intrinseca di un laser a cascata quantica

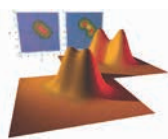


Nature Physics 6, 503:
Studio dello stato supercritico di un fluido

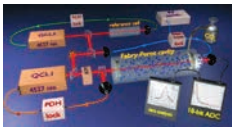


Physical Review Letters 105, 085001:
Raggi X direzionali da plasmii Laser

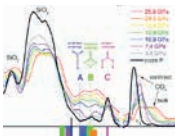
2011



Nature Photonics 5, 52:
Amplificazione noiseless di stati quantistici di luce

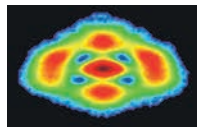


Physical Review Letters 107, 270802:
Prima datazione al radiocarbonio basata su spettroscopia laser

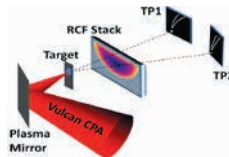


Proceedings of the National Academy of Sciences 108, 7689:
Chimica degli ossidi ad alte pressioni

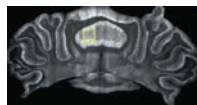
2012



Physical Review Letters 109, 053602:
Misura della forma del fotone

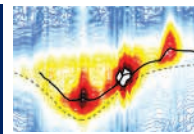


Physical Review Letters 109, 185006:
Verso acceleratori laser di ioni

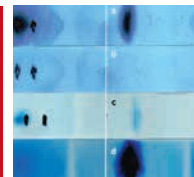


Optics Express 20, 20582:
Imaging ad altissima risoluzione di un intero cervello di topo

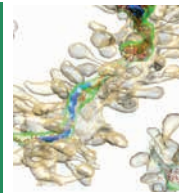
2013



Reviews Of Modern Physics 85, 29:
Fluidi quantistici di luce

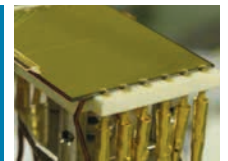


Physical Review Letters 111, 185001:
Luce intensa in un reticolo, un passo verso la plasmonica relativistica

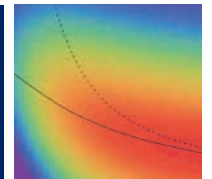


Proceedings of the National Academy of Sciences 110, 10824:
Assotomia laser svela il ruolo della neuromodulina nella rigenerazione degli assoni cerebrali

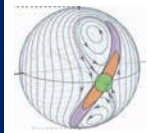
2014



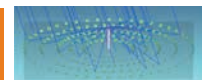
Nature Communications 5, 3194:
Paradosso di Zenone in un condensato di Bose-Einstein



Nature Photonics 8, 564:
Riprodotta in laboratorio il gatto di Schrodinger



Science 345, 424:
Nuovo metodo per verificare l'entanglement quantistico



Renewable Energy 63, 263:
Array di specchi per una fornace solare

Legenda aree tematiche | Thematic areas legend

1

MATERIA FREDDA E SIMULAZIONE QUANTISTICA
COLD MATTER & QUANTUM SIMULATION

2

OTTICA QUANTISTICA, INFORMAZIONE E METROLOGIA
QUANTUM OPTICS, INFORMATION AND METROLOGY

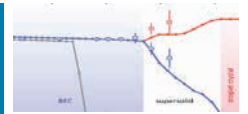
3

SENSORI, SPETTROSCOPIA E COMUNICAZIONI
SENSORS, SPECTROSCOPY AND COMMUNICATIONS

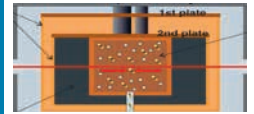
4

LUCE E MATERIA ESTREME
EXTREME LIGHT AND MATTER

2019



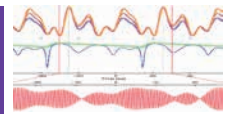
Nature 574, 382:
Nuovo stato della materia, creato il primo supersolido



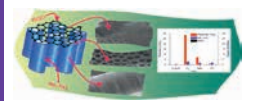
Optica 6, 436:
Spettroscopia di precisione su molecole fredde per studi di Fisica fondamentale



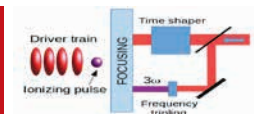
EPJ Quantum Technology 6, 5:
Primo test italiano di crittografia quantistica



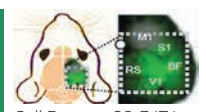
Nature Photonics 13, 562:
Stabilizzazione di pettini di frequenze da laser a cascata quantica



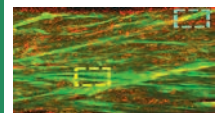
ACS Sensors 4, 2094:
Naso elettronico per la caratterizzazione di atmosfere complesse



Physical Review Accelerators and Beams:
Il modello dell'INO per l'acceleratore laser del futuro



Cell Reports 28, 3474:
Imaging del processo di rigenerazione neuronale

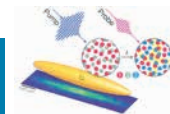


Communications Biology 2, 117:
Studio delle proprietà morfo-mecchaniche dei tessuti corneali mediante microscopia Raman

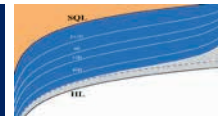


Optics Letters 44, 919:
Imaging foto-acustico della struttura interna dei dipinti

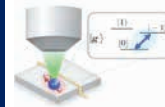
2018



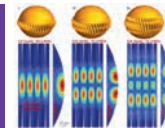
Physical Review Letters 121, 253602:
Analogo quantistico di un'emulsione classica



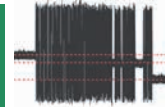
Review of Modern Physics 90, 035005:
Metrologia quantistica con campioni atomici



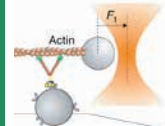
Physical Review X 8, 021059:
Controllo ottimale per 1-Qubit quantum sensing



Physical Review Letters 120, 073902:
Laser fononico in un microrisonatore liquido



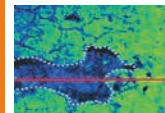
Nucleic Acids Research 46, 5011:
Manutenzione del genoma all'interno delle cellule



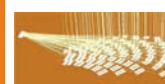
Nature communications 9, 2844:
Pinzette ottiche per lo studio della motilità della miosina



Angewandte Chemie Int. Ed. 10.1002/anie.201800624:
Imaging spettrale dei ritratti della Madonna del Coniglio di Manet e Tiziano

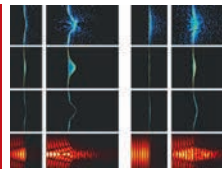


Angewandte Chemie 130, 1:
La tomografia ottica rivela la storia nascosta della Madonna dei Fusi di Leonardo da Vinci

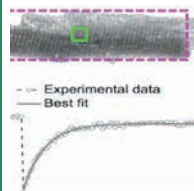


Renewable and Sustainable Energy Reviews 94, 792:
Simulazione ottica di un campo solare a ricevitore centrale

2017



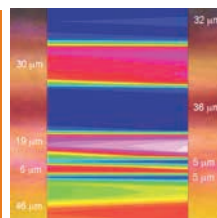
Physical Review Letters 119, 054801:
Effetti di polarizzazione nella "vela a luce"



Proceedings of the National Academy of Sciences 114, 5737:
Microscopia «FRAP» rivela proprietà elettriche del cuore

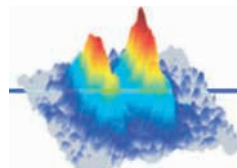


Small 1702677:
Materiali cristallini liquidi per la Medicina rigenerativa



Analyst 142, 42:
Spettroscopia terahertz per sondare la composizione degli inchiostri

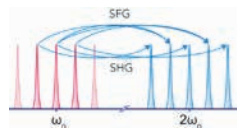
2016



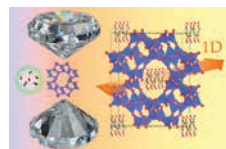
Nature Physics 12, 826:
Rottura di simmetria spaziale in atomi ultrafreddi intrappolati



Physical Review Letters 116, 161303:
Test di Gravità Quantistica con oscillatori opto-meccanici

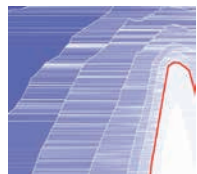


Nanophotonics 5, 316:
Pettini di luce mediante oscillazione parametrica

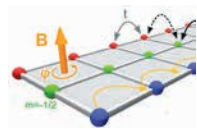


Chemistry of Materials 28, 4065:
Sintesi di materiali subnanocompositi

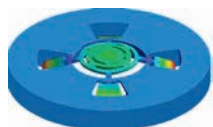
2015



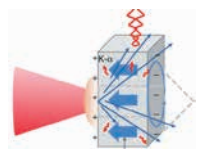
Science 350, 1505:
Effetto Josephson in atomi di litio ultrafreddi



Science 349, 1510:
Atomi di itterbio in reticoli ottici per simulare extra-dimensioni



Nature Communications 6, 7503:
Rivelazione del rumore dello spazio-tempo



Nature Communications 6, 8742:
Stelle nane in laboratorio

5 BIOFOTONICA
BIOPHOTONICS

6 SCIENZA PER IL PATRIMONIO CULTURALE,
SCIENZA DELLA VISIONE E PROGETTAZIONE OTTICA
HERITAGE SCIENCE, VISION SCIENCE
AND OPTICAL DESIGN



TRASFERIMENTO TECNOLOGICO TECHNOLOGY TRANSFER



■ Il Trasferimento Tecnologico (TT) rappresenta la seconda missione del CNR, dopo la ricerca scientifica. Essendo uno dei primi istituti del CNR ad aver fondato nel 2015 una **Rete di Trasferimento Tecnologico**, tale struttura supporta i ricercatori dell'INO in tutte le attività di TT, tra cui:

- rilevazione del know-how tecnologico e brevettuale delle diverse unità di ricerca;
- protezione dei risultati della ricerca, nuove idee o invenzioni;
- ricerche di anteriorità brevettuale;
- gestione e sfruttamento dell'IPR;
- promozione e supporto nella creazione di Spin-Off;
- supporto nell'identificazione di opportunità di finanziamento e costruzione di partenariati con aziende e altre istituzioni (pubbliche e/o private);
- interfacciamento con l'Ufficio di Trasferimento Tecnologico di Roma per attività di brevettazione.

■ *Technology Transfer (TT) represents the CNR's second mission, after scientific research. Being one of the first CNR Institutes to set up a **Technology Transfer Network** in 2015, such network supports CNR INO researchers in all the activities related to TT, namely:*

- survey of the technological and patent know-how;
- protection of research results;
- prior-art search for patentability;
- IPR management and exploitation;
- promotion and support for Spin-off creation;
- support in identifying financing opportunities and building partnerships;
- interface with Technology Transfer Office of CNR for licensing activities.



NEGLI ULTIMI 10 ANNI
SONO STATI RAGGIUNTI I SEGUENTI
NOTEVOLI RISULTATI:

- 36 nuovi brevetti;
- 1 Spin-Off: PPQSense (www.ppqsense.it);
- contratti e collaborazione con molte aziende private;
- lancio di nuove iniziative di spin-off

*IN THE LAST 10 YEARS
THE FOLLOWING REMARKABLE
RESULTS HAVE BEEN ACHIEVED:*

- 36 new patents;
- 1 Spin-Off: PPQSense (www.ppqsense.it);
- contracts and collaborations with many private companies;
- launch of new spin-off initiatives



COLLABORAZIONI CON AMMINISTRAZIONI LOCALI E ISTITUZIONI:

- **Accordo con il Comune di Sesto Fiorentino per il monitoraggio dell'inquinamento dell'aria;**
- **Protocollo di Intesa tra Prato, Università di Firenze e CNR per lo sviluppo di una infrastruttura di comunicazione quantistica;**
- **Collaborazione in attività di TT della Regione Toscana:**
 - Partecipazione ai gruppi di lavoro dell'Osservatorio R&I -TT;
 - Aggiornamento di competenze e nomi nel database dei Laboratori toscani MPLAB;
 - Valutazione del livello di adozione e maturità aziendale di tecnologie di Industria 4.0 (<http://www.cantieri40.it/i40/surveyi40.php>) nei settori della Ceramica e della Meccanica a Sesto Fiorentino

COLLABORATIONS WITH LOCAL ADMINISTRATIONS AND INSTITUTIONS:

- **Agreement with Sesto Fiorentino to monitor air pollution;**
- **Memorandum of understanding among Prato, University of Florence and CNR to develop quantum communication infrastructure;**
- **Interaction with Tuscany Region in several TT activities.**
 - Participation in the working groups of the R&I -TT Observatory;
 - Updating of skills in the database "MPLAB Tuscan laboratories";
 - Evaluation of the degree of use by companies of "Industry 4.0" technologies (<http://www.cantieri40.it/i40/surveyi40.php>) in the Ceramics and Mechanics sectors in Sesto Fiorentino

PARTECIPAZIONE AI BANDI POR-FSE 2014-2020 FINANZIATI DALLA REGIONE TOSCANA (2017) IN COORDINAMENTO TRA LE AREE DI FIRENZE E PISA:

- **Progetto AFTTER:**
 - Trasferimento Tecnologico di tecnologie optoelettroniche e ad alta energia;
 - Trasferimento Tecnologico di tecnologie abilitanti per Industria 4.0
- **Progetto ARCO:**
 - Progetto SOPRA "Sensore Ottico per la rivelazione di Protossido di Azoto";
 - Progetto LaserPIXE "Laser driven Particle Induced X-ray Emission: source development and X-ray spectral/spatial analysis"

INO PARTICIPATION IN POR-FSE 2014-2020 CALLS FINANCED BY THE TUSCANY REGION (2017) IN COORDINATION BETWEEN FLORENCE AND PISA AREAS:

- **AFTTER Project:**
 - TT in optoelectronic and high-energy technologies;
 - TT in "Industry 4.0" enabling technologies
- **ARCO Project:**
 - SOPRA Project "Optical Sensor for the detection of Nitrous Oxide";
 - LaserPIXE "Laser driven Particle Induced X-ray Emission: source development and X-ray spectral/spatial analysis"



**Industry 4.0 Competence Center on
Advanced Robotics and
enabling digital Technologies
& Systems**

Coordinamento del Macronodo CNR, all'interno del Centro di competenza ARTES 4.0: il Macronodo CNR offre supporto alle aziende fornendo servizi di orientamento, consulenza e assessment tecnologico attraverso i suoi nodi AWN (awareness nodes), e offre know-how, personale altamente qualificato e infrastrutture tecnico-scientifiche di primo livello per la realizzazione e gestione operativa dei **progetti di innovazione** da realizzarsi nell'ambito del centro di competenza ARTES4.0 attraverso i nodi IDN (innovation and development nodes). Il Macronodo CNR si articola in un totale 3 nodi IDN e 3 nodi AWN, localizzati nelle Aree CNR di Pisa, Firenze e Palermo.

Coordination of CNR Macronode, within the ARTES 4.0 Competence Center: the CNR Macronode offers support to companies by providing orientation, **consulting and technological assessment services** through its AWN (awareness nodes) nodes, and offers know-how, highly qualified personnel and first-level technical-scientific infrastructures for the development **of innovation projects** through IDN (innovation and development nodes) nodes.

CenTraTec

CenTraTec, il nuovo Centro di Trasferimento Tecnologico dell'Area di Firenze: INO è l'istituto leader nella creazione e avvio di un nuovo centro di trasferimento tecnologico multidisciplinare, chiamato **CenTraTec**, che coinvolge diversi istituti dell'area di ricerca del CNR Firenze. Al suo interno personale dedicato e infrastrutture tecniche e di laboratorio condivise si dedicheranno allo sviluppo di partenariati pubblico-privati il cui fine sia una profonda innovazione tecnologica e la creazione di tecnologie e prodotti dirompenti, nonché la partecipazione a bandi di finanziamento di ricerca congiunta o commissionata. Il CenTraTec rientra nell'importante accordo tra CNR e Regione Toscana sulle azioni di ricerca e innovazione, siglato nel 2019.

CenTraTec: the new center for technology transfer of CNR Research Area-Firenze: CNR INO is one of the founding institutes in the creation and start-up of a new, multidisciplinary technology transfer center, named **CenTraTec**, involving several Institutes of CNR in the Research Area of Firenze, aiming at the development of public-private partnerships for deep technological innovation and creation of disruptive technologies and products, and to the participation to joint research and innovation funding calls. The CenTraTec fits within the important CNR-Regione Toscana Agreement on Research and Innovation actions, signed in 2019.



OUTREACH e FORMAZIONE *OUTREACH and TRAINING*



L'istituto supporta e organizza attività di divulgazione scientifica e disseminazione della ricerca, rivolte alla cittadinanza tutta e in particolare alla scuola.

I laboratori sono visitati ogni anno da molte classi degli istituti superiori e gli studenti possono utilizzare lo strumento dei *Percorsi per le Competenze Trasversali e per l'Orientamento (PCTO)* per confrontarsi con il mondo della ricerca, lavorando attivamente in progetti ad hoc con la supervisione delle ricercatrici e dei ricercatori dell'istituto.

I ricercatori INO partecipano frequentemente a iniziative di tipo science fair, a livello locale [*Ludoteca scientifica (PI)*, *Flight (FI)*, *Futuro Remoto (NA)*, *Fattorie Didattiche Aperte(NA)*, *Maker Faire(Roma)*], nazionale [*Festival della Scienza di Genova*] e internazionale [*Notte dei Ricercatori, Pint of Science*]; preparano e presentano conferenze presso istituzioni scolastiche, enti culturali o in occasione di eventi e pubblicano articoli di divulgazione (*Speed dating scientifici organizzati dai Physics & Optics Naples Young Students (NA)*, *Beer & Physics (TN)* organizzate dall'Associazione Italiana Studenti di Fisica, *Pint of Science, festival Co.Scienza(TN)*, *Galileo's Briefings (FI)*).

Molte ricercatrici e ricercatori delle varie sezioni sono impegnati attivamente nell'insegnamento sia presso strutture universitarie (come titolari di corsi), che nell'organizzazione di conferenze e scuole scientifiche a livello nazionale ed internazionale.

Il CNR INO promuove e valorizza le proprie attività attraverso la comunicazione sia col proprio sito web che con la presenza sui canali social, secondo principi di condivisione, trasparenza ed accessibilità dei risultati delle ricerche.





The CNR Italian National Institute of Optics CNR INO has a consolidated experience in devising and delivering outreach initiatives for students of all ages and for the general public.

Every year we host in our labs high school students who can profit from a dedicated learning tool designed to increase their awareness of the academic world in view of their future job choice. This tool allows visiting students to undertake specific research projects tailored around them under the supervision of resident scientists.

CNR INO's scientists are frequently involved in multiple national (e.g., Ludoteca scientifica (PI), Flight (FI), Futuro Remoto (NA), Fattorie Didattiche Aperte (NA), Maker Faire (Roma)) and international (e.g., Notte dei Ricercatori, Pint of Science and others, festival Co.Scienza(TN), Galileo's Briefings (FI); events aimed at illustrating the impact of science in everyday life. Likewise, our scientists are a recurrent presence at public engagement conferences organised by Local Trusts and Educational Institutions. Finally, we have developed several outreach publications.

Our recognition as educators is further evidenced by the fact that many of our scientists are lecturers at University degrees and regularly organise National and International scientific schools and conferences.

We are committed to make science accessible to all by promoting CNR INO's outreach activities through our website and social media.



CNR-INO: i nostri SERVIZI



Molte officine diverse supportano i nostri scienziati sviluppando e costruendo dispositivi che non possono essere facilmente acquistati da fornitori esterni. Le officine, dedicate all'ottica, all'elettronica, alla meccanica, contribuiscono alla realizzazione degli esperimenti e aiutano a modificare e a riparare gli apparati scientifici esistenti. Inoltre è disponibile una camera bianca per misurazioni e controlli ottici delle superfici.

Il nostro personale amministrativo, situato nella sede centrale e in ogni sede secondaria, si trova continuamente di fronte a problemi legati al coniugare la ricerca col rispetto delle procedure di una pubblica amministrazione. Di recente, un enorme processo di digitalizzazione ha cambiato la struttura del lavoro amministrativo, realizzando una notevole riduzione dell'uso della carta.

Il nostro ufficio progetti lavora per aiutare i ricercatori a identificare, applicare e gestire i finanziamenti esterni e interni. Il servizio include informazioni su bandi aperti, procedure di partecipazione, negoziazione di contratti, coordinamento e gestione di processi in corso e chiusura amministrativa.



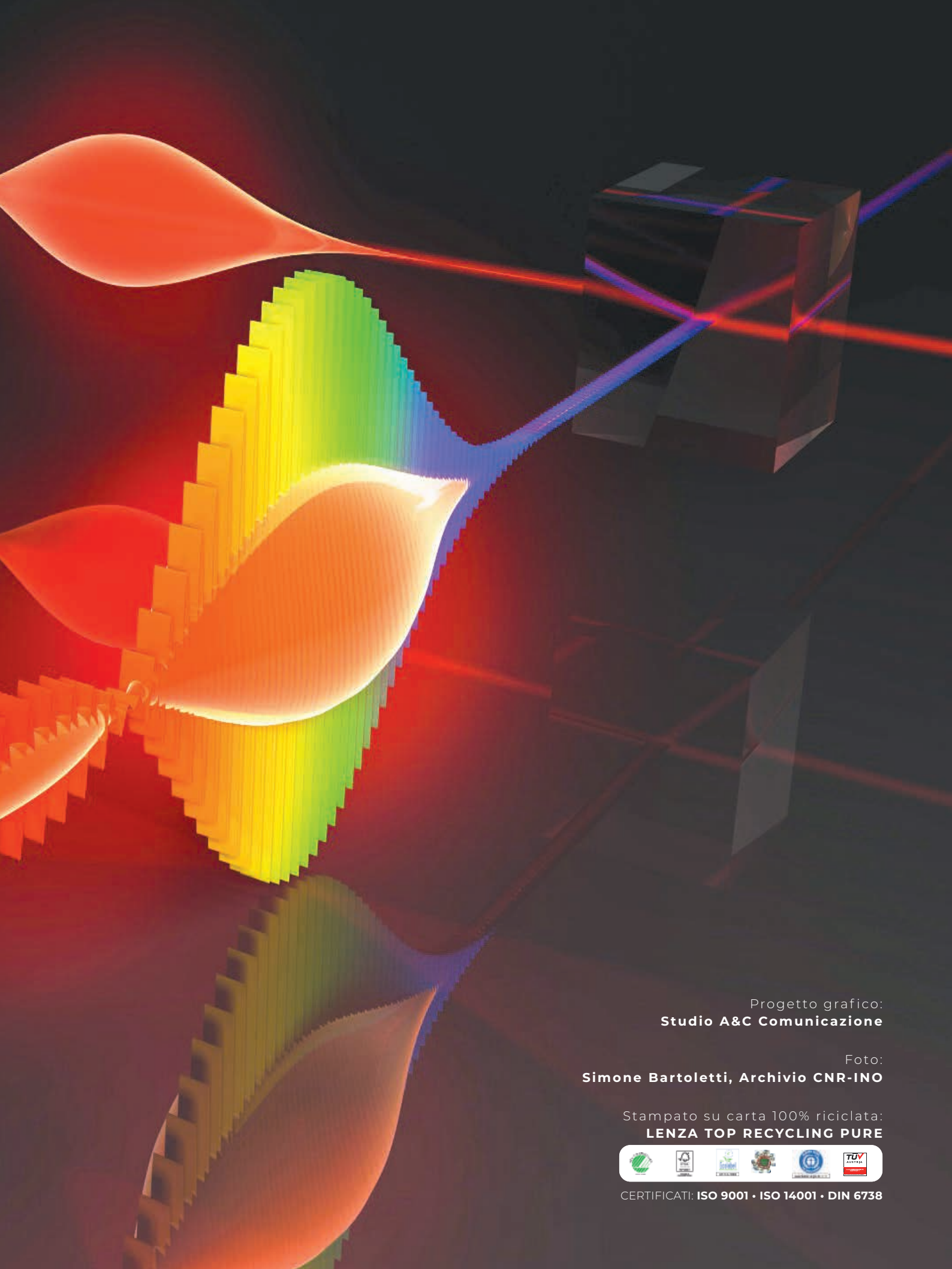
CNR-INO: *our SERVICES*



Many different workshops support our scientists by developing and building devices that cannot easily be purchased from external providers. The workshops, devoted to optics, electronics, mechanics, contribute to the feasibility of experiments and help to modify and repair existing scientific apparatus. Furthermore, a cleanroom can be used for measurements and optical controls of surfaces.

Our administrative staff, located in the headquarter and every branches, is continuously facing problems related to conjugate research and the compliance with the procedures of a public administration. Recently, a huge process of digitalization has changed the structure of administrative work, realizing a great reduction in the use of paper.

Thanks to our grant office, researchers are also assisted in identifying, applying to and managing external and internal funding. The service includes information on open calls, the application process, contract negotiations, coordination and management of ongoing process and administrative closeout.



Progetto grafico:
Studio A&C Comunicazione

Foto:
Simone Bartoletti, Archivio CNR-INO

Stampato su carta 100% riciclata:
LENZA TOP RECYCLING PURE



CERTIFICATI: ISO 9001 • ISO 14001 • DIN 6738



Sede principale | *Headquarters*

FIRENZE

Largo Enrico Fermi, 6 - 50125 Firenze (FI) - Tel. +39 055 23081 - istituto@ino.cnr.it



Sedi secondarie | *Branches*

BRESCIA c/o CSMT

Via Branze, 45 - 25123 Brescia (BS) - Tel. +39 030 6595246

LECCO c/o Polo Universitario di Lecco

Via Gaetano Prevati, 1/e - 23900 Lecco (LC) - Tel. +39 055 4572501

NAPOLI c/o Comprensorio Olivetti

Via Campi Flegrei, 34 - 80078 Pozzuoli (NA) - Tel. +39 081 8675424/366

PISA c/o Area di Ricerca CNR di Pisa

Via G. Moruzzi, 1 - 56124 Pisa (PI) - Tel. +39 050 315 2235/2232/2443

SESTO FIORENTINO c/o LENS - Polo Scientifico dell'Università di Firenze

Via Nello Carrara, 1 - 50019 Sesto Fiorentino (FI) - Tel. +39 055 457 2090/2169

TRENTO Centro BEC (Bose-Einstein Condensation) c/o Dip. di Fisica - Università di Trento

Via Sommarive, 14 - 38123 Povo (TN) - Tel. +39 0461 282017

TRIESTE c/o Area Science Park - Edificio Q2

Strada Statale 14, km 163,5 - 34149 Basovizza (TS)



w w w . i n o . c n r . i t