



cnr.it
Highlights 2010 | 2011

cnr.it
Highlights 2010 | 2011

Prefazione

La conoscenza si consolida e progredisce se, pubblicamente, si condividono idee, risultati, metodi, lavori. Per farlo occorre comunicare, raccontare, descrivere, giustificare, difendere il proprio lavoro di ricercatore. La forma privilegiata, in un certo senso più autorevole e accreditata all'interno della comunità scientifica, è la comunicazione formale scritta, la tradizionale e ben nota pubblicazione, cui ne seguono molte altre fino a quelle informali, ma non per questo meno rilevanti o interessanti ai fini del progresso scientifico. Negli ultimi anni il numero di pubblicazioni scientifiche è cresciuto in modo esponenziale tanto che è impossibile, anche all'interno dello stesso campo di indagine, avere il dato puntuale dell'intera produzione.

Da qui l'esigenza di disporre di meta strumenti descrittivi – indici, annali, repertori, banche dati – che in un qualche modo orientino e aiutino il ricercatore, e non solo, nelle proprie attività.

Con il passare degli anni parte di questa letteratura, soprattutto quella sempre meno stretta dai vincoli propri delle singole discipline, è diventata funzionale anche a dare visibilità sociale alle strutture e ai laboratori di ricerca in cui quelle stesse attività nascono e si sviluppano.

Di questa famiglia fa parte, e a pieno titolo, la rivista *CNR.IT – Highlights* del Consiglio Nazionale delle Ricerche, giunta ormai alla terza edizione: una raccolta ragionata di lavori, notizie e attività funzionali a descrivere la ricchezza e la poliedricità scientifica dell'Ente che è, e resta, patrimonio della collettività.

Gli *Highlights* di quest'anno assumono come riferimento temporale il biennio 2010-2011 e confermano l'impostazione dei contenuti in due sezioni, così come proposta nelle passate edizioni, raccontando, senza cedere alle lusinghe dell'autoc elebrazione e dell'autoreferenzialità, lo svolgersi delle attività scientifiche nel più grande ente di ricerca italiano.

La prima sezione è rappresentata dai circa 220 lavori scientifici divisi in quattro macro aree rappresentative di grandi filoni di ricerca: Habitat e Vita; Materia ed Energia; Cultura e Società; Informazione e Comunicazione. La selezione degli articoli è stata effettuata sulla base degli indici ISI dal Comitato Editoriale avendo come riferimento gli oltre 15 mila articoli scientifici pubblicati dai ricercatori del Cnr nel corso del biennio esaminato. Agli articoli scientifici si affiancano notizie, risultati e curiosità che, nel corso dei due anni considerati, hanno contribuito, a vario titolo, a costruire e consolidare il ruolo pubblico e sociale della ricerca condotta dagli studiosi del Cnr.

La seconda sezione fotografa, su base territoriale, la rete di ricerca delle strutture dell'Ente descrivendone le attività e le risorse messe a disposizione.

Ringrazio i tanti che hanno lavorato a questa edizione degli *Highlights* e tutti coloro che ne hanno reso possibili i contenuti.

Luigi Nicolais

Presidente

Consiglio Nazionale delle Ricerche



Sommario

Cnr.it - Highlights 2010-2011

Comitato Editoriale

Francesco Antinucci
Roberto Defez
Antonella Emina
Maria Carla Gilardi
Franco Miglietta
Alfonso Morvillo
Giuseppe Palmisano
Roberto Paoluzzi
Vittorio Pellegrini
Marie-Claude Tremouille

Produzione

Manuela Arata (Responsabile)
Chiara Badia (Curatore)
Paola Bertolazzi
Luciano Celi
Massimo Cultraro
Sara Di Marcello
Manuela Faella
Marco Ferrazzoli
Francesca Gorini
Cecilia Migali
Elisabetta Narducci
Lucia Paciucci

Progetto grafico

Valentina Gottardi

Si ringraziano

Giovanni Abramo
Floriana Carbone
Nicoletta Celli
Virginia Coda Nunziant
Manuela Costa
Valeria Costa
Anna D'Amato
Giovanni De Simone
Massimiliano Di Bitetto
Valentina Saporetti
Luca Tiberi

Pubblicato da

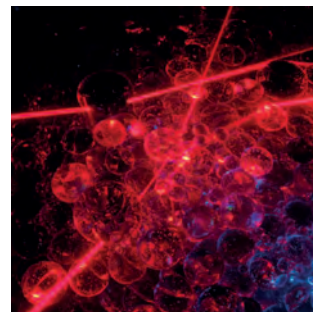
CNR – Ufficio PSC
Sezione Editoria

Impaginazione e stampa
omgrafica - Roma

Finito di stampare a cura di omgrafica - Roma
nel mese di luglio 2012

Copertina

Disordered photonics.
Fotografia di Diederik S. Wiersma -
INO/LENS, Firenze.



Habitat & Vita

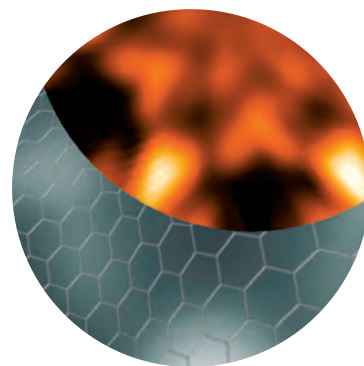
6

Highlights: Genomica, Scienze dell'atmosfera, Idrologia, Comportamento, Biologia, Agroalimentare, Trattamento acque, Biometeorologia, Genetica, Telerilevamento, Ecologia, Salute, Biologia computazionale, Biodiversità, Medicina molecolare, Idrodinamica, Neuroscienze, Paleoclima, Vulcanologia, Immunoterapia, Medicina, Glaciologia, Ambiente, Geomorfologia, Stratigrafia, Viticoltura

Materia & Energia

72

Highlights: Materiali, Elettronica, Magnetismo, Idrodinamica, Scienze dello spazio, Informazione quantistica, Sensori, Nanoscienze, Superconduttori, Semiconduttori, Fotovoltaico, Gas quantistici, Fisica molecolare, Nuovi materiali, Fisica computazionale, Colloidi, Simulazioni numeriche, Nanotecnologie, Sistemi quantistici, Catalizzatori, Chimica computazionale, Microscopia, Fusione laser, Dinamica dei fluidi, Misure, Biochimica, Biosensori, Nanomedicina, Fisica statistica, Calcolo computazionale, Green energy, Spettroscopia, Dinamica non lineare, Biofisica





158

Informazione & Comunicazione

Highlights: Intelligenza artificiale, Web semantico, Cosmologia, Gestione dati, Analisi di immagini mediche, Bioinformatica, Informatica, Scienza computazionale, Diagnostica per immagini, Computer graphics, Rappresentazione lineare, Linguistica, Fluidodinamica, Scienze cognitive, Robotica marina, Idrodinamica navale, Sistemi non lineari, Reti neurali, Robotica, Cosmologia



188

Cultura & Società

Highlights: Sviluppo rurale, Marketing, Beni culturali, Archeologia, Economia, Comunicazione, Public utility, Diagnostica per l'arte, Lessicologia, Scienze cognitive, Restauro, Demografia, Psicologia, Politica energetica, Storia, Urbanizzazione, Tecnologie di apprendimento, Linguistica, Evoluzione, Conservazione

213

Rapporto Attività



224

Dipartimenti



227

Istituti

Habitat & Vita

Highlights

Genomica, Scienze dell'atmosfera,
Idrologia, Comportamento, Biologia,
Agroalimentare, Trattamento acque,
Biometeorologia, Genetica, Telerilevamento,
Ecologia, Salute, Biologia computazionale,
Biodiversità, Medicina molecolare, Idrodinamica,
Neuroscienze, Paleoclima, Vulcanologia,
Immunoterapia, Medicina, Glaciologia,
Ambiente, Geomorfologia, Stratigrafia,
Viticoltura

Seraccata terminale del ghiacciaio Alto dell'Ortles;
sulle pareti dei crepacci si può notare la sequenza
stratigrafica.





MEDICINA

Alzheimer e diabete di tipo 2: meccanismi molecolari comuni

Recenti studi biomedici hanno messo in evidenza che il diabete di tipo 2 risulta essere un fattore di rischio per l'insorgenza del morbo di Alzheimer (AD), una delle forme più diffuse di demenza senile. Pazienti affetti da AD, inoltre, presentano la cosiddetta resistenza all'insulina tipica del diabete, tanto da far denominare l'AD "diabete di tipo 3" o "cerebrale". Lo studio multidisciplinare, condotto a Palermo da ricercatori CNR dell'IBIM e dell'IBF e del Dipartimento di Fisica dell'Università, mostra come la sommini-

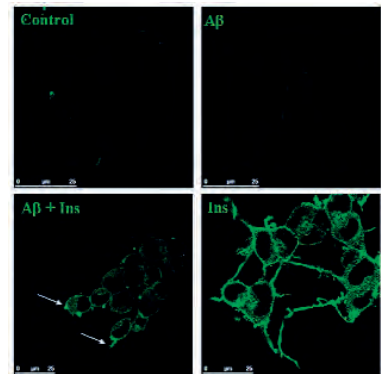
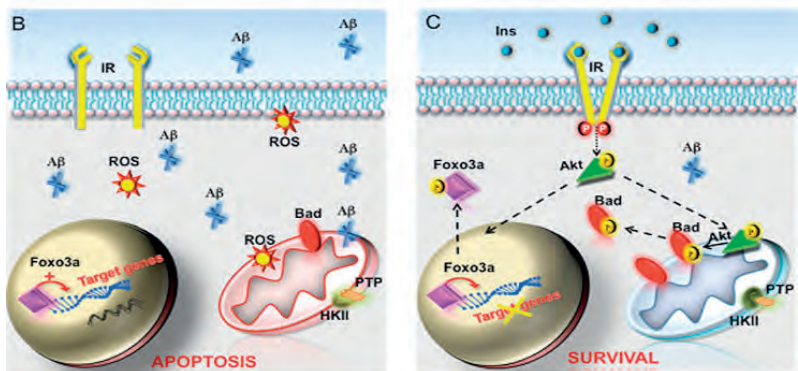
strazione di insulina, in un sistema cellulare *in vitro*, è capace di annullare la tossicità indotta da piccoli aggregati del peptide beta-amiloide (A β), uno degli elementi chiave nell'eziopatogenesi dell'AD. Nel lavoro pubblicato sulla rivista *Aging Cell*, i ricercatori hanno dimostrato che l'insulina, dopo essersi legata al suo recettore sulla membrana cellulare, provoca una serie di reazioni biochimiche che hanno come molecola chiave la proteina Akt. Tale proteina innesca una cascata di eventi capaci di annullare l'effetto degenerativo di A β sulla base del suo stato di modificazione post-traduzionale. Akt risulta, quindi, essere un interruttore biologico che attiva un percorso di sopravvivenza o di morte cellulare. La tipicità di questo studio è stata anche la dimostrazione che Akt svolge il suo ruolo spostandosi da un compartimento cellulare ad

un altro (citoplasma/mitocondrio), e la sua posizione provoca lo spostamento di altre molecole coinvolte nel percorso vita/morte dal nucleo al citoplasma e viceversa. Questa ricerca non solo individua un meccanismo biochimico che lega le due patologie, ma apre la prospettiva di disegnare nuovi farmaci che hanno come bersaglio Akt, o le molecole da essa attivate, e che possono essere utilizzati nella prevenzione e terapia dell'AD.

Picone P, Giacomazza D, Vetri V, Carrota R, Militello V, San Biagio PL, Di Carlo M. "Insulin-activated Akt rescues A β oxidative stress-induced cell death by orchestrating molecular trafficking", *Aging Cell*. (2011) Oct;10(5):832-43.

8

Modello molecolare dell'effetto antagonista del peptide A-beta (morte cellulare) e dell'insulina (sopravvivenza cellulare).



Riduzione dell'attivazione del recettore dell'insulina in seguito al trattamento con A-beta e insulina.

GENETICA

Ruolo della proteina HMGA1 nel diabete mellito di tipo 2

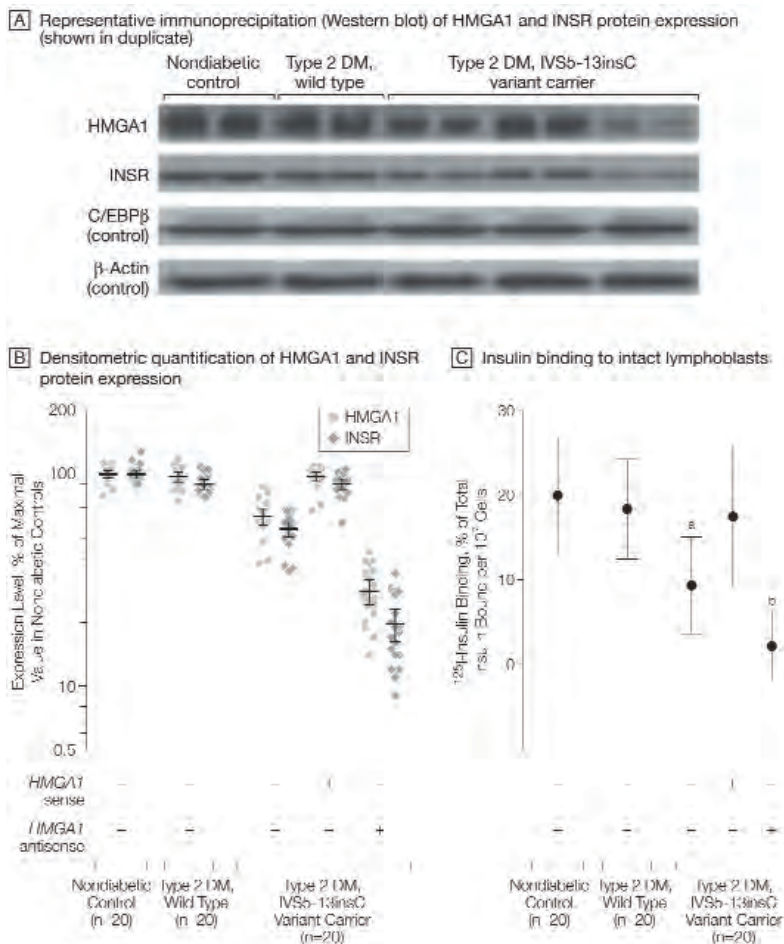
La proteina HMGA1 (*high-mobility group A1*) costituisce un regolatore fondamentale dell'espressione del recettore per l'insulina (INSR). In precedenza abbiamo individuato una variante funzionale di HMGA1 in due pazienti insulino-resistenti caratterizzati da una diminuita espressione di INSR e da diabete mellito di tipo

2 (DM). La variante funzionale più frequente di HMGA1, IVS5-13insC, è risultata presente nel 7-8% dei pazienti affetti da DM di tipo 2 nella popolazione francese, italiana e statunitense. La prevalenza della variante IVS5-13insC è risultata essere più alta tra i pazienti con DM di tipo 2 rispetto ai controlli nella popolazione italiana. Nella popolazione statunitense, la prevalenza della variante IVS5-13insC è risultata essere 7.7% tra i pazienti con DM di tipo 2 rispetto al 4.7% mostrato dai controlli. Nella popolazione francese, la prevalenza della variante IVS5-13insC è risultata essere 7.6% tra i pazienti con DM di tipo 2 e 0% tra i con-

trolli. Nella popolazione italiana sono state osservate altre 3 varianti funzionali. Nei monociti circolanti e nei linfoblasti trasformati dal virus di Epstein-Barr presenti in pazienti affetti da DM di tipo 2 e caratterizzati dalla variante IVS5-13insC, i livelli di RNA messaggero e proteina di HMGA1 e INSR sono risultati diminuiti del 40%-50%, e queste alterazioni sono state corrette mediante trasfezione del cDNA corrispondente ad HMGA1.

Alla luce di questi risultati, possiamo concludere che la presenza di varianti geniche funzionali di HMGA1 in individui bianchi di origine europea risulta associata con DM di tipo 2.

Chiefari E, Tanyolaç S, Paonessa F, Pullinger CR, Capula C, Iiritano S, Mazza T, Forlin M, Fusco A, Durlach V, Durlach A, Malloy MJ, Kane JP, Heiner SW, Filocamo M, Foti DP, Goldfine ID, Brunetti A. "Functional variants of the HMGA1 gene and type 2 diabetes mellitus", *JAMA* (2011) Mar 2;305(9):903-12.



Comparazione dei livelli di espressione della proteina HMGA1 e del recettore per l'insulina (INSR), e legame di ¹²⁵I-insulina in linfoblasti trasformati.

GENETICA

Identificazione dei geni di rischio per la sclerosi multipla

La sclerosi multipla (SM) è una malattia autoimmune che colpisce il sistema nervoso centrale (cervello e midollo spinale). Si manifesta più frequentemente nelle persone con familiarità, rispetto alla popolazione generale; infatti la probabilità di ammalarsi è tanto più bassa quanto più lontana è la parentela con una persona malata. Numerose evidenze indicano che fattori genetici di suscettibilità e fattori di rischio ambientali concorrono all'eziologia della SM per

quanto la maggior parte di essi siano a tutt'oggi sconosciuti.

Questo articolo descrive un nuovo gene che aumenta il rischio di sviluppare la malattia, identificato mediante uno studio di associazione dell'intero genoma (GWAS), che confronta il genoma di 872 pazienti e 882 individui sani. La lettura del DNA è stata eseguita in gran parte sperimentalmente, e in parte inferita tramite un approccio statistico che ha integrato per la prima volta i dati di un GWAS con i dati di sequenza di 1000 individui coinvolti nel progetto "1000 Genomes".

La comparazione delle variazioni del DNA individuate nei pazienti e negli individui sani, ha evidenziato una variante nel gene CBLB significativamente più presente nel primo gruppo. Questa osservazione

è stata poi confermata in una coorte ancora più numerosa di pazienti ed individui sani. CBLB, noto anche come "E3 ubiquitin-protein ligase" è importante nella regolazione del sistema immune. Inoltre è stato riportato che l'assenza del gene nel topo porta all'encefalomielite, la forma murina della SM, supportando così un suo ruolo chiave anche nell'eziopatogenesi della SM umana. La ricerca, condotta in Sardegna, dove si registra un'altissima incidenza della SM rispetto al resto d'Italia, contribuisce a migliorare la comprensione dei meccanismi biologici che scatenano la malattia.

Sanna S., Pitzalis M., Zoledziewska M., et al., "Variants within the immunoregulatory CBLB gene are associated with multiple sclerosis", *Nature Genetics*, 42(6) (2010), pp. 495-497.

10

GENETICA

La scrittura del codice epigenetico: i fattori coinvolti

Sebbene poco conosciuta da gran parte del pubblico, l'epigenetica rappresenta una frontiera importante nella ricerca biomedica e consiste in una seconda scrittura, che avviene sulla prima (il codice genetico), composta da più segnali. Il senso del codice epigenetico è regolativo e determina se i geni marcati da tali segnali siano o meno espressi e quando. Gli attori molecolari che scrivono, propagano la progenie cellulare, cancellano e leggono i segnali epigenetici hanno quindi grande rilevanza per la sa-

lute dell'individuo sin dai primi stadi embrionali.

Nel lavoro si dimostra che il fattore ZFP57, insieme ad altri che a questo si associano (tra i quali KAP1), mantiene due segnali epigenetici stabiliti in linea germinale e conservati dallo zigote all'adulto, scritti e letti in prossimità dei geni *imprinted*, un modello tra i più studiati di controllo epigenetico. Difetti dell'*imprinting* sono responsabili di svariate patologie che includono sindromi rare, tra cui alcuni disordini della crescita e neurologici, metabolici e oncologici. I segnali epigenetici dipendenti da ZFP57, uno scritto sul DNA e uno sugli istoni su cui questo è avvolto, sono copiati, come il DNA stesso, ad ogni divisione cellulare ed inoltre sono protetti dall'azione di enzimi che li possono cancellare, particolarmente attivi nelle prime fasi dello

sviluppo embrionale. Cellule che mancano di ZFP57 perdono ambedue i segnali, con conseguente deregolazione dei geni *imprinted*. I fattori identificati svolgono quindi un ruolo determinante nel proteggere e propagare alla progenie di cellule totipotenti caratteri epigenetici che influenzano poi lo stato di salute dell'individuo nello sviluppo e anche successivamente. Questa ricerca ha un impatto rilevante nello studio dei meccanismi di base del controllo epigenetico e delle patologie derivate da difetti epigenetici.

Quenneville S, Verde G, Corsinotti A, Kapopoulou A, Jakobsson J, Offner S, Baglivo I, Pedone PV, Grimaldi G, Riccio A, Trono D. "In embryonic stem cells, ZFP57/KAP1 recognize a methylated hexanucleotide to affect chromatin and DNA methylation of imprinting control regions", *Mol Cell*. (2011) 44:361-72.

GENETICA

Bloccando la via di riparazione del DNA nota come NHEJ (saldatura delle estremità non omologhe) vengono soppressi difetti dell'Anemia di Fanconi

Le cellule neoplastiche sono caratterizzate da mutazioni ricorrenti e multiple. Tra i geni mutati, alcuni (conducenti) sono la causa della malattia, mentre altri (passeggeri) sono la conseguenza della mutagenicità dovuta alla malattia stessa. Lo studio genetico di alcune sindromi (come l'Anemia di Fanconi, la sindrome di Bloom, la sindrome di Werner, ecc.), che tra le varie caratteristiche hanno quella di aumentare la predisposizione al cancro, ha reso possibile la discriminazione tra "conducenti" e "passeggeri" non solo in queste patologie, ma anche nei tumori sporadici.

L'Anemia di Fanconi (FA) è una sindrome che, tra le varie caratteristiche, mostra predisposizione

al cancro associata a sterilità e sporadici difetti di sviluppo.

Abbiamo investigato il ruolo del gene *FANCD2* sia nella linea germinale che nelle cellule somatiche utilizzando come sistema modello *Caenorhabditis elegans*.

Dimostriamo che la proteina *FANCD2* è coinvolta nella riparazione omologa del DNA durante l'ovogenesi e che è necessaria per prevenire l'uso illegittimo della via alternativa di riparazione nota come NHEJ (saldatura delle estremità non omologhe), via di riparazione che essendo poco fedele può portare a perdita di sequenza e quindi può essere mutagenica. Mutanti nel gene *FANCD2* mostrano alti livelli di morte cellulare degli ovociti, che ben spiegano il

problema di sterilità manifestato nei pazienti Fanconi.

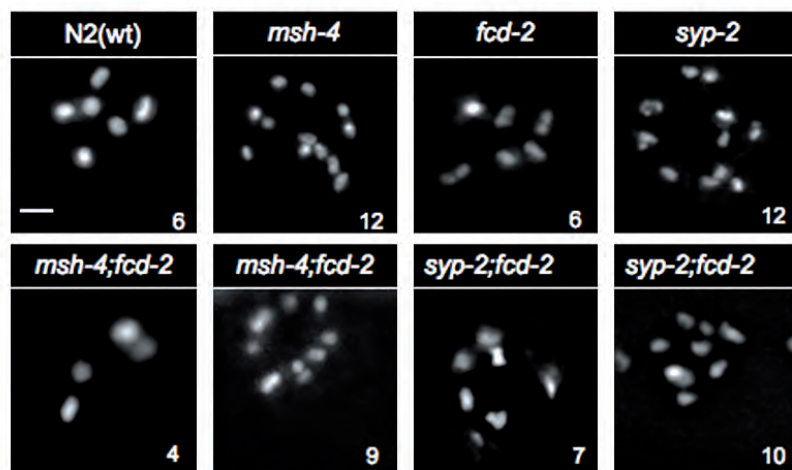
Altre caratteristiche dei pazienti Fanconi sono sporadici difetti di sviluppo ed una ipersensibilità delle cellule somatiche a farmaci chemioterapici come il cisplatino.

Questo studio dimostra che entrambi i fenomeni possono essere soppressi eliminando la via della NHEJ. Questi risultati, ottenuti nell'organismo *C.elegans* sono stati confermati in parallelo in esperimenti in linee cellulari di mammifero e di pazienti FA.

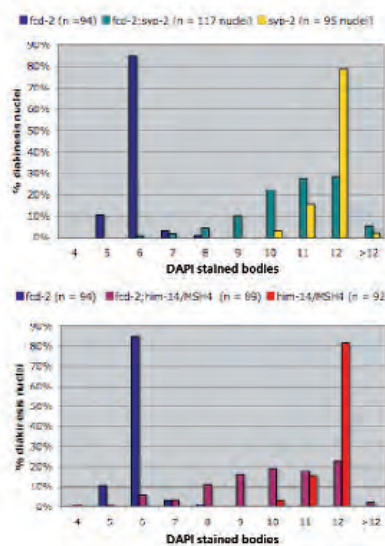
I risultati sono in accordo con l'interpretazione che la sindrome FA è dovuta ad un uso improprio della via NHEJ.

Questa scoperta è importante non solo per la comprensione della sindrome FA ma anche per quella dei meccanismi che portano a difetti di sviluppo, sterilità e tumori.

Adamo A, Collis SJ, Adelman CA, Silva N, Horejsi Z, Ward JD, Martinez-Perez E, Boulton SJ, La Volpe A. "Preventing nonhomologous end joining suppresses DNA repair defects of Fanconi anemia", *Mol Cell*. (2010) Jul 9;39(1):25-35.



La mancanza di FCD-2 in mutanti difettivi del crossover porta a fusioni cromosomiche.



GENETICA

Una mappa molecolare del locus che controlla l'apomissia in *Paspalum*

12

L'obiettivo di lungo periodo della ricerca consiste nel fare in modo che talune piante coltivate producano semi geneticamente identici alla pianta madre attraverso una particolare forma di riproduzione che si riscontra in natura, denominata apomissia. La strategia perseguita consiste nell'identificazione dei geni che controllano l'apomissia in alcune specie modello per poi introdurli nelle coltivazioni per cui è importante la produzione di seme ibrido come il mais o il riso. Attualmente, riseminando il seme generato da piante ibride (ad es. il

mais) si assiste ad un notevole calo di produttività dovuto al rimescolamento dei caratteri. L'introduzione dell'apomissia in queste coltivazioni permetterebbe di "ingessare" il loro genoma comportando un notevole abbassamento dei costi di produzione del seme ibrido e permettendo altresì ai coltivatori del terzo mondo di gestire in proprio il loro stock di semi affrancandosi dal monopolio commerciale delle multinazionali sementiere. Nello specifico, la ricerca in oggetto, condotta presso l'IGV di Perugia in collaborazione con al-

cuni colleghi argentini, ha permesso di identificare la zona cromosomica che controlla l'apomissia in alcune graminacee appartenenti al genere *Paspalum*. Lavorando sui materiali biologici messi a disposizione dei colleghi argentini è stato possibile, tramite tecnologie genetico-molecolari, identificare una porzione di cromosoma in *P. procurrens* e *P. simplex* della lunghezza di circa 5 milioni di paia di basi (Mbp) che, essendo relazionata all'apomissia in tutte le specie apomittiche del genere *Paspalum*, con molta probabilità contiene i geni che controllano il carattere. Alcuni di questi geni sono già stati identificati e il loro effettivo coinvolgimento nel controllo dell'apomissia è tuttora in fase di studio.

D.H. Hojsgaard, E.J. Martínez, C.A. Acuña, C.L. Quarin and F. Pupilli. "A molecular map of the apomixis controlling locus in *Paspalum procurrens* and its comparative analysis with other species of *Paspalum*", *Theoretical and Applied Genetics* 123 (2011), pp. 959-971.

GENETICA

Farmaci intelligenti, terapia del futuro

I farmaci 'intelligenti' riescono a trattare patologie tumorali oculari e autoimmuni bloccando il meccanismo molecolare dell'angiogenesi, la crescita anomala e incontrollata di nuovi vasi sanguigni, senza attaccare quelli preesistenti. È quanto emerge dalla ricerca '*Genetic and pharmacological inactivation of cannabinoid CB1 receptor inhibits angiogenesis*', svolta presso i laboratori dell'Istituto di Endocrinologia e Oncologia Sperimentale (Ieos) del Cnr di Napoli e del dipartimento di Scienze farmaceutiche e biomediche dell'Università di Salerno, in collaborazione con l'Università di Siena e quella del New Mexico di Albuquerque (Usa).

Lo studio, in fase preclinica, è stato pubblicato su *Blood* e dimostra che questi farmaci bloccano la crescita patologica di nuovi vasi sanguigni agendo sul principale recettore dei cannabinoidi CB1. Negli ultimi 15 anni sono stati sintetizzati diversi farmaci in grado di bloccare tale recettore, ma sono stati tolti dal commercio per problemi a livello del sistema nervoso centrale: la ricerca dischiude la possibilità di 'recuperarli' utilizzandoli a favore di terapie mirate.

Tra gli autori Chiara Laezza dell'Ieos-Cnr e il coordinatore Maurizio Bifulco dell'Università di Salerno.

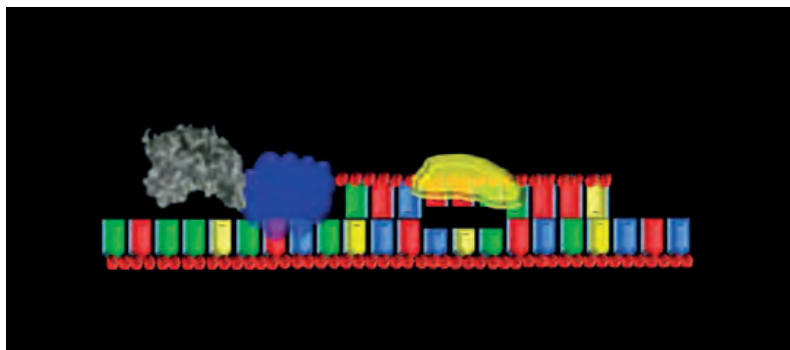
BIOLOGIA MOLECOLARE

Patogenesi e prognosi della Leucemia Linfatica Cronica: ruolo di microRNA e TP53

La Leucemia Linfatica Cronica (CLL) è una neoplasia ematologica caratterizzata nel 98% dei casi, dall'accumulo nel sangue, midollo e tessuti linfatici, di piccoli linfociti di origine B-linfocitaria, funzionalmente incompetenti. La modalità di presentazione e il decorso clinico della CLL sono piuttosto variabili. Alterazioni citogenetiche come le delezioni 13p, 17p e 11q sono associate alla CLL ma non si conosce come queste alterazioni contribuiscono alla patogenesi della forma indolente o aggressiva della malattia. In questo lavoro, lo studio dettagliato delle alterazioni citogenetiche e la misurazione dei livelli di espressione dei microRna (piccoli RNA non-codificanti), nei pazienti affetti da CLL ha permesso di identificare all'interno di questa patologia, sottogruppi a differente prognosi. Per questo studio sono stati analizzati campioni ematici

di 208 pazienti con CLL e comparate le espressioni relative dei microRNAs e della proteina p53, caratterizzando i pazienti per il tipo di delezione cromosomica. Si è riscontrato che in pazienti con delezione cromosomica 13q, il cluster dei microRNAs mir 15a e mir 16-1 è ridotto o assente e questo causa l'incremento della proteina p53, proteina coinvolta nella morte cellulare programmata o apoptosi, un meccanismo che in condizioni di normalità è utile per prevenire lo sviluppo di cellule tumorali leucemiche. La proteina p53 a sua volta attiva maggiormente i miR 34a, miR 34b e miR 34c, risultando in una inibizione di ZAP70, altra proteina che sappiamo ostacolare l'apoptosi ed essere correlata con una cattiva prognosi per i pazienti affetti da CLL. I risultati di questo studio aiutano a spiegare come differenti meccanismi molecolari concorrono allo sviluppo di una stessa malattia ma con un differente decorso clinico.

Fabrizio M, Bottoni A, Shimizu M, Spizzo R, Nicoloso MS, Rossi S, Barbarotto E, Cimmino A, Negrini M, Nakamura T, Kipps TJ, Calin GA, Croce CM. "Association of a microRNA/TP53 feedback circuitry with pathogenesis and outcome of B-cell chronic lymphocytic leukemia", *JAMA*. (2011) Jan 5;305(1):59-67.



Meccanismo d'azione dei microRNAs.

MEDICINA

Un cuore anziano può ancora salvare una vita

‘Anche un cuore anziano può salvare una vita’ è il titolo del convegno organizzato dall'Istituto di Fisiologia Clinica (Ifc-Cnr) di Pisa che ha creato, con il Centro nazionale trapianti (Cnt), un network per utilizzare cuori prelevati da donatori over 55 attraverso il coinvolgimento dei centri cardiocirurgici di trapianto e creando una rete nei centri di neuro rianimazione che statisticamente forniscono il maggior numero di donazioni.

Il progetto prende le mosse dai risultati scientifici acquisiti dallo studio *Adonhers* condotto dall'Ifc-Cnr che ha evidenziato la possibilità di prelevare cuori da donatori di età superiore a 55 anni, una volta escluse significative patologie. I risultati della ricerca hanno permesso di effettuare con successo 19 trapianti, spiega il responsabile scientifico, Tonino Bombardini dell'Ifc-Cnr. Secondo i dati del Cnt, al 31 dicembre 2010, i trapianti di cuore eseguiti nel nostro paese sono stati 273, i pazienti in lista di attesa sono 728 e la permanenza media in lista è di 2,36 anni.

GENETICA

Mutazioni del gene della proteasi mitocondriale AFG3L2 causano l'ataxia ereditaria dominante SCA28

Le atassie spinocerebellari autosomiche dominanti (SCA) sono una patologia neurologica geneticamente eterogenea caratterizzata da disfunzioni cerebellari, spesso dovute a degenerazione delle cellule di Purkinje, che portano a gravi disturbi del movimento caratterizzati da andatura sbilanciata, atassia progressiva del tronco e degli arti, e disartria. Negli ultimi 15 anni sono stati identificati molti geni coinvolti in questo tipo di di-

sordini, ma nella maggior parte dei casi i geni causativi sono stati soltanto mappati e non identificati. La SCA28 è stata mappata da due gruppi di ricerca di Torino e di Milano nel 2006. Noi abbiamo collaborato con questi due gruppi nell'identificazione di AFG3L2 come gene responsabile della SCA28. Questo gene codifica una proteina che collabora strettamente con la paraplegina localizzata nei mitocondri. Questa è una componente di un complesso m-AAA metalloproteasi evolutivamente altamente conservato coinvolto nel mantenimento del proteoma mitocondriale.

AFG3L2 e la paraplegina sono proteine altamente omologhe a due proteine mitocondriali del lievito che appartengono alla superfamiglia delle ATPasi attive nella membrana interna che è una componente cruciale del sistema mitocondriale

di controllo qualità delle proteine. Le mutazioni trovate sono state testate in cellule di lievito deficienti di m-AAA che esprimono il complesso AFG3L2 umano mutato. I risultati hanno dimostrato che le mutazioni alterano la competenza proteolitica del complesso m-AAA, risultando in un'attività difettosa della citocromo c ossidasi e un indebolimento della respirazione cellulare. I nostri risultati indicano un ruolo essenziale e specifico di questo componente del complesso m-AAA nella protezione del cervello umano dalla neurodegenerazione.

Di Bella D, Lazzaro F, Brusco A, Plumari M, Battaglia G, Pastore A, Finardi A, Cagnoli C, Tempia F, Frontali M, Veneziano L, Sacco T, Boda E, Brussino A, Bonn F, Castellotti B et al. "Mutations in the mitochondrial protease gene AFG3L2 cause dominant hereditary ataxia SCA28", *Nat Genet.* (2010); 42:313-21.

GENETICA

Caratterizzazione dei geni coinvolti nella formazione delle piastrine

Le piastrine sono i più piccoli e tra i più numerosi elementi del sangue: svolgono funzioni essenziali per l'emostasi e la coagulazione. Il loro numero e volume è strettamente controllato entro definiti intervalli fisiologici e valori estremi di entrambi hanno delle importanti implicazioni cliniche. Con l'obiettivo di identificare i geni coinvolti nelle patologie associate a valori anormali delle piastrine, è stata realizzata una meta-analisi di dati di GWAS (studi di associazione sull'intero genoma) tra il volume e la conta piastrinica e 2,5 milioni di polimorfismi in 66.867 individui

di origine europea. A questa analisi ha fatto seguito un approfondito studio biologico e funzionale.

Sono stati identificati 68 loci di cui 53 nuovi, implicati sia nella regolazione della megacariopoiesi che nella formazione delle piastrine. La maggior parte di questi geni sono significativamente espressi in maggiori quantità nei megacariociti e strettamente connessi tra loro attraverso un network di interazioni proteina-proteina. Inoltre esperimenti di silenziamento genico in *Danio rerio* e *Drosophila melanogaster*, hanno messo in evidenza il ruolo di 11 geni nella regolazione della formazione delle cellule del sangue dimostrando che nonostante le differenze tra mammiferi e insetti il controllo della formazione delle cellule del sangue è conservato tra invertebrati e vertebrati.

Questi risultati hanno contribuito a migliorare le nostre conoscenze sui meccanismi del controllo genetico nella formazione delle cellule

del sangue rilevando nuovi geni e vie patogenetiche coinvolte in malattie che presentano tra i sintomi caratteristici l'alterazione della coagulazione. Infatti, è stato osservato che varianti molto rare in alcuni dei geni identificati sono responsabili di malattie emorragiche ereditarie. Questi risultati sono potenzialmente trasferibili in ambito clinico, essendo tali geni dei possibili bersagli per la diagnosi e il trattamento terapeutico di tali patologie.

In conclusione questo lavoro offre un ulteriore esempio di come gli studi di associazione sull'intero genoma, assieme ad un'accurata analisi bioinformatica e biologica, forniscano importanti conoscenze utili alla comprensione fine dei meccanismi implicati in patologie comuni e rare dell'uomo.

Gieger C, Radhakrishnan A, Cvejic A, Tang W, Porcu E, Pistis G, et al. "New gene functions in megakaryopoiesis and platelet formation", *Nature*, 480 (2011), pp. 201-208.

BIOLOGIA

Zeolina, proteina umanitaria

Grazie alla Zeolina, proteina 'inventata' dai ricercatori del Consiglio nazionale delle ricerche (Cnr), un gruppo di scienziati del Donald Danforth Plant Science Center, della University of Missouri (Stati Uniti) e dell'University of Puerto Rico-Mayaguez (Porto Rico), coordinato da Claude Fauquet, ha potuto incrementare il valore nutrizionale della tapioca o manioca, la radice commestibile, detta cassava, utile per far fronte al fabbisogno proteico delle popolazioni in via di sviluppo. La nuova proteina è stata prodotta da un gruppo dell'Istituto di Biologia e Biotecnologia Agraria (IBBA) del Cnr di Milano e dell'Istituto di genetica vegetale (IGV) del Cnr di Perugia. I ricercatori americani e portoricani, introducendo il gene che permette la sintesi della zeolina, hanno aumentato di quattro volte il contenuto proteico totale delle radici. Malgrado l'elevato apporto calorico, infatti tutte le varietà conosciute di cassava hanno un contenuto molto limitato di proteina. Lo studio è stato pubblicato sulla rivista scientifica PloS One.

TERAPIA GENICA

Un nuovo gene per l'inibizione dell'angiogenesi tumorale

L'angiogenesi, la formazione di nuovi vasi del sangue a partire da quelli pre-esistenti, ha una funzione centrale per lo sviluppo e la crescita del tumore.

La famiglia dei recettori VEGF (fattore di crescita vascolare endoteliale) ha un ruolo cruciale nello stimolo pro-angiogenico. VEGF-A, il più potente fattore pro-angiogenico noto, importante sia per l'angiogenesi fisiologica che patologica, agisce legando i due recettori VEGFR-1 e VEGFR-2. Altro membro della famiglia è il PlGF (fattore di crescita placentale) che invece lega solo il VEGFR-1 ed ha un ruolo confinato alle condizioni patologiche. Inoltre, tali fattori sono funzionalmente attivi in forma dimerica e se i rispettivi geni vengono co-espressi si generano anche eterodimeri.

Nel nostro laboratorio è stata ottenuta una variante di PlGF (PlGF-DE) che ha perso la capacità di interagire con il recettore

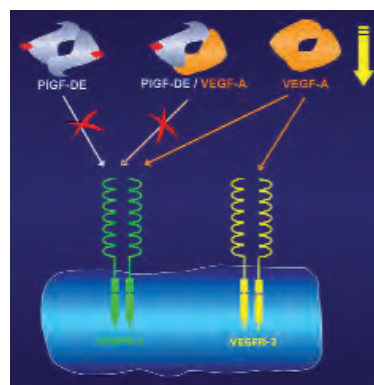
Meccanismo di riduzione del VEGF-A attraverso l'eterodimerizzazione con PlGF.

VEGFR-1, ma ha mantenuto la proprietà di formare eterodimeri con VEGF-A. Abbiamo ipotizzato che la sua espressione in cellule tumorali, normalmente esprimenti VEGF-A, potesse determinare la riduzione della produzione dell'omodimero VEGF-A attraverso la formazione di eterodimeri inattivi VEGF-A/PlGF-DE.

Il gene per la variante PlGF-DE è stato inserito in un vettore adenovirale che è stato iniettato in tumori xenograft generati mediante iniezione sottocute in topi nudi di cellule umane di carcinoma ovarico. L'espressione di PlGF-DE nelle cellule tumorali ha comportato la riduzione dell'omodimero VEGF-A di circa il 50% attraverso la formazione dell'eterodimero VEGF-A/PlGF-DE, determinando una potente riduzione della crescita tumorale (-73.5%) dovuta a una riduzione importante dell'angiogenesi (-78.5%).

La variante PlGF-DE rappresenta quindi un nuovo gene terapeutico per la terapia anti-angiogenica nel trattamento del cancro.

V. Tarallo, L. Vesci, O. Capasso, M.T. Esposito, T. Riccioni, L. Pastore, A. Orlandi, C. Pisano C, S. De Falco. "A placental growth factor variant unable to recognize vascular endothelial growth factor (VEGF) receptor-1 inhibits VEGF-dependent tumor angiogenesis via heterodimerization", *Cancer Research*, 70 (2010), pp. 1804-1813.



GENETICA

Distribuzione tra cromatidi dei tagli del DNA in meiosi

S. cerevisiae si è rivelato una inesauribile fonte di informazioni riguardo i meccanismi molecolari che governano la meiosi e la ricombinazione del DNA. In particolare, la possibilità di isolare tutti i prodotti di una singola meiosi, le quattro ascospore delle tetradi, ha favorito lo studio della ricombinazione meiotica. La ricombinazione meiotica risulta dal riparo di tagli della doppia elica del DNA, impartiti dalla transesterasi Spo11, attiva specificamente durante la meiosi e ben conservata dal lievito ai mammiferi. Spo11 taglia il DNA dopo la replicazione, quando sono presenti quattro copie di ogni cromosoma: una coppia di cromatidi fratelli di origine ma-

terna ed una coppia di origine paterna. Poiché tagli del DNA sono eventi potenzialmente letali per una cellula, l'attività di questo enzima è sottoposta a multipli livelli di controllo. In questo studio, ci si è proposti di capire se, in una data regione del cromosoma, Spo11 tagli indipendentemente ognuno dei quattro cromatidi o se la distribuzione dei tagli sia specificamente controllata. La ricombinazione è stata valutata analizzando specifiche variazioni della sequenza di DNA parentale, in una regione molto prossima ad un sito frequentemente tagliato in meiosi (*hot spot*). Le frequenze sperimentali dei tagli sui quattro cromatidi sono state ottenute analizzando gli eventi di ricombinazione sulla sequenza di DNA delle tetradi. Queste frequenze sperimentali *in vivo* sono state confrontate con semplici modelli teorici di distribuzione. I dati ottenuti sono incompatibili con una distribuzione di tagli tra quattro siti/cromatidi indipendenti, ma sono compatibili con una distri-

buzione che include due livelli: un primo livello in cui un unico taglio può essere impartito su due cromatidi fratelli, ed un secondo livello in cui la formazione di due tagli per coppia di cromosomi omologhi è inibita. Questo risultato sostiene l'esistenza di interazione tra i quattro cromosomi prima dell'effettiva formazione del taglio. Il modello è stato validato utilizzando mutanti in proteine del riparo del DNA. L'utilizzo di numerosi mutanti ha permesso di identificare due molecole che influiscono sulla distribuzione dei tagli. Le due molecole sono due chinasi già note come segnalatori di danni al DNA e, come Spo11, evolutivamente conservate nei mammiferi; in particolare sono omologhe a ATM e ATR, la cui mancata attività comporta gravi sindromi a livello clinico.

Liangran Zhang, Keun P. Kim, Nancy E. Kleckner, and Aurora Storlazzi. "Meiotic double-strand breaks occur once per pair of (sister) chromatids and, via Mec1/ATR and Tel1/ATM, once per quartet of chromatids", *PNAS* (2011). 108:20036-20041.

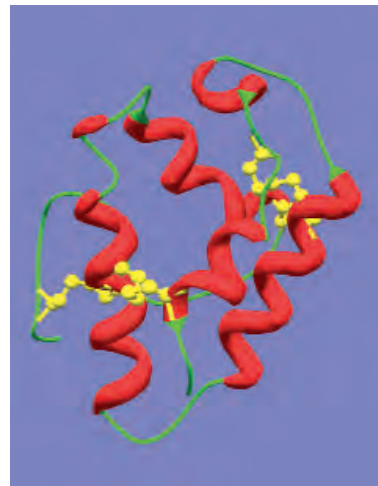
16

MEDICINA MOLECOLARE

Frutto di gelso: identificato il primo allergene

Negli ultimi 30 anni è stato osservato un considerevole incremento della prevalenza delle patologie allergiche. Il gelso (famiglia delle Moraceae) è un frutto comunemente consumato nei Paesi dell'Europa meridionale sia come alimento fresco che sotto forma

di gelati e marmellate. Purtroppo alcuni soggetti vanno incontro a reazioni cutanee e, talvolta, sistemiche anche gravi causate dall'ingestione di gelso. Queste osservazioni di tipo clinico hanno sollecitato uno studio dei componenti allergenici presenti nel frutto. Questo studio, grazie alla collaborazione tra l'Istituto di Biomedicina e Immunologia Molecolare (IBIM) e l'Istituto di Biochimica delle Proteine (IBP) del Consiglio Nazionale delle Ricerche ed il Centro di Allergologia Molecolare dell'IDI-IRCCS, ha portato all'identificazione della Lipid Tran-



Struttura tridimensionale di LTP.

sfer Protein (LTP) quale causa importante delle reazioni allergiche verso il gelso. La LTP rappresenta uno dei più importanti agenti capaci di provocare sensibilizzazione allergica caratterizzata da sintomi che vanno dalle reazioni localizzate al cavo orale a pericolose reazioni sistemiche, come lo shock anafilattico. La prevalenza dell'allergia alimentare causata da LTP è particolarmente elevata nell'area mediterranea dove l'isolamento di nuove LTP, e la carat-

terizzazione del livello di reattività crociata con altre molecole appartenenti alla stessa famiglia di allergeni, rappresenta un obiettivo di primaria importanza sia per il miglioramento della diagnosi che per la cura dei soggetti allergici. Seguendo le regole definite dalla WHO-IUS, la molecola in questione è stata denominata Mor n 3 e rappresenta il primo allergene isolato dal frutto di gelso nero. I risultati di questo studio segnano il consumo di gelso come un po-

tenziale fattore di rischio per i pazienti allergici alla LTP, e aprono la strada ad un possibile utilizzo di Mor n 3 in sistemi diagnostici e approcci terapeutici.

M.A. Ciardiello, P. Palazzo, M.L. Bernardi, V. Carratore, I. Giangrieco, V. Longo, M. Melis, M. Tamburrini, D. Zennaro, A. Mari, P. Colombo. "Biochemical, immunological and clinical characterization of a cross-reactive nonspecific lipid transfer protein 1 from mulberry", *Allergy*, 65 (2010), pp. 597-605.

GENETICA

Regolazione dei geni dei recettori STE2 e STE3 del lievito *S. cerevisiae*

Molte patologie hanno origine da un difetto nel controllo dell'espressione di determinati geni. Per analizzare i meccanismi molecolari implicati, si deve scomporre il problema in elementi separati, utilizzando come sistemi modello organismi più semplici. Un sistema che ben si presta per studiare i meccanismi basilari della cellula è il lievito di birra, *Saccharomyces cerevisiae*, l'organismo eucariotico maggiormente conosciuto a livello molecolare. Alcuni geni sono regolati a livello dello *splicing*, mentre altri sono regolati a livello della trascrizione da DNA a mRNA. La regolazione della trascrizione può avvenire nella fase iniziale o in quella terminale, durante la poliadenilazione, un processo che coinvolge

diversi enzimi e conduce al taglio dell'mRNA con aggiunta di una coda di poli(A), la quale ha la funzione di stabilizzare l'mRNA. In genere, il sito di poliadenilazione si trova dopo la fine del gene. In alcuni geni, però, ci sono dei siti di poliadenilazione, chiamati 'criptici', all'interno della zona codificante. Tramite questi siti la cellula può inibire l'espressione del gene, perché l'mRNA prodotto è interrotto precocemente e dà origine a una proteina troncata.

Una regolazione genica basata sulla presenza di siti criptici di poliadenilazione è stata trovata in diversi geni di mammiferi e in alcuni casi la poliadenilazione alternativa è legata all'insorgere di una malattia. Lo studio dei siti criptici può essere facilmente affrontato nel lievito, grazie all'approfondita conoscenza di questo organismo a livello genetico e biochimico.

Studiando il lievito, è stato identificato un sito criptico di poliadenilazione nel gene STE2, che codifica un recettore accoppiato alle G proteine. Questi recettori sono fra i più diffusi, dal lievito

fino ai mammiferi, e sono anche quelli più rappresentati nel sistema nervoso. Il lievito è un organismo unicellulare ma si presenta sotto diversi tipi cellulari, in ciascuno dei quali è espresso un particolare set di geni mentre altri sono inibiti. Pur codificando per proteine dalla struttura simile, STE2 e STE3 presentano notevoli differenze nella loro regolazione. Mentre STE3 è regolato solo a livello dell'inizio della trascrizione, STE2 è regolato a livello sia dell'inizio che della poliadenilazione. Il sito criptico di poliadenilazione contribuisce a far sì che STE2 sia espresso solo nelle cellule in cui il recettore deve essere presente, e non nelle cellule dove esso sarebbe dannoso. Questo studio permetterà di capire la funzione dei siti criptici di poliadenilazione anche in altri organismi, come i mammiferi.

Gianfranco Di Segni, Serena Gastaldi, Michela Zamboni, Glauco P. Tocchini-Valentini. "Yeast pheromone receptor genes STE2 and STE3 are differently regulated at the transcription and polyadenylation level", *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, 108 (2011), pp. 17082-17086.

MEDICINA

I tumori cardiaci nei bambini e la risonanza magnetica cardiaca: uno studio multicentrico

18

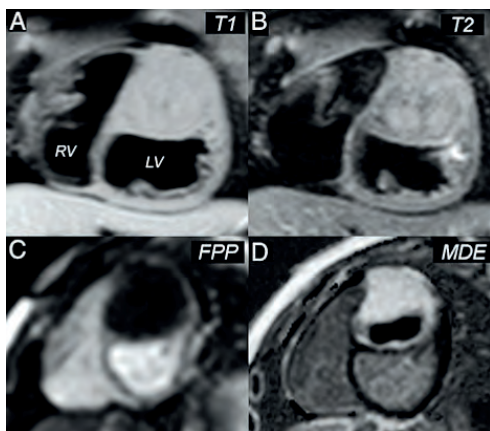
La risonanza magnetica cardiaca (RM) ha la potenzialità di caratterizzare i tessuti, quindi anche i tumori e le masse intracardiache. Tuttavia essendo questi estremamente rari nei bambini (da 0.027% a 0.08%) l'esperienza dei singoli centri è relativamente limitata nella valutazione di questa patologia. Lo scopo di questo lavoro è di riportare i risultati di uno studio internazionale multicentrico di RM nella valutazione dei tumori cardiaci nei bambini confrontando

la diagnosi istologica con le caratteristiche RM predittive del tipo di tumore. I criteri di inclusione sono: 1) età alla diagnosi < 18 anni, 2) valutazione RM del tumore/massa cardiaca, 3) diagnosi istologica della massa o diagnosi di sclerosi tuberosa. Tutti i dati della RM sono stati analizzati per la caratterizzazione del tumore in base a criteri derivati della letteratura. La diagnosi RM è stata confrontata con la diagnosi istologica.

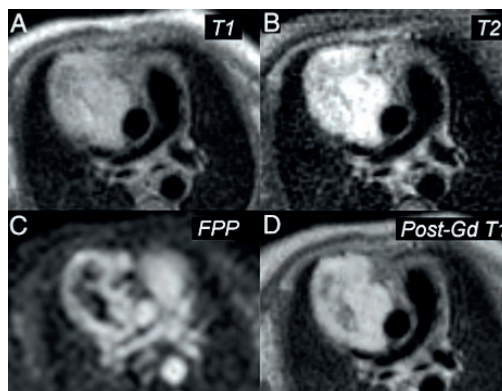
Settantotto casi sono stati sottoposti da 15 centri di 4 paesi; le diagnosi erano le seguenti: fibroma (30), rabdomioma (14), tumore maligno (2), emangioma (9), trombi (4), mixoma (3), teratoma (2), paraganglioma, cisto-pericardico (1), tumore cell Purkinje (1) e papillare fibroelastoma (1). I revisori che non erano a conoscenza della diagnosi istologica (*blinded*) hanno diagnosticato correttamente il 97% dei casi, ma hanno incluso

una possibile diagnosi differenziale nel 42% dei casi. La qualità dell'immagine e la completezza dell'esame RM erano associate a una più alta accuratezza di diagnosi. In conclusione la RM può predire il tipo di tumore nella maggioranza delle masse cardiache nei bambini. Un protocollo strutturato è essenziale per un'accurata diagnosi, tuttavia l'istologia rimane il *gold standard*. Infatti in alcuni casi di tumori maligni la diagnosi non può essere esclusa con la sola RM.

R.S. Beroukhim, A. Prakash, E.R. Valsangiacomo Buechel, JR. Cava, A.L. Dorfman, P. Festa, A.M. Hlavacek, T.R. Johnson, M.S. Keller, R. Krishnamurthy, N. Misra, S. Moniotte, W. J. Parks, A.J. Powell, B.D. Soriano, M.B. Srichai, S. Yoo, J. Zhou, T. Geva. "Characterization of Cardiac Tumors in Children by Cardiovascular Magnetic Resonance Imaging", *J Am Coll Cardiol* (2011); 58:1044–54.



Localizzazione dei tumori cardiaci in 78 pazienti. Un tumore può coinvolgere diverse localizzazioni: RV=ventricolo destro, LV=ventricolo sinistro.



Fibroma tipico nella parete anteriore del ventricolo sinistro. (A) Isointenso in T1-TSE; (B) lievemente iperintenso in T2-TSE; (C) ipointenso in First Pass Perfusion; (D) iperintenso on delayed enhancement.

SALUTE

Aterosclerosi precoce nella steatosi epatica non alcolica del bambino

La steatosi epatica non alcolica (NAFLD) comprende una varietà di condizioni clinico-istologiche in assenza di assunzione cronica di alcool. La forma più lieve è caratterizzata dall'accumulo di trigliceridi negli epatociti. La forma più grave è rappresentata dalla steatoepatite non-alcolica (NASH) che include infiammazione e lesioni delle cellule epatiche, con progressione fino alla cirrosi criptogenetica. Negli ultimi venti anni l'aumentata prevalenza dell'obesità spiega probabilmente l'epidemia di NAFLD in tutto il mondo.

La NAFLD ha in comune numerosi aspetti con la sindrome metabolica (MS), una condizione altamente aterogena, e ciò ha stimolato l'interesse sul possibile ruolo della NAFLD nello sviluppo dell'aterosclerosi. La misurazione dello spessore dell'intima-media

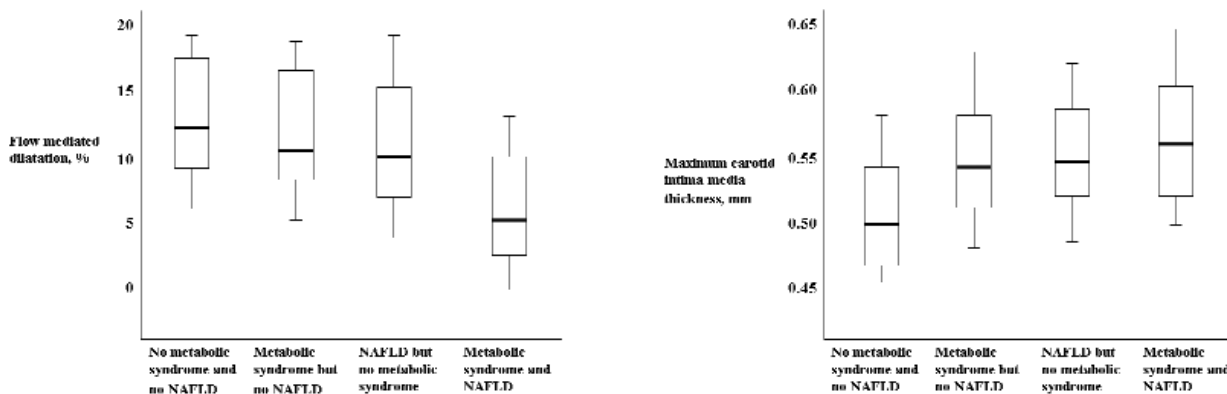
della carotide (cIMT) così come l'esame flussimetrico dell'arteria brachiale (FMD), entrambi valutati mediante l'ultrasonografia, rappresentano indici preclinici della salute vascolare. Un alterato esame flussimetrico dell'arteria brachiale ed un aumentato spessore dell'intima-media della carotide riflettono anomalie precoci durante l'aterogenesi, e predicano gli eventi cardiovascolari.

In questo studio è dimostrato che: (1) i bambini obesi con NAFLD hanno una maggiore alterazione della flussimetria dell'arteria brachiale, espressione di una disfunzione endoteliale, ed un aumentato spessore dell'intima-media della carotide rispetto ai bambini obesi senza NAFLD, ed indipendentemente dalla presenza di fattori di rischio cardiovascolare e della sindrome metabolica; e (2)

i bambini obesi mostrano più frequentemente modificazioni della funzione e morfologia vascolare rispetto ai bambini magri e sani. Tali risultati suggeriscono come bambini con NAFLD possono essere ad alto rischio di aterosclerosi precoce. Quindi, l'aumentata prevalenza dell'obesità infantile così come della sindrome metabolica e della NAFLD ad essa correlate può risultare in un aumento parallelo di morbilità cardiovascolare. Nel bambino con NAFLD, gli obiettivi terapeutici dovrebbero essere rivolti non solo ad evitare la progressione della malattia epatica ma anche a prevenire l'insorgenza precoce di malattie cardiovascolari.

L. Pacifico, C. Anania, F. Martino, V. Cantisani, R. Pascone, A. Marcantonio, C. Chiesa. "Functional and morphological vascular changes in pediatric nonalcoholic fatty liver disease", *Hepatology* (2010); 52:1643-51.

FMD e cIMT in bambini obesi senza MS e senza NAFLD; in pazienti con MS, ma senza NAFLD; in pazienti con NAFLD, ma senza MS; e in quelli con MS e NAFLD.



MEDICINA RIGENERATIVA

Dal sangue di cordone cellule staminali epatiche trapiantabili

Il trapianto di cellule staminali rappresenta una promettente soluzione per il trattamento delle epatopatie gravi. L'individuazione

del tipo cellulare più appropriato, la definizione delle condizioni microambientali ottimali per la loro espansione, la potenzialità di risposta allo stimolo del differenziamento epatico, e la capacità di ricostituire efficacemente il fegato danneggiato sono fondamentali. Nel modello murino sono stati ottenuti alti livelli di ripopolazione epatica con le cellule ovali, cellule staminali residenti nei dotti biliari del fegato adulto reclutate quando il danno epatico compromette le capacità rigenerative degli epatociti. Nell'uomo questa risposta è

detta reazione duttulare e si esprime nella proliferazione e nel differenziamento della popolazione duttulare.

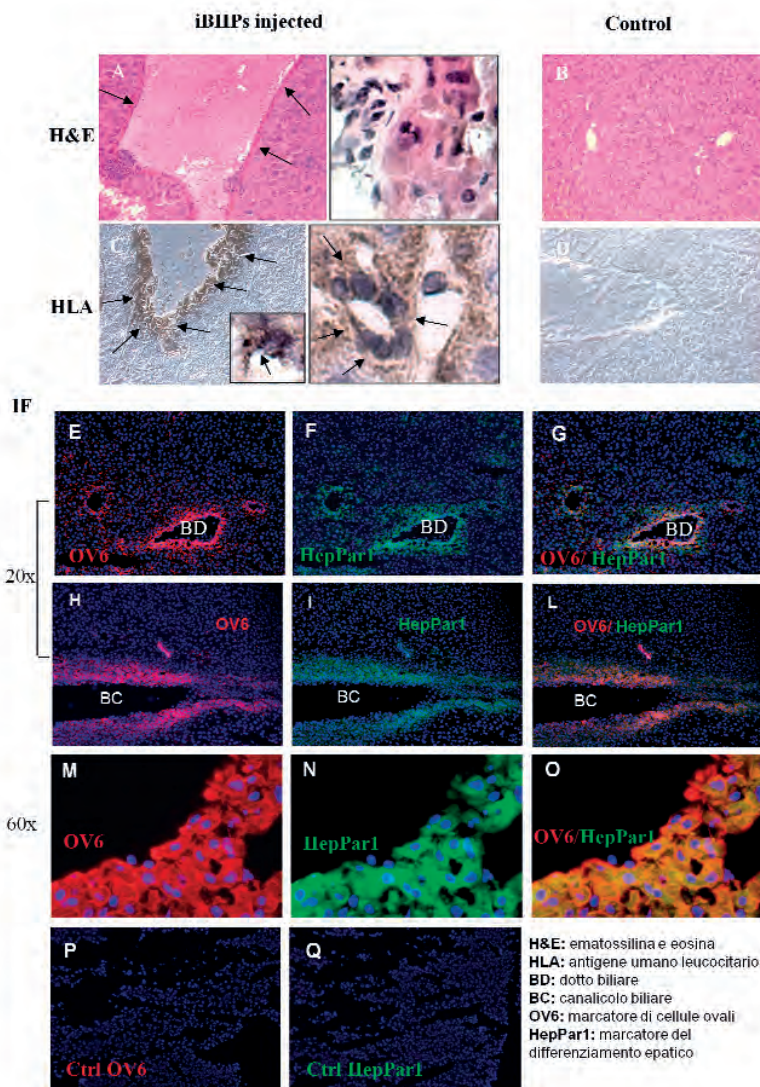
Gli autori dell'articolo hanno individuato e isolato da sangue di cordone umano una popolazione cellulare di precursori epatici immaturi *oval-like*, che stimolate *in vitro* con fattori e molecole coinvolti nella reazione duttulare *in vivo*, proliferano e differenziano in progenitori epatici bipotenti (iBHPs) trapiantabili. Queste cellule mostrano attività funzionale matura ed esprimono geni e proteine dei due compartimenti epatici, parenchimale e biliare. Trapiantate in modelli murini di danno epatico acuto hanno mostrato la capacità di *engraftment* nell'organo danneggiato costituendo isole rigenerative di epatociti di origine umana.

Tale modello potrebbe fornire una fonte di iBHPs trapiantabili idonei per la rigenerazione cellulo-mediata del fegato oltre a chiarire i meccanismi della reazione duttulare.

Il facile ottenimento degli annessi embrionali e l'alta riproducibilità del sistema rendono questo modello staminale un potenziale candidato per le terapie cellulari del fegato.

Crema, M. Ledda, F. De Carlo, D. Fioretti, M. Rinaldi, A. Lisi, G. Carloni, et al. "Cord blood CD133 cells define an OV6-positive population that can be differentiated in vitro into engraftable bipotent hepatic progenitors", *Stem Cells Dev.*, 20 (2011), pp. 2009-21.

Immunohistochimica ed immunofluorescenza indiretta per la visualizzazione dell'*engraftment* delle iBHPs umane trapiantate nei topi epatolesi.



SALUTE

Un nuovo approccio per il controllo del differenziamento e della funzione delle cellule staminali pluripotenti

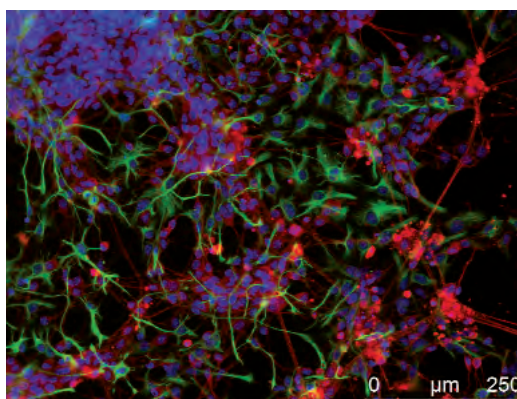
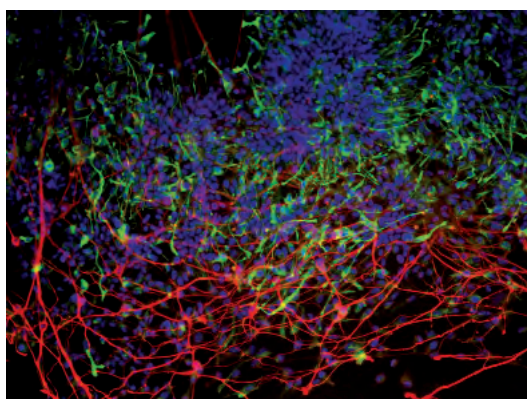
Le cellule staminali pluripotenti rappresentano una sorgente pressoché illimitata di cellule che possono essere utilizzate in diverse applicazioni biotecnologiche, quali l'identificazione di potenziali nuovi farmaci e/o lo studio della loro tossicità, la generazione di modelli cellulari di malattia e la terapia cellulare rigenerativa. L'idea di utilizzare le cellule staminali per la terapia delle malattie neurodegenerative, come il morbo di Parkinson, nasce dalla dimostrazione che trapianti di tessuto isolato da mesencefalo ventrale fetale migliorano i sintomi della malattia, e riducono la somministrazione di L-DOPA in pazienti affetti da morbo di Parkinson. In questo contesto, si è accresciuto l'interesse della comunità scientifica per le cellule staminali pluripotenti quali alternativa al trapianto del tessuto fetale. Infatti, queste cellule possono essere col-

tivate ed espansive *in vitro*, e indotte a differenziare in neuroni dopaminergici, quelli che degenerano nei pazienti affetti da morbo di Parkinson. Nonostante le prospettive interessanti, esistono ancora diverse limitazioni all'utilizzo terapeutico di queste cellule, che richiede il superamento di diversi ostacoli. Fra gli obiettivi da raggiungere la necessità di: i) ottenere popolazioni omogenee di neuroni a partire da cellule staminali pluripotenti e ii) migliorare la sicurezza del trapianto cellulare, eliminando la formazione dei tumori. Per raggiungere questi obiettivi, è fondamentale conoscere i meccanismi molecolari che regolano il differenziamento delle cellule staminali, per poterlo controllare e quindi indirizzare verso la formazione di neuroni dopaminergici. Cripto è un fattore chiave di questo processo. L'eliminazione del gene cripto, infatti, promuove il differenziamento neurale delle cellule staminali pluripotenti murine e diminuisce la formazione di tumori in seguito a trapianto di queste cellule in cervelli di ratti parkinsoniani, riducendo i sintomi della malattia. Cripto è una proteina extracellulare e come tale rappresenta un bersaglio terapeutico promettente, in quanto la sua attività può essere bloccata agendo dall'esterno della cellula e quindi in assenza di manipolazioni genetiche.

In questo studio, riportiamo l'identificazione di un nuovo peptide sintetico (Cripto BP) e dimostriamo che questo è in grado di bloccare l'attività della proteina Cripto e promuovere il differenziamento neurale delle cellule staminali pluripotenti murine. Inoltre, le cellule staminali trattate con il peptide bloccante Cripto BP, se trapiantate nel cervello di ratti parkinsoniani, riducono i sintomi della malattia e la formazione dei tumori, mimando, quindi, l'effetto dell'ablazione genetica di Cripto. Questi risultati, suggeriscono che piccole molecole e/o peptidi possono essere utilizzati per incrementare il differenziamento neurale delle cellule staminali ed implementare il loro uso in approcci biotecnologici, quali l'identificazione di nuovi farmaci e la terapia.

Lonardo E., Parish C.L., Ponticelli S., Marasco D., Ribeiro D., Ruvo M., De Falco S., Arenas E., Minchiotti G. "A small synthetic cripto blocking peptide improves neural induction, dopaminergic differentiation, and functional integration of mouse embryonic stem cells in a rat model of Parkinson's disease", *Stem Cells*. (2010) Aug;28(8):1326-37.

Cellule pluripotenti murine. Neuroni immunoreattivi alla BIII tubulina (rossi) e al GFAP (verdi).



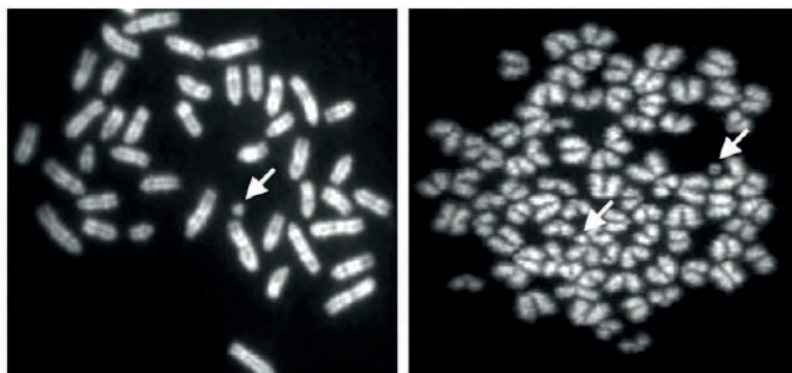
CITOGENETICA

Alterazioni cromosomiche nelle cellule staminali neuronali murine

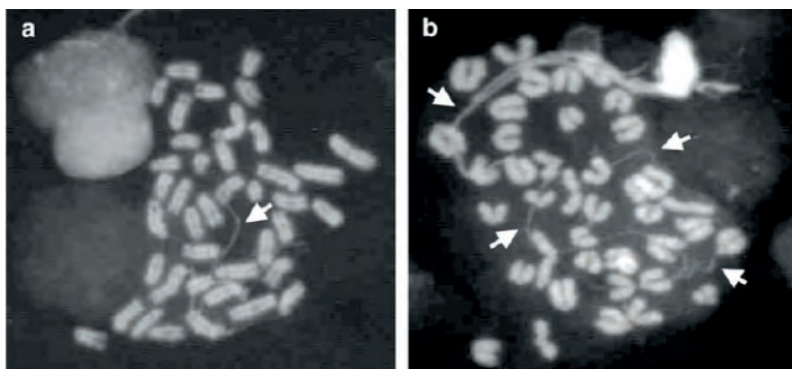
22

Grandi aspettative sono riposte nell'impiego delle cellule staminali neuronali (NSC) in svariati campi biomedici che spaziano dalla ricerca di base, agli studi farmacologici fino allo sviluppo di nuove strategie terapeutiche. Per poter essere utilizzate in tali applicazioni, le NSC devono preservare almeno due importanti requisiti: un normale cariotipo genetico e il mantenimento di un'integrità cromosomica, sia durante i prolungati tempi di coltivazione *in vitro*, che in seguito alle procedure di crioconservazione.

In questa pubblicazione si descrivono in modo sistematico gli effetti delle procedure di crescita cellulare *in vitro*, dei tempi prolungati di coltivazione, delle manipolazioni genetiche e delle fonti di derivazione cellulare sulla stabilità cromosomica nelle diverse popolazioni NSC di topo, ottenute in seguito a processi di neuralizzazione. Le analisi sono state effettuate sia su cellule staminali embrionali che su cellule di cervello fetale e adulte murine. L'analisi citogenetica ha rivelato l'insorgenza di numerose alterazioni cromosomiche in funzione dei prolungati passaggi di coltivazione, delle manipolazioni genetiche e delle fonti di derivazione cellulare, ma non a carico del processo di



Esempi di alterazioni cromosomiche (indicati con frecce) in metafasi diploidi (sinistra) e tetraploidi (destra) di NSC manipolate geneticamente.



Esempi di fibre cromatiniche (indicati con frecce) nelle cellule progenitrici neuronali.

neuralizzazione, fenomeno invece caratterizzato dalla comparsa di fibre cromatiniche rappresentanti cromosomi parzialmente avvolti e indicatori di stress cellulare. Le aberrazioni cromosomiche riscontrate non compromettono le proprietà proliferative, le capacità differenziative delle cellule né inducono eventi di trasformazione tumorale. Tale studio sottolinea la necessità di definire nuovi protocolli di coltivazione al fine di

limitare l'instabilità genetica ed esorta a monitorare regolarmente il profilo cromosomico delle cellule staminali espanse *in vitro* mediante test molecolari e citogenetici.

G.R. Diaferia, L. Conti, S. Redaelli, M. Cattaneo, C. Mutti, P. De Blasio, L. Dalprà, E. Cattaneo, Biunno. "Systematic Chromosomal Analysis of Cultured Mouse Neural Stem Cell Lines", *Stem cell and development*, 8 (2011), pp: 1411-1423.

IMMUNOTERAPIA

Prevenire la nitratazione di chemochine con l'infiltrazione tumorale di cellule T

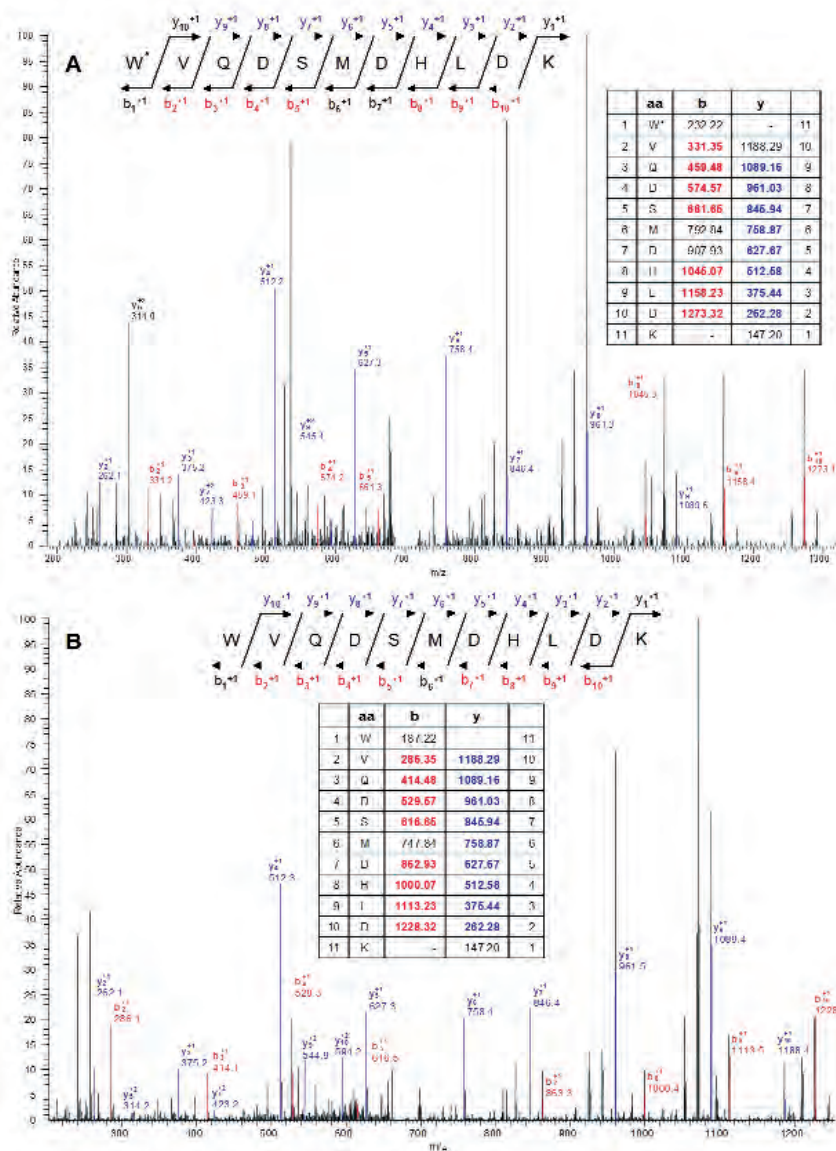
La terapia antitumorale *Adoptive Cell Therapy* (ACT) prevede che le cellule T siano estratte dal paziente, espanso *ex vivo* e risom-

ministrate allo stesso paziente. Ciò ha prodotto promettenti risultati, soprattutto laddove intervento chirurgico o chemioterapia abbiano fallito. L'immunoterapia non è diventata un comune trattamento antitumorale, principalmente a causa del rilevante intervento del microambiente tumorale riguardante la motilità e funzione dei TILs (*tumor-infiltrating lymphocytes*). Le cellule T tendono a rimanere alla periferia del tumore, suggerendo che altri ostacoli inibiscono la migrazione dei TILs ai loro target cel-

lulari. La ragione di ciò non è nota, ma in molti tumori abbiamo osservato una singolare concentrazione dei TILs al bordo della lesione neoplastica e la produzione di grandi quantità di nitrotirosine nella massa tumorale. La produzione di RNS (*reactive nitrogen species*) nei tumori è stata descritta sia per il topo che per l'umano. Utilizzando la cromatografia liquida accoppiata alla *tandem mass spectrometry* (LC-MS/MS) è stato dimostrato nel presente lavoro che la chemochina CCL2 era stabilmente modificata per esposizione a RNS ed abbiamo descritto una nuova modifica post-traslazionale della chemochina RNS-dipendente che ha un grande impatto sul reclutamento dei leucociti nel tumore. Quindi la produzione intratumorale di RNS induce la nitratazione di CCL2 ed ostacola l'infiltrazione di cellule T. Il preconditionamento del microambiente tumorale con nuovi farmaci che inibiscono la modifica di CCL2 facilita l'invasione di cellule T nel tumore, suggerendo che possano essere efficaci nella immunoterapia. I nostri risultati svelano un nuovo meccanismo di invasione tumorale ed aprono nuove vie per la immunoterapia dei tumori.

Molon B, Ugel S, Del Pozzo F, Soldani C, Zilio S, Avella D, De Palma A, Mauri P, et al. "Chemokine nitration prevents intratumoral infiltration of antigen-specific T cells", *J Exp Med.* (2011) 208(10):1949-62.

Spettri di frammentazione (MS/MS) dei peptidi nitrati (A) e non (B) da CCL2 umana. I frammenti permettono di identificare la sequenza e caratterizzare l'amminoacido modificato.



Meccanismi alla base della plasticità degli organelli

24

In risposta a cambiamenti nelle condizioni intra- ed extracellulari, le cellule regolano la propria composizione molecolare e le dimensioni e l'organizzazione dei loro compartimenti. Questa capacità adattativa è basata su complesse vie che, a partire dal mezzo extracellulare o dai compartimenti intracellulari, propagano segnali al nucleo, causando cambiamenti nell'espressione genica in risposta ad alterate condizioni.

Una delle più importanti vie di segnalazione è quella che si origina nel reticolo endoplasmatico (ER) in situazioni di stress, determinate da un aumentato carico di lavoro. Tre sensori della membrana dell'ER iniziano una cascata di eventi, conosciuta come *Unfolded Protein Response* – UPR – (risposta alle proteine malconformate), che culmina nella variazione dei livelli di espressione genica (vedi figura). Se lo stress non viene risolto, la stessa UPR innesca l'apoptosi (mor-

te programmata) della cellula, eliminandola così dall'organismo. L'UPR ha un ruolo fondamentale nello sviluppo e il suo malfunzionamento può contribuire a svariate patologie umane come la sopravvivenza di cellule cancerose, dovuta a mancata apoptosi di cellule sotto stress, o malattie degenerative quali il diabete di tipo 2 e la malattia di Parkinson, dovute a un'esagerata apoptosi.

L'UPR è stata generalmente studiata applicando uno stress acuto che causa l'accumulo nel lume di grandi quantità di proteine malconformate, con l'attivazione contemporanea dei tre sensori. Tuttavia, ogni sensore può essere attivato selettivamente da stimoli diversi e generare risposte cellulari distinte. Un importante campo di ricerca riguarda quindi la dissezione del ruolo esatto di ciascuno dei tre rami dell'UPR. Questo lavoro ha portato alla scoperta che, nella situazione di stress di una proteina

della membrana dell'ER, invece che nel lume, si ha una selettiva attivazione di un solo ramo della UPR, quello del fattore trascrizionale ATF6. L'attivazione isolata di ATF6 porta a stimolazione della sintesi di fosfolipidi con conseguente espansione della superficie di membrana dell'ER, mentre non sono attivati i geni bersaglio classici della UPR, codificanti per chaperone che aiutano le proteine neosintetizzate del lume a conformarsi correttamente. Questi risultati, ampliando le attuali conoscenze sull'UPR, costituiscono un importante avanzamento nella comprensione dei meccanismi che governano la plasticità degli organelli in fisiologia e patologia.

J Maiuolo, S Bulotta, C Verderio, R Benfante, N Borgese. "Selective activation of the transcription factor ATF6 mediates endoplasmic reticulum proliferation triggered by a membrane protein", *PNAS*, 108 (2011), pp. 7832-7837.

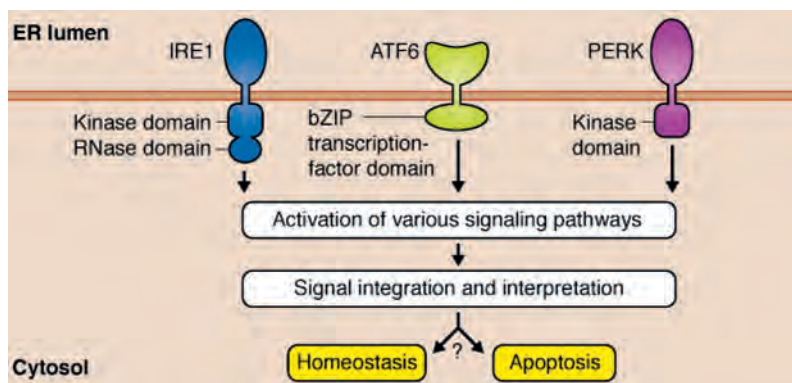
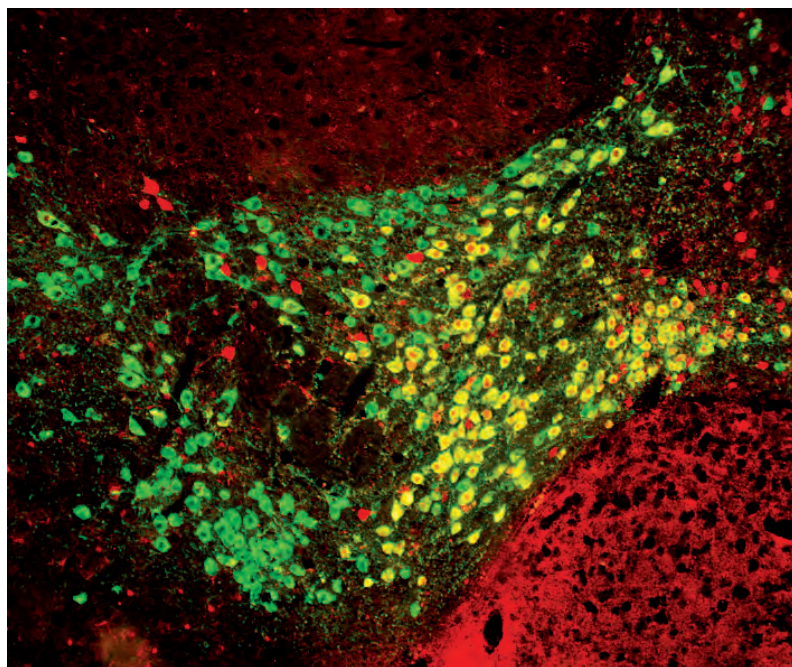


Illustrazione schematica dei tre rami della UPR (riprodotto da Merksamer PI and Papa FR, *J. Cell Sci.* 123:1003, 2010).

NEUROSCIENZE

Otx2: un fattore neuroprotettivo espresso nei neuroni dopaminergici dell'area tegmentale ventrale

La comprensione delle basi molecolari che controllano la neurogenesi ed il funzionamento dei neuroni dopaminergici mesencefalici e diencefalici rappresenta una formidabile sfida, alimentata dal rilievo che questi neuroni hanno nel controllo dell'attività locomotoria e delle emozioni, e per il loro coinvolgimento in importanti patologie neurodegenerative e psichiatriche, come il morbo di Parkinson, la schizofrenia e la dipendenza da droghe. I neuroni dopaminergici mesencefalici e diencefalici sono riuniti in due gruppi prevalenti: quelli della *substantia nigra pars compacta* (SNpc) e quelli dell'area tegmentale ventrale (VTA). La neurodegenerazione dei neuroni della SNpc è responsabile del morbo di Parkinson; il malfunzionamento di quelli della VTA causa malattie di tipo psichiatrico. Nonostante i grossi avanzamenti, ancora poco si sa delle cause molecolari responsabili delle patologie sopraindicate. Ci siamo concentrati sullo studio del fattore trascrizionale Otx2 che, tra le varie funzioni che svolge nello sviluppo del cervello, regola anche la neurogenesi dopaminergica nel mesencefalo. In questo studio abbiamo cercato di capire il ruolo di Otx2 nei neuroni dopaminergici adulti. Abbiamo scoperto mediante lo studio di modelli murini geneticamente modificati che Otx2 è



Espressione della GFP (Rosso) e della tirosina idrossilasi nell'area tegmentale ventrale (VTA).

richiesto nei neuroni dopaminergici della VTA per controllarne l'identità e la vulnerabilità alla neurotossina MPTP. Quest'ultima mima nei topi la degenerazione parkinsoniana. Abbiamo scoperto che Otx2 conferisce ai neuroni della VTA un'elevata resistenza alla degenerazione. Inoltre se la sua espressione è attivata anche nei neuroni della SNpc, questi neuroni diventano resistenti alla degenerazione indotta dalla neurotossina. Questi dati indicano che Otx2 è responsabile almeno in parte della differente vulnerabilità alla neurodegenerazione esi-

bita dai neuroni della SNpc (più vulnerabili) e da quelli della VTA (più resistenti). Inoltre questo studio suggerisce Otx2 come un potenziale target per studi futuri volti ad aumentare la resistenza alla degenerazione dei neuroni dopaminergici della SNpc.

M. Di Salvio, L. G. Di Giovannantonio, D. Acampora, R. Prospero, D. Omodei, N. Prakash, W. Wurst and A. Simeone. "Otx2 controls neuron subtype identity in ventral tegmental area and antagonizes vulnerability to MPTP", *Nature Neurosci.* 13 (2010), pp.1481-1488.

BIOCHIMICA

Il doppio ruolo del complesso proteico COPI nel traffico intracellulare

Il trasporto di proteine all'interno della cellula, denominato "traffico intracellulare", è un processo fondamentale per la corretta organizzazione e funzione delle cellule eucariotiche ed è sostenuto e regolato da intermedi di trasporto. Questi si presentano o come piccole vescicole sferiche o come vescicole irregolari di forma tubulare, che si creano per gemmazione dalle membrane di un compartimento d'origine (ad esempio l'apparato del Golgi) e si fondono con quelle di un altro compartimento di destinazione (ad esempio il reticolo endoplasmatico o la membrana plasmatica). La maggior parte di questi intermedi gemmano come vescicole circondate

da un rivestimento proteico (coat) di clatrina, di COPI o di COPII (COat Proteins).

Il nostro studio ha riguardato la formazione delle vescicole rivestite di COPI che mediano il trasporto retrogrado di proteine dall'apparato del Golgi al reticolo endoplasmatico, e che selezionano le proteine finite erroneamente nella via secretoria.

Abbiamo dimostrato che:

a) l'assemblaggio del complesso COPI è essenziale per la gemmazione delle vescicole. Infatti, l'inibizione di un componente del rivestimento proteico, il coatomero, previene la gemmazione;

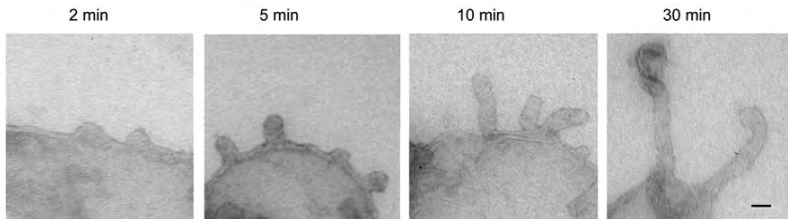
b) in seguito alla gemmazione, il successivo rilascio delle vescicole rivestite di COPI, sia sferiche che tubulari, è regolato dall'attività di due enzimi che hanno apparentemente effetti opposti. Infatti, la lisofosfatidico aciltransferasi γ (LPAAT γ) (che catalizza la formazione di acido fosfatidico da acido lisofosfatidico) promuove il distacco delle vescicole rivestite di COPI che sono implicate nel trasporto retrogrado dall'apparato del Golgi; viceversa, l'enzima fosfolipasi $A_2\alpha$

citosolica (cPLA $_2\alpha$) (che catalizza l'accumulo di acido lisofosfatidico), inibisce il rilascio di vescicole inducendo la formazione di tubuli, importanti per il trasporto anterogrado attraverso le cisterne dell'apparato del Golgi. Di conseguenza, si è osservato che l'aumento dell'attività enzimatica della cPLA $_2\alpha$ o l'inibizione dell'LPAAT γ , promuovono la formazione di tubuli rivestiti di COPI. Questi dati definiscono il meccanismo molecolare alla base del trasporto vescicolare e tubulare, evidenziando un nuovo ruolo dei lipidi di membrana.

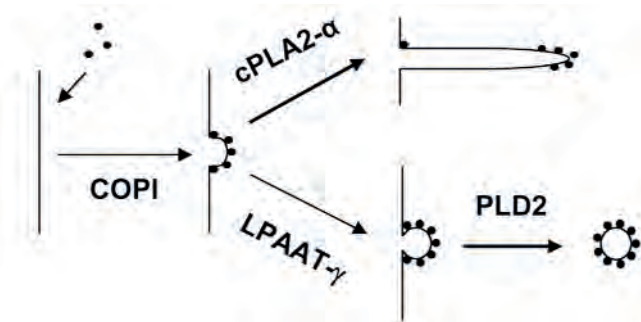
Inoltre, questi enzimi importanti nel traffico intracellulare, sono coinvolti nella biosintesi di trigliceridi e di fosfolipidi, e loro difetti portano a sindromi metaboliche, come la lipodistrofia generalizzata congenita (Sindrome di Berardinelli-Seip).

J.S. Yang, C. Valente, R.S. Polishchuk, G. Turacchio, E. Layre, D.B. Moody, C.C. Leslie, M.H. Gelb, W.J. Brown, D. Corda, A. Luini, V.W. Hsu. "COPI acts in both vesicular and tubular transport", *Nature Cell Biology*, 13 (2011), pp. 996-1003.

26



Immagini delle membrane del complesso di Golgi da cellule CHO, a diversi tempi d'incubazione con l'inibitore delle LPAATs (CI-976). Barra 50 nm.

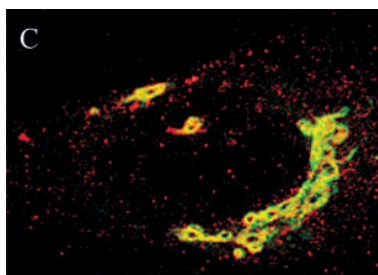
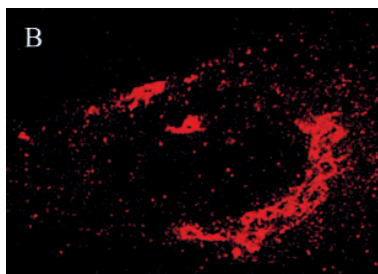
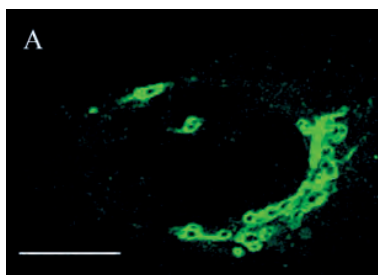


Schema rappresentativo del meccanismo molecolare di formazione di tubuli e/o vescicole dal complesso di Golgi.

BIOLOGIA

Il trans-Golgi: un deposito intracellulare di Ca^{2+} con caratteristiche uniche

L'apparato del Golgi (GA) è un organello specializzato coinvolto in modificazioni di lipidi e proteine durante il loro trasporto dalla sede di sintesi nel reticolo endoplasmatico (RE) ad altri compartimenti sub-cellulari, come le vescicole secretorie e la membrana plasmatica. Morfologicamente è eterogeneo, con pile di cisterne piatte (cis- e medial-Golgi) e reti di tubuli e vescicole (trans-Golgi).



Queste differenze morfologiche sono accoppiate a differenze funzionali: enzimi diversi, che agiscono su proteine neo-sintetizzate, hanno diversa localizzazione e ruoli complementari nei vari sub-compartimenti del GA.

Il GA svolge un ruolo chiave anche nell'omeostasi del Ca^{2+} : similmente al RE, il GA è fornito di molecole per il rilascio e la cattura dello ione: la pompa per il Ca^{2+} del RE, SERCA, e quella presente nella via secretoria, SPCA1; canali di rilascio del Ca^{2+} , i recettori per l' IP_3 . Il GA nel suo insieme si comporta come un deposito di Ca^{2+} dinamico che può partecipare alla complessità spazio-temporale del segnale Ca^{2+} cellulare. Non è noto, comunque, se il suo comportamento sia omogeneo o ci sia diversità tra i suoi diversi sub-compartimenti.

Abbiamo perciò sviluppando una nuova sonda per il Ca^{2+} , geneticamente codificata e fluorescente, indirizzata al trans-Golgi. Ciò ci ha permesso la misura dinamica e quantitativa della concentrazione di Ca^{2+} nel lume di questo compartimento, a livello di singola cellula. Questa sonda ha rivelato che il trans-Golgi si comporta diversamente dal resto del GA: capta Ca^{2+} esclusivamente tramite la SPCA1 (mentre la pompa SERCA è predominante nelle altre parti del GA) e non rilascia Ca^{2+} in risposta alla generazione di IP_3 (diversamente dal cis-Golgi). Inficiando l'attività della SPCA1 (e quindi il contenuto di Ca^{2+} all'interno del trans-Golgi) si ottiene un alterato

Localizzazione della nuova sonda per il Ca^{2+} indirizzata al trans-Golgi in cellule HeLa (verde, A) confrontata con quella di una proteina marker del trans-Golgi, la TGN46 (rosso, B). Barra, 10 μm .

traffico secretorio di diverse proteine e una marcata alterazione morfologica del GA, ad indicare che la concentrazione luminale di Ca^{2+} corretta all'interno del trans-Golgi è essenziale per le sue funzioni specifiche e per l'intera architettura del GA. Da notare che mutazioni in omozigosi del gene che codifica per SPCA1 causano nell'uomo una malattia della pelle, l'Hailey Hailey Disease. I cheratinociti di questi pazienti hanno difetti multipli nella secrezione di diverse proteine e in altre funzioni cellulari, suggerendo che l'omeostasi del Ca^{2+} nel GA svolge un ruolo primario in patofisiologia.

V. Lissandron, P. Podini, P. Pizzo, T. Pozzan T. "Unique characteristics of Ca^{2+} homeostasis of the trans-Golgi compartment", *Proc Natl Acad Sci USA*, 107 (2010), pp. 9198-203.

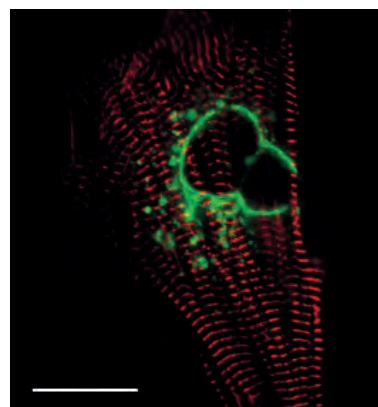


Immagine confocale sovrapposta di un cardiomiocita esprime la nuova sonda nel trans-Golgi (verde) e la proteina sarcomerica Zasp (rosso). Barra, 10 μm .

BIOLOGIA

Identificazione di 18 nuovi loci genetici associati a variazioni dell'indice di massa corporea

L'obesità è definita come accumulo anomalo o eccessivo di tessuto adiposo associato ad un aumentato rischio di sviluppare malattie, nonché ad invalidità e morte. Seppur inizialmente sia stata considerata un problema solo nei paesi ad alto reddito, la sua prevalenza è ora drammaticamente aumentata anche nei paesi a basso e medio reddito. Come altre condizioni

mediche, la maggior parte dei casi di obesità sono il risultato di un'interazione tra numerosi fattori genetici ed ambientali che causano variazioni dell'indice di massa corporea (IMC). Sebbene, nell'uomo, l'ereditarietà dell'IMC sia elevata, i geni finora identificati spiegano solamente una piccola frazione della varianza genetica stimata. Per identificare nuovi loci implicati nella suscettibilità all'obesità il Consorzio GIANT (Indagine Genetica dei tratti ANTropometrici) ha effettuato una meta-analisi di dati di GWAS (studi di associazione sull'intero genoma) su 123.865 individui di origine europea, seguita da un'ulteriore analisi di validazione dei 42 loci indipendenti maggiormente associati, in un gruppo indipendente di 125.931 individui. Oltre a confermare i 14

loci di cui già si conosceva l'associazione, sono stati identificati 18 nuovi loci associati a variazioni dell'IMC ($p < 5 \times 10^{-8}$). Tra tutti questi, i ricercatori hanno osservato che molti evidenziano geni coinvolti nelle principali vie ipotalamiche di bilancio energetico. Nel complesso, dal momento che gli interventi sullo stile di vita attuale sono in gran parte inefficaci per affrontare le sfide dovute all'obesità sempre più diffusa, questo studio fornisce nuove informazioni sulla sua biologia, necessarie per guidare criticamente lo sviluppo e l'applicazione di future terapie e interventi preventivi.

Speliotes EK et al. "Association analyses of 249,796 individuals reveal 18 new loci associated with body mass index", *Nat Genet.* 42(11) (2010), pp. 937-948.

28

BIOLOGIA

Caratterizzazione della risposta adattativa indotta da radiofrequenza

Nel 2009 esperimenti svolti presso il laboratorio di Bioelettromagnetismo dell'IREA CNR di Napoli hanno evidenziato che linfociti umani di sangue periferico esposti per 20 ore a radiofrequenza (RF, 900 MHz, GSM) e con tasso di assorbimento specifico (SAR) di 1,25 W/kg, risultavano refrattari al danno indotto da un successivo trattamento con Mitomicina-C (MMC). Alla dose impiegata nello studio, la radiazione non induceva

di per se danno al DNA. Pertanto, i risultati ottenuti sono di notevole interesse in quanto la risposta adattativa (RA) è nota per trattamenti genotossici, mentre per la prima volta veniva evidenziata la possibilità di indurre AR anche mediante un agente non-genotossico. Probabilmente, l'esposizione alla RF innesca processi che non causano un apprezzabile aumento del danno genetico, ma che sono in grado di evocare RA e, quindi, prevenire i danni di una successiva alta dose di un agente genotossico. Queste osservazioni sono state approfondite impiegando differenti condizioni di pre-esposizione a RF al fine di valutare l'influenza del ciclo cellulare sull'induzione di RA in colture di linfociti umani da sangue periferico. I risultati ottenuti indicano che le cellule pre-esposte per 20 ore a

900 MHz (SAR 1,25 W/kg) nella fase G₀ e G₁ del ciclo cellulare non esibivano adattamento, mentre questa risposta era osservata quando le cellule erano pre-esposte in fase S del ciclo cellulare, suggerendo che la fase del ciclo cellulare in cui si effettuano i pre-trattamenti a RF sono critici per indurre RA. Questa indagine consente di caratterizzare ulteriormente la RA indotta da un agente non genotossico, quale la RF, e di studiare il meccanismo molecolare alla base del fenomeno.

A. Sannino, O. Zeni, M. Sarti, S. Romeo, S.B. Reddy, M.A. Belisario, T.J. Prioda, Vijalaxmi and M.R. Scarfi. "Induction of adaptive response in human blood lymphocytes exposed to 900 MHz radiofrequency fields: Influence of cell cycle", *International Journal of Radiation Biology*, 89 (2011), pp. 993-999.

BIOLOGIA

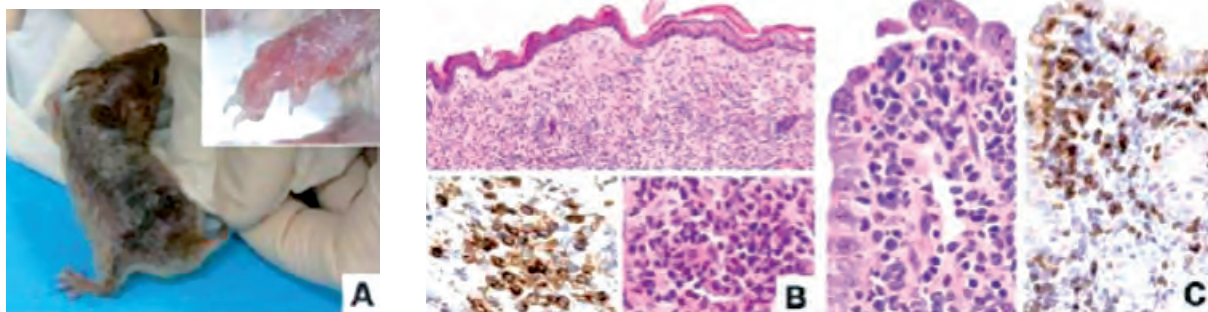
Espansione omeostatica di cellule autoreattive secernenti immunoglobuline nel modello di sindrome di Omenn da mutazione nel gene *Rag2*

La produzione di modelli animali di malattie umane rappresenta uno strumento estremamente utile per studiare e in un futuro trattare i pazienti affetti. Nella presente ricerca, abbiamo creato e studiato un modello di topo che presenta tutti i sintomi della sindrome di Omenn (OS), una immunodeficienza combinata grave (SCID) assolutamente peculiare, che associa al difetto immunitario anche

delle manifestazioni autoimmuni, dovute ad una mutazione nei geni RAG. Questa rara malattia è fatale, se non viene trattata, ma sinora l'unico trattamento efficace è il trapianto di midollo osseo, che tuttavia è possibile solo se esiste un donatore compatibile. Dopo aver identificato i geni RAG come quelli responsabili per la OS, abbiamo inserito nel genoma del topo la stessa mutazione (R229Q) identificata in un bambino affetto. Questo modello murino del tipo *knock-in* riassume fedelmente i sintomi della OS. Successivamente, avendo identificato plasmacellule negli organi linfoidi di pazienti umani, abbiamo indagato se i linfociti B svolgono un ruolo nella patogenesi della OS. I nostri topi ingegnerizzati hanno mostrato, malgrado la presenza di un grave blocco nello sviluppo delle cellule B, un compartimento normale o anche aumentato di cellule secernenti immunoglobuline (ISC). Le dimensioni di questo compartimento ISC correlava con un'aumentata espressione di *Blimp1* e *Xbp1*. Il riscontro di autoanticorpi ad alta affinità diretti verso organi bersaglio indicava

un difetto nella selezione delle cellule B e nell'induzione della tolleranza. Abbiamo ipotizzato che un difetto nella procedura di *editing* del recettore della cellule B e un aumento eccessivo del fattore serico di attivazione delle cellule B (BAFF) potrebbero contribuire allo sviluppo di un repertorio patogenetico di cellule B nel nostro topo *knock-in* per la mutazione R229Q del gene *RAG2*. Da un punto di vista terapeutico è interessante notare come bloccando il recettore per BAFF (BAFF-R) si otteneva una riduzione nei livelli serici di autoanticorpi specifici per gli acidi nucleici, migliorando sensibilmente il grado di infiammazione tissutale. Questi dati sottolineano un ruolo importante per le cellule B nella patogenesi della OS.

Cassani B, Poliani PL, Marrella V, Schena F, Sauer AV, Ravanini M, Strina D, Busse CE, Regenass S, Wardemann H, Martini A, Facchetti F, van der Burg M, Rolink AG, Vezzoni P, Grassi F, Traggiai E, Villa A. "Homeostatic expansion of autoreactive immunoglobulin-secreting cells in the *Rag2* mouse model of Omenn syndrome", *J Exp Med.* 207 (2010) pp. 1525-1540.



Il modello murino riassume il quadro clinico dei pazienti con sindrome di Omenn. Questo modello ha la stessa mutazione nel gene *Rag2* trovata in un paziente. (A) Aspetto di un topo *Rag2R229Q/R229Q* di 3 mesi, che mostra una alopecia e una eritrodermia cutanea. (B) Biopsia cutanea che rivela una marcata infiammazione dermica (in alto) composta di linfociti $CD3^+$ (in basso a sinistra) e contenente numerosi eosinofili (in basso a destra). (C) Allo stesso modo, l'intestino mostra una notevole infiltrazione infiammatoria (sinistra), composta soprattutto di cellule $CD3^+$ (destra).

BIOLOGIA

Ruolo delle RNA polimerasi dipendenti da RNA delle piante nelle risposte antivirali

30

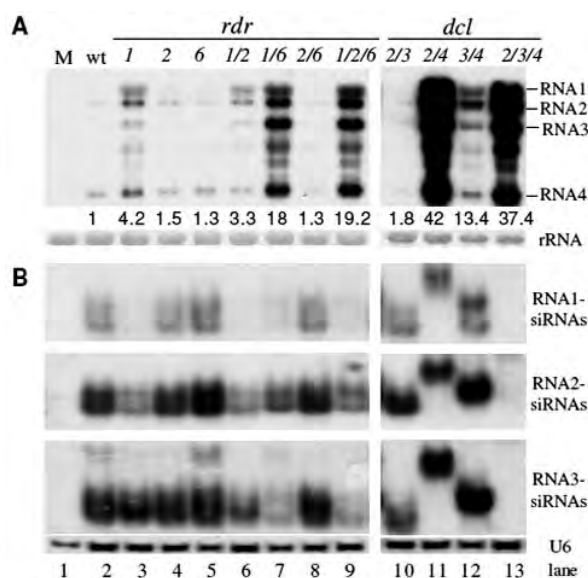
Negli ultimi due decenni, la ricerca ha svelato un meccanismo di difesa basato su RNA, un sistema arcaico e conservato tra le specie viventi dei tre regni (animali, funghi e piante). Questo sistema è noto come silenziamento dell'RNA o interferenza da RNA (RNA interference, RNAi), ed è oggi riconosciuto come un "sistema immunitario alternativo" delle cellule eucariotiche basato su meccanismi che sono particolarmente simili tra organismi differenti.

Nelle piante, ci sono tre linee di evidenza che dimostrano come l'RNAi sia un sistema immunitario attivo, con funzioni antivirali. Pri-

mo, l'infezione virale in pianta dà il via al silenziamento dell'RNA che ha come bersaglio specifico l'RNA genomico del patogeno, che viene degradato generando piccoli RNA interferenti (siRNA) virus-specifici di polarità senso e antisenso. Secondo, la maggior parte dei virus delle piante codifica proteine capaci di sopprimere il silenziamento dell'RNA. Il fatto che la soppressione del silenziamento sia rimasta una funzione conservata tra i genomi di virus evolutivamente distanti, sembra indicare come l'RNAi sia una funzione antivirale fondamentale per le piante. La terza linea di evidenza è fornita da studi genetici su linee mutanti della specie vegetale modello *Arabidopsis thaliana*, private della funzionalità di geni chiave delle vie metaboliche dell'RNAi. Per esempio, linee mutanti esprimenti proteine non funzionali delle famiglie geniche Dicer-like (DCL) o Argonaute (AGO) sono più suscettibili alle infezioni virali. In questo studio, derivante da una collaborazione tra CNR e la sede di Riverside della University of California, il ruolo delle RNA po-

limerasi dipendenti da RNA (RDR) è emerso come ugualmente essenziale nelle risposte immunitarie antivirali delle piante. È stato dimostrato che la risposta antivirale in *A. thaliana* si sviluppa attraverso due fasi distinte, la prima dipendente dalla produzione di siRNA primari (cioè, generati direttamente dal taglio di RNA bicatenario, o dsRNA, derivante dall'attività replicativa del virus), e la seconda rappresentata da un passaggio di amplificazione del segnale che richiede la sintesi di nuovo dsRNA ad opera di due RDR dell'ospite, la RDR1 e la RDR6, per la produzione di siRNA secondari. Il presente lavoro rivela che le due RDR antivirali mostrano specificità nell'intervento su regioni differenti del genoma virale ad RNA di *Cucumber mosaic virus* (CMV). RDR1 ha amplificato preferenzialmente siRNA specifici della regione 5'-terminale dei tre RNA genomici di questo virus, mentre la produzione di siRNA aventi come bersaglio la metà 3' degli RNA virali è apparsa dipendente da RDR6. Questo lavoro in conclusione identifica meccanismi distinti di amplificazione dei siRNA antivirali, che possono essere considerati veri effettori immunitari. Da un punto di vista evolutivo, l'emergenza e la differenziazione delle RDR eucariotiche possono ora essere spiegate anche dal loro ruolo attivo nelle risposte di difesa antivirali.

(A) RNA virali e (B) siRNA virali derivanti dagli RNA genomici virali 1, 2 e 3 in piante selvatiche (WT) o mutate per la soppressione di RDR (*rdr*) e DCL (*dcl*) dopo l'inoculazione con CMV.



Wang, X.-B., Wu, Q., Ito, T., Cillo, F., Li, W.-X., Chen, X., Yu, J.-L., Ding, S.-W. "RNAi-mediated viral immunity requires amplification of virus-derived siRNAs in *Arabidopsis thaliana*", *Proceedings of the National Academy of Sciences USA* (2010), vol. 107 (1), 484-489.

BIOLOGIA

Il silenziamento dell'RNA svolge un ruolo nella difesa delle piante contro le infezioni viroidali

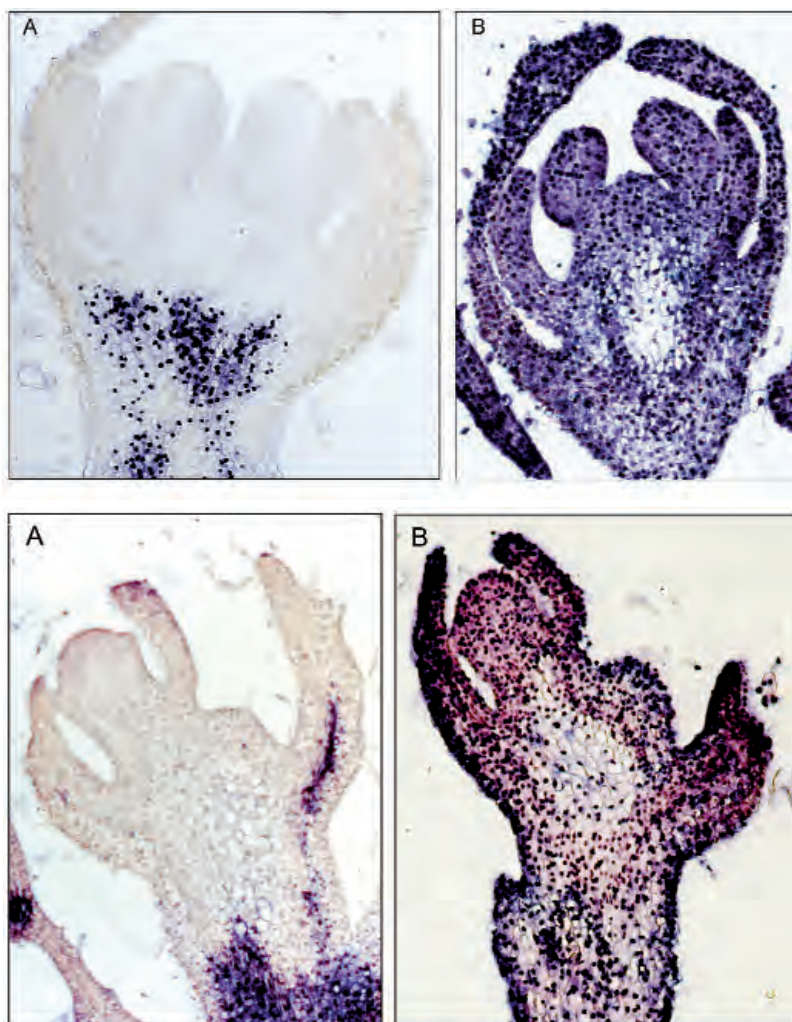
I viroidi sono piccoli RNA infettivi che, contrariamente ai virus, non codificano proteine. Questi RNA, mimando proprietà strutturali tipiche degli RNA cellulari, utilizzano le proteine dell'ospite per replicarsi e muoversi all'interno

della pianta infetta. Questa singolare proprietà rende i viroidi modelli sperimentali assai utili per lo studio delle relazioni struttura-funzione degli RNA.

Le piante reagiscono alle infezioni virali ricorrendo al silenziamento dell'RNA, un meccanismo di degradazione sequenza-specifico che, attivato da piccoli RNA interferenti primari (siRNA di 21-24 nucleotidi [nt]) derivanti dagli acidi nucleici invasivi, è amplificato da siRNAs secondari generati da RNA polimerasi dipendenti da RNA (RDR) dell'ospite. Mentre il ruolo del silenziamento dell'RNA nella risposta antivirale è supportato da dati convincenti, le informazioni sul

coinvolgimento di un analogo meccanismo nel contenimento delle infezioni viroidali sono ancora frammentarie e prevalentemente basate sull'identificazione di siRNA di origine viroidale (vd-sRNAs) nei tessuti delle piante infette. In questo studio è utilizzata una linea transgenica di *Nicotiana benthamiana* alterata nell'espressione di RDR6, una proteina implicata nel silenziamento dell'RNA e nella difesa antivirale, per dimostrare che essa contribuisce a i) contrastare l'accumulo del viroide nucleare *Potato spindle tuber viroid* (PSTVd) nei tessuti infetti, e ii) ostacolare il movimento di PSTVd nei meristemi vegetativi e fiorali. Questi dati apportano la prima convincente prova genetica del ruolo antiviroidale del meccanismo del silenziamento dell'RNA. Ulteriori risultati di questa ricerca includono il sequenziamento ad alta prestazione degli siRNA tanto derivati dall'ospite quanto dal viroide, con interessanti implicazioni sulle loro potenziali funzioni e sui meccanismi coinvolti nella loro genesi.

F. Di Serio, A.E. Martínez de Alba, B. Navarro, A. Gisel, R. Flores. "RNA-dependent RNA polymerase 6 delays accumulation and precludes meristem invasion of a viroid that replicates in the nucleus", *Journal of Virology*, 84 (2010), pp. 2477-2489.



In alto. Il viroide, evidenziato dai segnali di ibridazione (punti scuri) in corrispondenza dei nuclei, è escluso dal meristemo florale di *Nicotiana benthamiana* (A), ma non della linea transgenica in cui RDR6 è stata silenziata (B).

In basso. Il viroide, evidenziato dai segnali di ibridazione (punti scuri) in corrispondenza dei nuclei, è escluso dal meristemo vegetativo di *Nicotiana benthamiana* (A), ma non della linea transgenica in cui RDR6 è stata silenziata (B).

BIOLOGIA

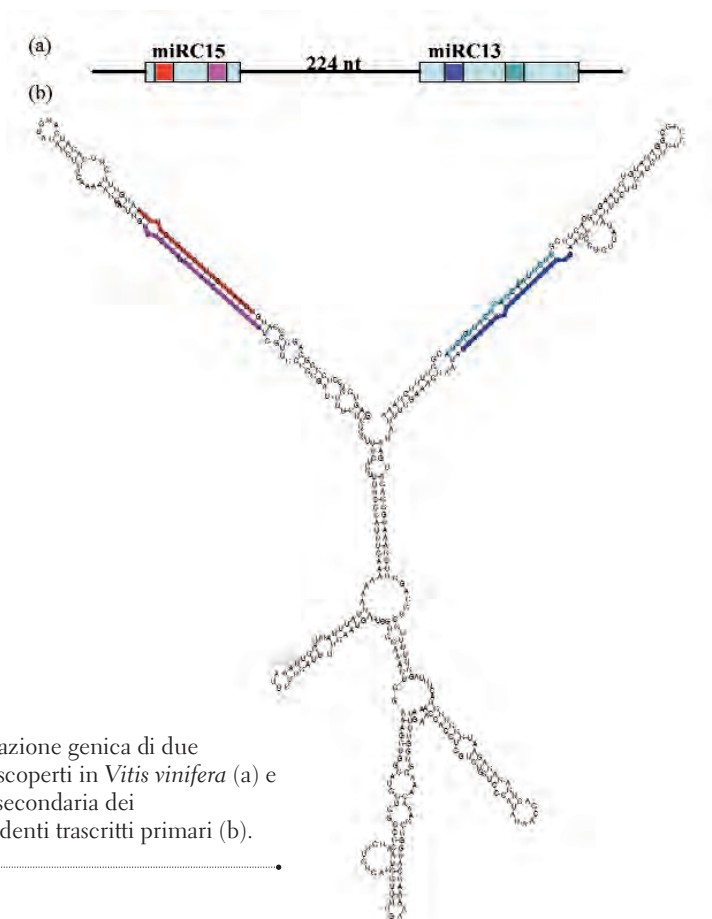
Identificazione dei microRNAs di pianta e loro caratterizzazione funzionale mediante NGS

32

I piccoli RNA non codificanti, lunghi 21-24 nucleotidi (sRNAs, inclusi i micro (mi)RNAs e gli *small interfering* (si)RNAs) hanno, durante le fasi di sviluppo e di differenziazione della pianta, la funzione di regolazione genica a livello trascrizionale e post-trascrizionale. I miRNAs, tipicamente, regolano l'espressione ge-

nica degli RNA messaggeri (mRNAs) a livello post-trascrizionale, per taglio o inibizione della traduzione. I siRNAs, peraltro, possono guidare i fenomeni di metilazione del genoma in zone ad essi complementari e, quindi, regolare l'espressione genica a livello trascrizionale. Alcuni aspetti della regolazione

genica mediata da sRNAs nel sistema modello *Vitis vinifera* sono stati investigati nel corso della nostra ricerca. Librerie di DNA complementare ai sRNAs estratti da tessuti vegetali sono state sequenziate mediante NGS (*Next Generation Sequencing*). Sono stati conseguentemente scoperti 43 miRNAs mai descritti precedentemente nell'intero mondo vegetale. La loro localizzazione nel contesto genomico ha rivelato che alcuni di questi derivano da geni organizzati "in cluster"; tale tipo di organizzazione genica è rara nel mondo vegetale ma frequente nel mondo animale. I geni di *V. vinifera* regolati a livello post-trascrizionale dai succitati miRNAs sono stati altresì identificati attraverso l'approccio denominato "degradome" (NGS di una libreria di DNA complementare agli mRNAs tagliati). Tra i geni bersaglio identificati, alcuni codificano proteine delle categorie LRR e PRR (ricche di leucina e/o prolina), notoriamente coinvolte nella difesa delle piante dai patogeni. Gli siRNAs rilevati nelle librerie vengono peraltro localizzati a livello genomico, costituendo una piattaforma di partenza per studi di epigenetica. Gli studi avanzati di genomica e post-genomica delle piante possono guidare nuove strategie applicative finalizzate al miglioramento dell'adattabilità delle piante agli stress ambientali di origine biotica (patogeni) o abiotica (riscaldamento e inquinamento ambientale).



Organizzazione genica di due miRNAs scoperti in *Vitis vinifera* (a) e struttura secondaria dei corrispondenti trascritti primari (b).

Pantaleo V, Szittyta G, Moxon S, Miozzi L, Moulton V, Dalmay T, Burgyan J. "Identification of grapevine microRNAs and their targets using high-throughput sequencing and degradome analysis", *The Plant Journal*. 62(6) (2010), pp. 960-76.

BIOLOGIA COMPUTAZIONALE

Modelli matematici multidimensionali dei segnali intracellulari

Qualsiasi stimolo esterno che agisca sulla membrana esterna di una cellula eucariota, attiva una cascata di reazioni che regolano quasi tutti gli aspetti del comportamento della cellula, come per esempio il metabolismo, il movimento o la proliferazione. Le cellule sono sistemi altamente compartimentalizzati, con molte diverse regioni, per cui il segnale deve essere trasportato nel giusto compartimento. Per esempio, il

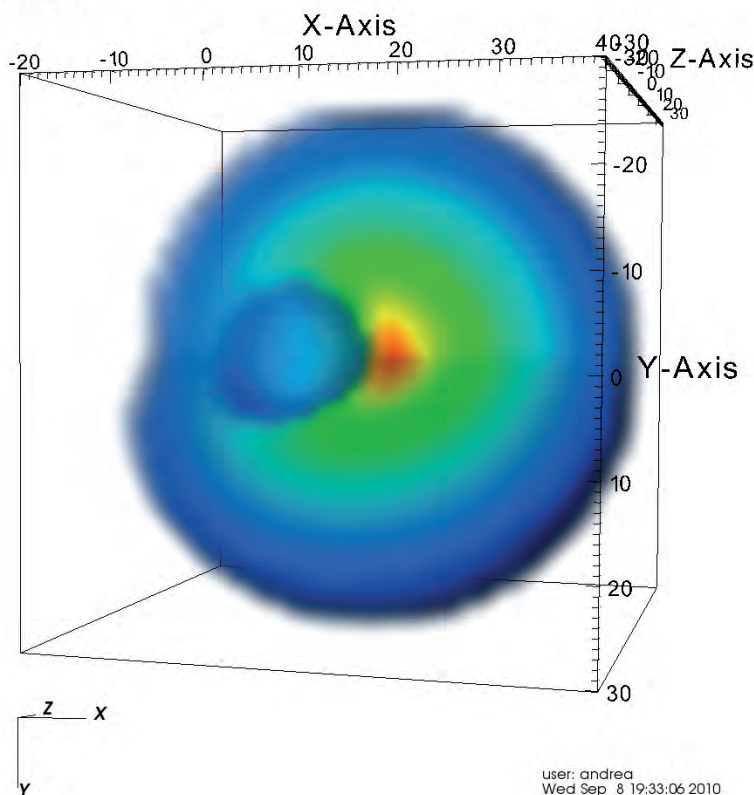
nucleo della cellula eucariota, e in particolare il DNA genomico, è il bersaglio di molti cammini di trasporto intracellulare, che influenzano l'espressione di geni specifici. In questo lavoro, ci siamo concentrati sul traffico molecolare attraverso la membrana nucleare e il trasporto nucleo-citoplasmatico. Per grandi molecole, il passaggio attraverso la membrana nucleare può aver luogo attraverso il complesso dei pori nucleari usando

un sistema basato sulla proteina Ran. A differenza di altri modelli matematici, proposti nel recente passato e spesso formulati in termini delle medie spaziali delle concentrazioni molecolari, si propone in questo lavoro il primo modello macroscopico tridimensionale completamente integrato per l'importazione nel nucleo di molecole guidate dalla Ran, che contiene la diffusione e il trasporto attraverso le membrane, e se ne mostra la validità con una discussione dettagliata sul problema dei parametri e della localizzazione delle reazioni. Per la prima volta, si tiene anche conto del possibile trasporto attivo lungo i microtubuli del complesso importina-cargo, che è responsabile per il potenziamento di vari processi di segnalazione, come per esempio il trasporto della proteina anti-tumorale p53. Ne viene fuori un sistema di equazioni alle derivate parziali che viene risolto usando un nuovo schema numerico basato sul metodo *Discontinuous Galerkin*. Le simulazioni effettuate utilizzando dati sperimentali in un quadro generale realistico, hanno mostrato un buon accordo tra i dati virtuali e gli esperimenti di laboratorio.

A. Cangiani, R. Natalini. "A spatial model of cellular molecular trafficking including active transport along microtubules", *Journal of Theoretical Biology*, 267 (2010), pp. 614-625.

Simulazione 3D del passaggio nel nucleo della proteina Rb. Viene mostrata la concentrazione del complesso cargo e importina dopo 100 secondi, nel caso di trasporto attivo dei microtubuli.

DB: solution-0005.vtk
Cycle: 5



BIOLOGIA

Profilo metabolico di lattughe transgeniche tramite Risonanza Magnetica Nucleare

Un interessante ed attuale campo della ricerca scientifica riguarda l'introduzione di sequenze di DNA nel genoma di piante per migliorarle e conferire alle stesse nuove proprietà. La spettroscopia NMR è stata applicata allo studio di piante transgeniche perché consente di ottenere il loro profilo metabolico in un unico esperimento. L'identificazione e la quantificazione dei metaboliti tramite spettroscopia NMR richiede solo una minima manipolazione del campione e la preparazione del campione prima dell'analisi è semplice. Nel presente lavoro la me-

todologia NMR-metabolomica è stata applicata allo studio di tre linee di lattuga geneticamente modificate, che esprimono il gene dell'asparagina sintetasi A (*asnA*) del batterio *E.coli*, a 3 diversi stadi di crescita (figura 1). Le piante di lattuga che esprimono *asnA* sono caratterizzate da una maggiore massa, da un maggior peso secco della foglia, da una fioritura precoce e una migliore assimilazione di azoto. Le analisi NMR insieme ad appropriate analisi statistiche multivariate hanno permesso di osservare i cambiamenti metabolici nelle linee transgeniche tramite il monitoraggio dei loro profili metabolici. L'elaborazione statistica dei dati NMR ha mostrato che la linea P31 differisce in maniera significativa dalle linee transgeniche P8 e P32 e dalla linea di controllo (figura 2). Tale distinzione è dovuta ad alcuni amminoacidi più abbondanti nelle linee P8 e P32, al saccarosio presente in maggiore

concentrazione nella linea P31 e di controllo ma soprattutto ad alcune inuline a catena corta che nella linea P31 sono presenti in quantità fino a 30 volte superiore rispetto a quella osservata nelle altre linee, probabilmente per un effetto indiretto dell'espressione del transgene. Le inuline hanno effetti benefici sulla salute umana, di solito sono commercializzate quelle a catena lunga estratte da piante mentre le forme a catena corta sono sintetizzate chimicamente. Di conseguenza, genotipi di lattuga con alto contenuto di inulina a catena corta possono essere materiale utile per strategie di selezione e possono costituire un'importante fonte di inuline a basso peso molecolare.

A.P. Sobolev, G. Testone, F. Santoro, C. Nicolodi, M. Iannelli, M.E. Amato, A. Iannello, E. Brosio, D. Giannino, L. Mannina. "Quality Traits of Conventional and Transgenic Lettuce (*Lactuca sativa* L.) at Harvesting by NMR Metabolic Profiling", *J. of Agriculture and Food Chemistry*, 58 (2010) pp. 6928-6936.

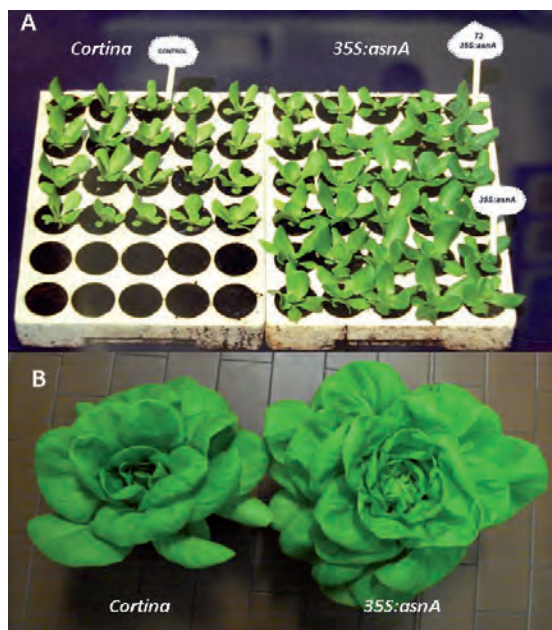


Figura 1. Piante di lattuga: campioni di controllo (Cortina) e campioni transgenici (35S:asnA) a 24 (A) e 56 (B) giorni dalla semina.

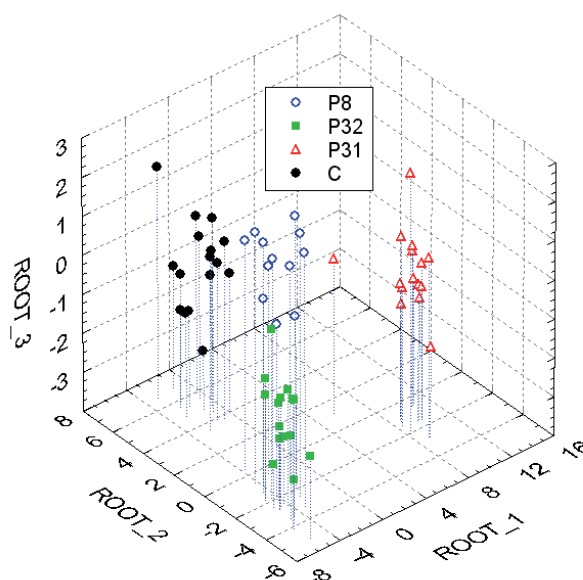


Figura 2. LDA dei campioni di lattuga di controllo e transgenici a 56 giorni dalla semina. P8, P31, P32: linee transgeniche; C: linea di controllo.

NEUROSCIENZE

Meno calorie per un cervello più giovane

Una moderata riduzione dell'apporto calorico giornaliero è in grado di 'ringiovanire il cervello', promuovendo negli animali adulti un incremento della plasticità celebrale, caratteristica peculiare del sistema nervoso giovanile che incide sulle capacità di apprendimento, memorizzazione e recupero da danni cerebrali. Ad analizzare tale relazione, la ricerca *'Food restriction enhances visual cortex plasticity in adulthood'*, realizzata su ratti adulti e sani da un gruppo di ricercatori dell'Istituto di Neuroscienze di Pisa, tra cui Maria Spolidoro. Lo studio, guidato dall'ex direttore Lamberto Maffei e pubblicato su *Nature Communications*, è stato condotto principalmente sulla plasticità del sistema visivo, utilizzando la deprivazione monoculare. Tale procedura, durante le fasi precoci dello sviluppo postnatale, determina cambiamenti funzionali e anatomici della corteccia visiva primaria ed è modello sperimentale per una delle patologie più diffuse della vista, l'ambliopia o occhio pigro.

35

BIOLOGIA

Appaiamento meiotico dei cromosomi omologhi

Questo studio chiarisce il ruolo essenziale di tre proteine, evolutivamente conservate e biochimicamente attive nei processi di ricombinazione, nell'appaiamento dei cromosomi omologhi.

Le modalità del riconoscimento ed appaiamento dei cromosomi omologhi in meiosi sono una questione centrale del processo meiotico. Il fungo filamentoso *Sordaria macrospora* rappresenta un sistema sperimentale particolarmente adatto per esaminare questo processo. L'appaiamento e la corretta segregazione dei cromosomi omologhi sono indissolubilmente connessi alla ricombinazione del DNA e necessari alla formazione dei gameti. Le evidenze accumulate indicano che la progressione degli eventi meiotici a livello

del DNA è analoga nei mammiferi, nelle piante superiori e nei funghi, come ad esempio *S. cerevisiae* e *Sordaria*, e che questa progressione è in correlazione con gli eventi cromosomali di allineamento e appaiamento. Questo studio dimostra che la corretta progressione di questi eventi dipende dall'attività molecolare, indipendente e specifica, di tre proteine della ricombinazione, Mer3, Msh4 e Mlh1. I fenotipi associati ai mutanti nelle tre proteine dimostrano che il processo di appaiamento dei cromosomi omologhi opera non solo affinché le coppie di omologhi siano allineate, ma anche assicurando che le coppie formate non si intreccino agli altri cromosomi presenti nel nucleo e soggetti allo stesso processo. Inoltre, la ricom-

binazione interviene nel processo di appaiamento non semplicemente per garantire l'appaiamento sulla base dell'omologia, ma integrando tutti gli aspetti, durante tutte le fasi, di questo processo. Lo studio indica che l'attività biochimica di Mer3, Msh4 e Mlh1 nella ricombinazione è preceduta, nel corso della progressione meiotica, dalla loro attività nell'appaiamento cromosomale.

Nella loro totalità questi studi sottolineano la potenza dell'approccio citologico che, in combinazione con approcci molecolari e genetici, permette di analizzare il contributo individuale di molecole a processi biologici complessi come quelli di sviluppo.

Storlazzi A, Gargano S, Ruprich-Robert G, Falque M, David M, Kleckner N, Zickler D. "Recombination proteins mediate meiotic spatial chromosome organization and pairing", *Cell*, 141 (2010), pp. 94-106.

BIOLOGIA CELLULARE

Mitocondri: l'unione fa la forza

I mitocondri sono organelli intracellulari fondamentali per la produzione di energia, la regolazione dei segnali intracellulari, e l'amplificazione dell'apoptosi, la cosiddetta morte cellulare programmata. Durante la vita di una cellula, l'insieme dei suoi mitocondri, organizzati in un network dinamico, viene continuamente rimodellato da eventi di fusione e frammentazione, e da queste variazioni regolate della forma e della struttura interna dei mitocondri dipende un vasto numero di processi intracellulari, apoptosi inclusa. Non è invece ancora ben conosciuto il ruolo dei mitocondri durante l'autofagia, un processo di ampia degradazione e riciclaggio dei costituenti intracellulari, caratteristico delle cellule eucariotiche, che vie-

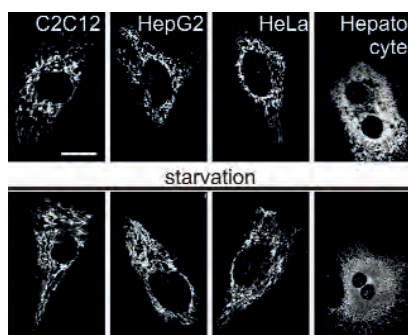
ne indotto, per esempio, quando la disponibilità di nutrienti è molto limitata. Per molto tempo l'autofagia è stata ritenuta un processo non selettivo, ma sta diventando via via più chiaro che, in alcune condizioni, come per esempio la presenza di batteri infettivi, o di organelli intracellulari danneggiati, questi possono essere autofagocitati selettivamente. Durante il processo di mitofagia, la particolare forma di autofagia che riguarda selettivamente i mitocondri, il network mitocondriale si frammenta, così da isolare le porzioni non più funzionali da degradare. D'altra parte, è anche noto che i mitocondri partecipano a diversi stadi del processo di macro-autofagia, ma la loro morfologia e un loro eventuale ruolo funzionale durante il processo autofagico non sono ancora stati chiariti. Non è chiaro se, in tale frangente, i mitocondri siano soggetti a frammentazione, se vengano autofagocitati in modo casuale, e se il decorso ed il risultato

finale del processo autofagico siano o meno influenzati dalla morfologia mitocondriale.

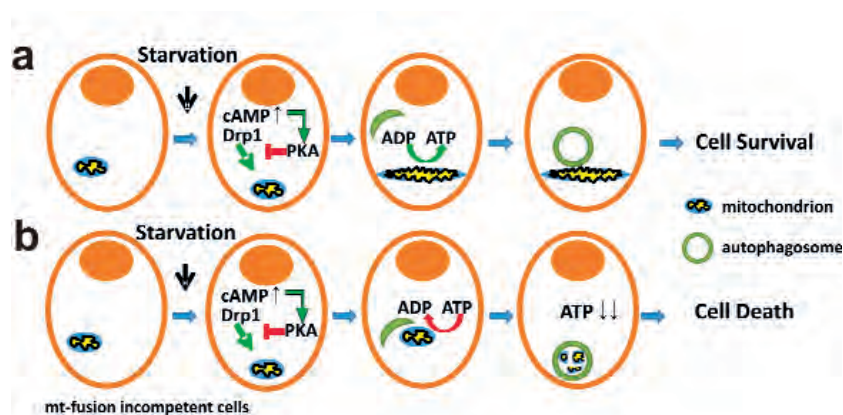
In questo lavoro si dimostra che la morfologia mitocondriale determina la risposta cellulare alla macro-autofagia: inaspettatamente, all'innescarsi del processo di autofagia, i mitocondri si allungano, attraverso un segnale che coinvolge cAMP, PKA e Drp1. Questo allungamento è necessario per sfuggire all'eliminazione autofagica, per mantenere ad un livello sufficiente la produzione energetica intracellulare, e, in definitiva, per mantenere in vita la cellula. Infatti, se l'allungamento con strumenti genetici o farmacologici viene impedito, i mitocondri consumano energia anziché produrne, precipitando la cellula in una crisi bioenergetica che la conduce alla morte.

L.C. Gomes, G. Di Benedetto, L. Scorrano. "During autophagy mitochondria elongate, are spared from degradation and sustain cell viability", *Nature Cell Biology*, 13 (2011), pp.589-598.

36



Immagini esemplificative della morfologia mitocondriale. Cellule C2C12, HeLa ed HepG2, trasfettate con una proteina fluorescente a localizzazione mitocondriale (mtYFP), ed osservate dopo 24 ore. Gli epatociti primari sono stati fissati e trattati con un anticorpo contro la proteina mitocondriale TOM20. Dove indicato, le cellule sono state mantenute in condizioni di deprivazione nutrizionale (starvation) per 2,5 ore. Barra: 20 μ m.



L'allungamento mitocondriale indotto da cAMP/PKA determina il destino della cellula in condizioni di deprivazione nutrizionale (starvation). Il diagramma raffigura i segnali che, in condizioni di carenza di nutrienti, portano all'allungamento mitocondriale, ed il suo ruolo nel determinare il destino della cellula. a) L'allungamento mitocondriale protegge dalla degradazione degli organelli e consente il mantenimento della produzione di energia (livello di ATP). b) Quando l'allungamento mitocondriale è impedito i mitocondri vengono degradati, e quelli risparmiati dalla degradazione consumano energia (ATP), precipitando la cellula verso la morte.

GENETICA AGRARIA

Mappa genetica del carciofo e del suo progenitore selvatico

La specie *Cynara cardunculus* comprende tre entità botaniche: il carciofo, il cardo coltivato ed il cardo selvatico, quest'ultimo il progenitore di entrambe le colture.

Il carciofo riveste notevole importanza economica nei Paesi del Bacino del Mediterraneo, Italia in primis, che ne è il principale produttore mondiale. Esso viene utilizzato non soltanto come ortaggio per il consumo delle infiorescenze immature (capolini), ma

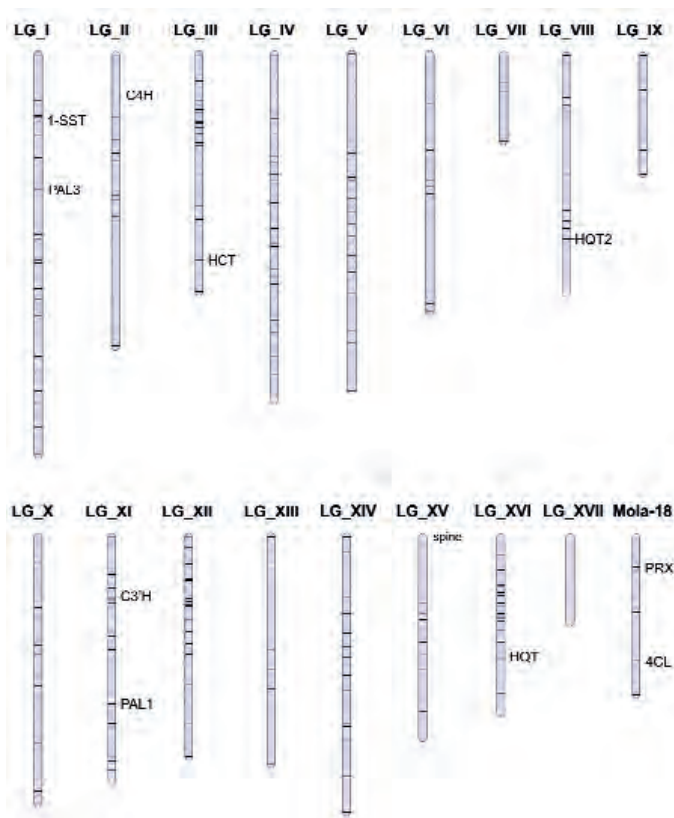
anche per l'estrazione di sostanze ad elevato valore nutraceutico. Tali composti (acido caffeico, acido clorogenico, cinarina e flavonoidi) possiedono numerose proprietà benefiche, tra cui attività antiossidante, antitumorale, anti-HIV, anticolesterolemica, epato-protettiva, antibatterica.

L'articolo descrive la costituzione di una mappa genetica di associazione ottenuta utilizzando una progenie ibrida (F₁) derivata dal-

l'incrocio di un genotipo di carciofo (Mola) con uno selvatico (Tolfa). Una mappa di associazione individua la posizione relativa di geni e marcatori basata sulla frequenza con cui questi vengono ereditati insieme; le distanze sono misurate in centimorgan (cM). Inizialmente sono state ottenute due mappe, una per il parentale femminile (Mola), l'altra per il parentale maschile (Tolfa), da cui è stata derivata una mappa integrata (vedi figura) che copre una lunghezza di 1488,8 cM ed include 337 marcatori molecolari (SSR e AFLP), 10 geni (per lo più coinvolti nella sintesi dei composti succitati) ed il marcatore delle spine, distribuiti su 17 gruppi di associazione, equivalenti al numero aploide di cromosomi del carciofo, più un gruppo del parentale Mola. La distanza media tra i marcatori è 4,4 cM.

Tale risultato rappresenta un passo importante per la mappatura di geni espressi in carciofo e per programmare il sequenziamento completo del genoma.

G. Sonnante, A. Gatto, A. Morgese, F. Montemurro, G. Sarli, E. Blanco, D. Pignone. "Genetic map of artichoke × wild cardoon: toward a consensus map for *Cynara cardunculus*", *Theoretical and Applied Genetics*, 123 (2011), pp. 1215-1229.



Mappa genetica di associazione semplificata del carciofo. Ogni linea individua un marcatore mappato. Sigle: geni mappati. LG: gruppo di associazione.

GENOMICA

Il genoma del tartufo nero pregiato (*Tuber melanosporum*)

Il sequenziamento del genoma dei funghi simbionti ha rappresentato una chiave di svolta per capire la biologia di organismi che, come biofertilizzatori e bio-protettori naturali, stanno acquisendo una crescente importanza. Sinora due progetti sono stati portati a termine sui funghi ectomicorrizzi: tra i basidiomiceti, quello su *Laccaria bicolor*, mentre tra gli ascomiceti, si è concluso il sequenziamento del genoma del tartufo nero pregiato (*Tuber melanosporum*). *Tuber* è di grande interesse poiché, in seguito all'associazione simbiotica con le radici delle piante, produce corpi fruttiferi molto apprezzati per le loro caratteristiche organolettiche. Nel 2007, a Torino fu lanciato il progetto di sequenziamento di *T. melanosporum*, ad opera di un con-

sorzio di ricerca Italo-Francese, e con lo scopo di individuare i processi alla base della formazione dei corpi fruttiferi e dello sviluppo della simbiosi. I risultati hanno offerto un buon esempio di indagine innovativa che va incontro da una parte a richieste del territorio, e permette dall'altra parte un balzo in avanti nella comprensione della biologia di uno dei funghi più ricercati al mondo. Il genoma del tartufo nero (125Mb) è il più grande e il più complesso tra quelli dei funghi fino ad oggi sequenziati. Sequenze ripetute riconducibili a elementi genetici mobili (trasposoni), che costituiscono il 58% dell'intero genoma, sono responsabili di questa massiccia quantità di DNA che, insieme a un ridotto numero di geni (circa 7500) e di famiglie multigeniche fanno del *T. melanosporum* un fungo dai tratti unici. È di particolare interesse il fatto che l'analisi della sequenza genomica ha evidenziato un ridottissimo potenziale allergenico e l'assenza delle principali vie metaboliche responsabili della formazione delle

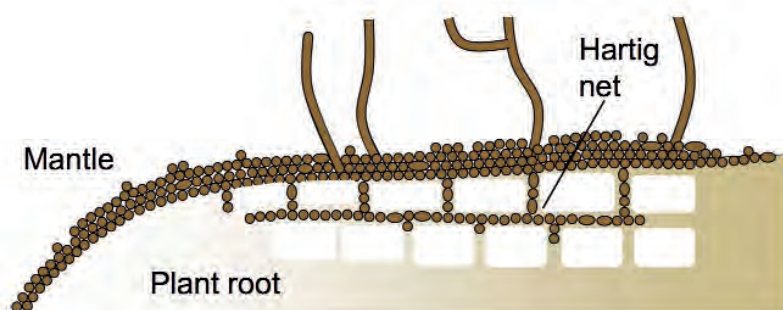
micotossine. La sequenza genomica ha messo inoltre a disposizione migliaia di marcatori genetici sparsi lungo tutto il genoma che potranno essere impiegati per tracciare tartufi provenienti da diverse aree. La disponibilità del genoma di *L. bicolor* ha permesso di confrontare i due funghi e ha evidenziato forti differenze nel modo in cui i due simbionti dialogano con le loro piante ospiti, suggerendo che la simbiosi micorrizica abbia seguito strade molto diverse nel corso dell'evoluzione. A dispetto della similarità nelle strutture simbiotiche formate, l'ascomicete *T. melanosporum* e il basidiomicete *L. bicolor* codificano proteomi differenti, le cui differenze sono già state evidenziate nei geni regolati dalla simbiosi.

F. Martin, A. Kohler, C. Murat, R. Balestrini, P. Coutinho, O. Jaillon, B. Montanini, E. Morin, B. Noel, R. Percudani, B. Porcel, A. Rubini et al. "Perigord black truffle genome uncovers evolutionary origins and mechanisms of symbiosis", *Nature*, 464 (2010), pp. 1033-1038.

38

Schema di un'ectomicorriza (ECM) in cui sono evidenziati i due compartimenti fungini: il mantello e il reticolo di Hartig. ref. <http://mycor.nancy.inra.fr/>

Ectomycorrhizal symbiosis



Laccaria bicolor
(Martin et al., 2008)



Tuber melanosporum
(Martin et al., 2010)

GENETICA AGRARIA

Biofortificazione dei semi e manipolazione della via biosintetica dell'acido fitico

L'acido fitico, che nei semi delle piante rappresenta la principale forma di immagazzinamento di fosfato, è una molecola poco digeribile da parte dell'uomo e degli animali monogastrici in generale. Infatti, la sua struttura è tale da rendere poco accessibili il fosforo e alcuni ioni minerali molto importanti come ferro, zinco e calcio. Per questo motivo la sua presenza nei semi ne diminuisce il valore nutrizionale. Per migliorare la bio-disponibilità di micronutrienti (biofortificazione) e rendere utilizzabile il fosforo per l'alimentazione umana ed animale, uno dei principali obiettivi del miglioramento genetico è quello di riuscire ad ottenere cereali e legumi con un ridotto contenuto di acido fitico nei semi. Una delle strategie più utilizzate a questo scopo è l'individuazione di mutanti, detti *lpa* (*low phytic acid*, ossia basso contenuto di acido fitico), tuttavia, qualsiasi modifica del contenuto di acido fitico nei semi richiede una conoscenza dettagliata dei geni che ne dirigono e controllano la sintesi e l'accumulo.

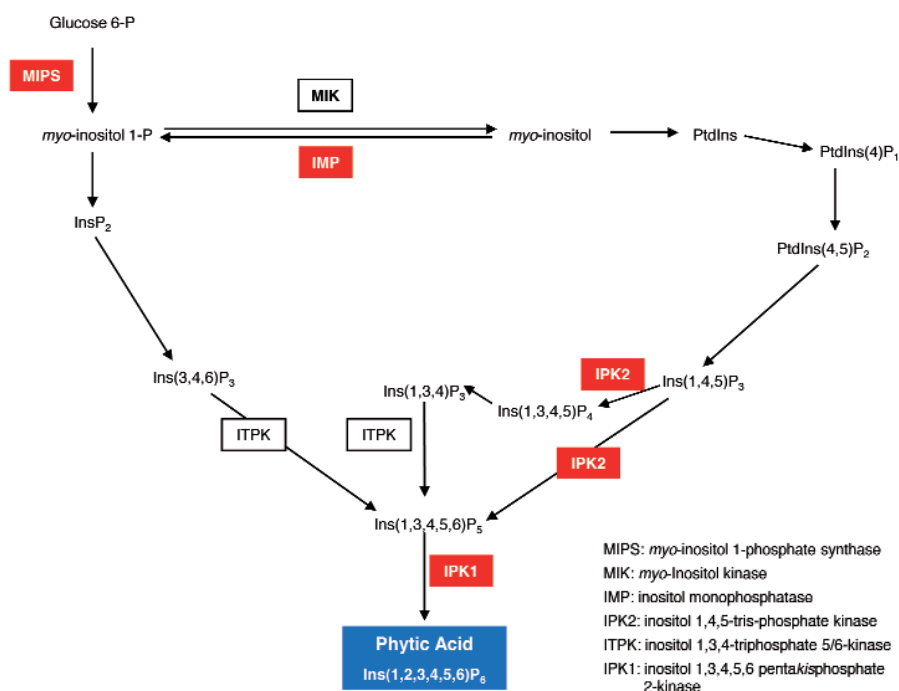
Schema della biosintesi dell'acido fitico. I riquadri rossi indicano gli enzimi chiave, la cui regolazione correla alla sintesi di acido fitico durante lo sviluppo del seme.

Il presente lavoro è orientato alla biofortificazione dei semi di fagiolo (*Phaseolus vulgaris* L.) e per fare ciò abbiamo adottato due diverse strategie, fra loro complementari: in un primo lavoro, analizzando una popolazione di piante di fagiolo derivate da un progetto di mutagenesi, abbiamo isolato un mutante *lpa* (Highlights 2008-2009), successivamente abbiamo identificato, isolato e caratterizzato in dettaglio i geni codificanti per gli enzimi coinvolti nella sintesi di acido fitico e, più in generale, nel metabolismo degli inositolo fosfati (figura in basso, riquadri). Abbiamo poi anche studiato come questi geni sono regolati durante lo sviluppo del seme (e quindi durante il periodo in cui l'acido fitico viene sintetizzato e accumulato). Abbiamo così scoperto che l'espressione di alcuni di essi è correlata alla sintesi di acido fitico (figura in basso, riquadri rossi), per cui essi svolgono un ruolo chiave nella produzione di

questa molecola e rappresentano degli ottimi candidati per l'identificazione mirata di altri mutanti *lpa*. Inoltre, grazie all'impiego di analisi bioinformatiche, siamo stati in grado di collocare (mappare) questi geni sui cromosomi di fagiolo, fornendo così un utile strumento per lo sviluppo di marcatori molecolari.

In conclusione grazie a questo lavoro sono state ottenute importanti informazioni per l'analisi e lo studio nelle piante della via biosintetica dell'acido fitico e strumenti utili per assistere il lavoro dei *breeder* interessati a migliorare tratti legati alla qualità nutrizionale dei semi di fagiolo.

M. Fileppi, I. Galasso, G. Tagliabue, M.G. Daminati, B. Campion, E. Doria, F. Sparvoli. "Characterisation of structural genes involved in phytic acid biosynthesis in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.)", *Molecular Breeding*, 25 (2010), pp. 453-470.



BIOMATERIALI

Le fibre di carciofo: potenziale rinforzo di strutture composite

40

Nel presente lavoro sono state studiate le fibre di carciofo al fine di valutarne la potenzialità come rinforzo di strutture composite. L'Italia è il maggiore produttore mondiale di carciofi e la Sicilia è tra le regioni che contribuiscono a tale leadership. In particolare, le fibre sono state estratte da una varietà di pianta, denominata "Violetto di Sicilia", che si raccoglie nella zona di Niscemi (CL). Dopo la raccolta, i gambi, considerati un prodotto di scarto, sono stati rimossi e sottoposti a un processo di degradazione microbica in acqua per 25 giorni. Sono stati, quindi, lavati con acqua deionizzata, essiccati all'aria aperta e tenuti in un contenitore asciutto. Tale tec-

nica ha permesso di estrarre fibre lunghe 100-160 mm.

Dopo averne valutato la composizione e la densità, le fibre sono state caratterizzate mediante microscopia elettronica a scansione, spettroscopia infrarossa in trasformata di Fourier e analisi termogravimetrica/termogravimetria differenziale.

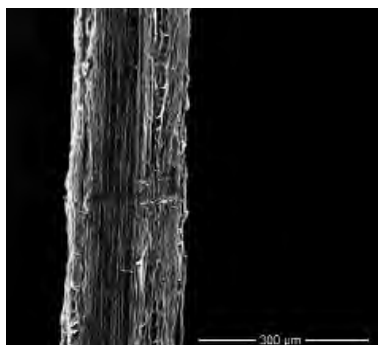
Per studiare le proprietà meccaniche è stata pianificata una campagna di prove di trazione e, al fine di valutare la tensione di rottura e il modulo di Young, i risultati di tali prove sono stati sottoposti ad analisi statistica, applicando i modelli di Griffith e Weibull.

I dati ottenuti sono risultati comparabili a quelli osservati per altre

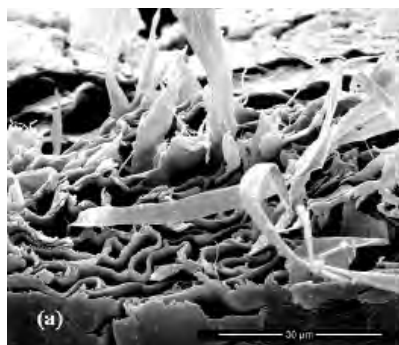
fibre naturali e questo conferma la possibilità di un loro impiego in sostituzione delle fibre sintetiche.

L'uso di queste fibre sul territorio siciliano, grazie alla creazione di una filiera industriale, dal produttore all'utilizzatore, può generare importanti benefici in termini di impatti ambientali, sociali ed economici. Le nuove strutture composite possono, per esempio, essere impiegate nei cantieri navali che operano nella regione. Negli ultimi anni, infatti, è cresciuta l'attenzione verso la costruzione di mezzi navali sostenibili, in termini o di materiali impiegati o di propulsione.

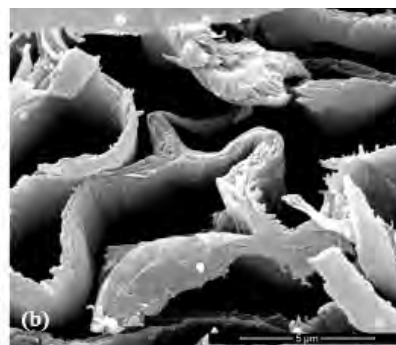
Fiore, V.; Valenza, A.; Di Bella, G. "Artichoke (*Cynara cardunculus* L.) fibres as potential reinforcement of composite structures", *Composites Science and Technology* (2011).



Vista longitudinale di una fibra di carciofo.



Vista della sezione trasversale di una fibra di carciofo.



BIODIVERSITÀ

Una specie, molti terpeni: diversità chimica e biologica nella quercia da sughero

Tra le querce mediterranee la sughera (*Quercus suber* L.) è caratterizzata da una forte struttura filogeografica.¹ In particolare la diversità del DNA dei cloroplasti consente di differenziare le diverse provenienze geografiche. La struttura geografica della diversità genetica è stata mantenuta nel corso di milioni di anni, periodo di tempo in cui la sughera ha migrato dalla parte occidentale del continente (penisola iberica) verso quel-

la orientale; questa struttura si è mantenuta nonostante la forte pressione antropica che la specie ha subito per la selezione di caratteri selvicolturali utili.

Il lavoro descritto ha mostrato che le differenze nel profilo dell'emissione di terpeni sono associate alle provenienze geografiche della sughera. In questa specie infatti, contrariamente a quanto analizzato in altre specie di querce, il profilo dei terpeni subisce modifiche a livello intraspecifico, a seconda della provenienza geografica. Perché avviene questo? Il profilo della emissione di terpeni può indicare episodi pregressi di introgressione di materiale genetico di altre querce nel germoplasma della sughera. In particolare, la sughera può avere subito introgressione in Italia con il cerro

(*Quercus cerris*), un debole emettitore di terpeni, e in Portogallo con il leccio (*Quercus ilex* ssp. *rotundifolia*), forte emettitore di monoterpeni. Tuttavia, le differenze filogeografiche nell'emissione di terpeni della sughera non sono sempre coerenti con il profilo di emissione di specie di querce introgresse. Pertanto presumiamo che queste differenze riflettano piuttosto l'associazione con caratteri produttivi (per esempio la qualità del sughero) per i quali la sughera sia stata soggetta a selezione, specialmente nell'area di distribuzione del Portogallo.

F. Loreto, F. Bagnoli, S. Fineschi. "One Species, Many Terpenes: Matching Chemical and Biological Diversity", *Trends Plant Science*, 14 (2009), pp. 416-420.

1. Forme genetiche diverse sono distribuite in aree geograficamente diverse.

BIODIVERSITÀ

La conservazione dei vertebrati

La conservazione della biodiversità è una delle priorità emergenti nelle scienze ambientali degli ultimi decenni: il numero delle specie minacciate di estinzione è in continuo aumento. Di sicuro, i vertebrati sono i più minacciati tra tutti i taxa di animali viventi sul nostro pianeta, e pertanto negli ultimi anni sono stati oggetto di studio da parte dei biologi della conservazione. In questo studio, per la prima volta, si presenta lo stato di conservazione, secondo i criteri di minaccia elaborati dalla IUCN (*International Union for Conservation of Nature*), di tutte le specie di vertebrati che vivono sul globo al momento conosciute e che ammontano a 25.780. Un quinto di queste specie è classificato come in pericolo di estinzione e

l'andamento è in continuo aumento. Tutti gli sforzi mirati alla conservazione di questi animali rimangono insufficienti a contrastare le cause che portano alla loro scomparsa: l'espansione delle attività agricole, il continuo disboscamento, l'eccessivo sfruttamento e l'invasione di specie aliene. Utilizzando un indice di rischio di estinzione per le specie di mammiferi, uccelli, rettili, anfibi e pesci (basato sullo spostamento di una specie da una categoria di minaccia ad un'altra) lo studio ha mostrato che in media 52 specie ogni anno hanno cambiato categoria a favore di quella più a rischio di estinzione. Gli anfibi sono quelli che più si stanno avviando all'estinzione. Infatti, il 42% delle specie rischiano di scomparire a causa di una fatale micosi (chitridiomicosi) che si sta diffondendo con rapidità in tutto il mondo e la cui origine è ancora poco nota. Il Sud-est asiatico è l'area in cui si nota un aumento del rischio di estinzione per le

specie di vertebrati, e questo fenomeno si è notato anche in paesi come gli Stati Uniti e l'Australia. In un quadro così negativo ci sono anche note positive, frutto di efficaci e corrette attività di conservazione. È il caso del furetto dai piedi neri (*Mustela nigripes*) che nonostante non sia ancora del tutto fuori pericolo è tornato a ripopolare varie aree del Nord America o il leontocebo rosalia (*Leontopithecus rosalia*) che dopo un programma di conservazione trentennale è passato dalla categoria "criticamente minacciato" alla categoria "minacciato".

M. Hoffmann, C. Hilton-Taylor, A. Angulo, M. Böhm, T. M. Brooks, S. H. M. Butchart, K. E. Carpenter, J. Chanson, B. Collen, N.A. Cox, W.R.T. Darwall, N.K. Dulvy, L. R. Harrison, V. Katariya, C. M. Pollock, S. Quader, N. I. Richman, A. S. L. Rodrigues, M. F. Tognelli, J.-C. Vié, J. M. Aguiar, D.J. Allen, G. R. Allen, G. Amori, et al. "The Impact of Conservation on the Status of the World's Vertebrates", *Science*, 330 (2010) pp. 1503-1509.

ECOLOGIA

Struttura fogliare e assorbimento della luce in coperture miste

La luce è la fonte di energia per le piante e la capacità di intercettarla in condizioni di competizione interspecifica è un aspetto cruciale dell'ecologia delle comunità naturali e coltivate.

Il lavoro descrive una possibilità innovativa per il calcolo della ripartizione della luce fra le varie specie che costituiscono un sistema multispecifico. Le foglie durante il loro sviluppo adattano la loro struttura, espandendosi e/o inspessendosi, in base al livello di radia-

zione solare che le investe e questo, a sua volta, dipende dalla posizione della foglia all'interno della copertura vegetale. Per questa funzione di integratore dell'ambiente luminoso, precedenti lavori hanno proposto l'uso della massa fogliare per unità di area come parametro per la stima della quantità di luce assorbita dalla pianta.

La praticabilità di questo approccio, proposto per singole specie, è stata valutata in parcelle pure di soia, dell'infestante *Abutilon theophrasti* e su un mix delle due specie in competizione fra loro. A partire dalla misurazione nelle parcelle monospecifiche della luce intercettata (con sensori posti su singole foglie), della luce assorbita dalla copertura nel suo insieme (con sensori lineari a varie altezze) e delle caratteristiche fogliari (area e peso) è stata stimata la relazione

diretta fra massa fogliare per unità di area e luce assorbita. Tale relazione, verificata poi a livello di parcelle miste, si è dimostrata un buon estimatore della luce assorbita da ognuna delle due specie in competizione.

Nelle interazioni fra coltura e piante infestanti, una manipolazione dei fattori agronomici che incrementi l'assorbimento della luce e quindi la competitività della coltura è alla base di una gestione sostenibile delle infestanti, volta ad una riduzione dell'uso degli erbicidi.

G. Fila, I. Sartorato. "Using Leaf Mass per Area as predictor of light interception and absorption in crop/weed monoculture or mixed stands", *Agric. Forest Meteorol.*, 151-5 (2011), 575-584.

DOI:10.1016/j.agrformet.2011.01.004.

42

STRESS AMBIENTALI

Il tartufo nero risponde al freddo riprogrammando il suo trascrittoma

I funghi nel loro ambiente naturale sono sottoposti a diversi tipi di stress ambientale, che possono avere un impatto diretto sul loro equilibrio fisiologico. È stato già dimostrato che la temperatura può avere effetti sulla sopravvivenza dei microrganismi, attraverso cambiamenti nel loro trascrittoma. Traendo vantaggio dal sequenziamento del genoma del tartufo nero *Tuber melanosporum* (Martin et al., 2010), è stato valutato se il fungo possa essere in grado di

percepire un cambiamento di temperatura (da 25°C a 4°C) e se questo possa influire sulla produzione dei pregiati corpi fruttiferi. È stato verificato, attraverso un'indagine bioinformatica, come nel genoma di *T. melanosporum* siano presenti le stesse famiglie geniche correlate alla risposta a stress ambientali già descritte in funghi modello come *Neurospora crassa*. Le analisi trascrittomiche, attraverso un approccio di cDNA array, hanno permesso di dimostrare che 423 geni vengono espressi in modo differenziale nel passaggio dalla temperatura di crescita di 25°C ai 4°C. Tra i geni regolati sono stati individuati quelli codificanti per le proteine *heat shock*, che giocano un ruolo nel mantenimento della struttura delle proteine, ma anche un gene codificante per una deidrina, che è una proteina con

funzione protettiva in condizioni di disidratazione. Risultano essere regolati anche geni correlati alla parete cellulare, al metabolismo lipidico e all'omeostasi, suggerendo un rimodellamento a livello cellulare. In conclusione, *Tuber* percepisce il cambiamento di temperatura e, confrontando i dati trascrittomici di questo lavoro con quelli ottenuti sul corpo fruttifero, possiamo ipotizzare che il tartufo debba trovarsi, almeno per un periodo, a basse temperature per iniziare lo sviluppo dei pregiati tartufi.

Elisa Zampieri, Raffaella Balestrini, Annegret Kohler, Simona Abbà, Francis Martin, Paola Bonfante. "The Perigord black truffle responds to cold temperature with an extensive reprogramming of its transcriptional activity", *Fungal Genetics & Biology*, 48:585-591.

ECOLOGIA

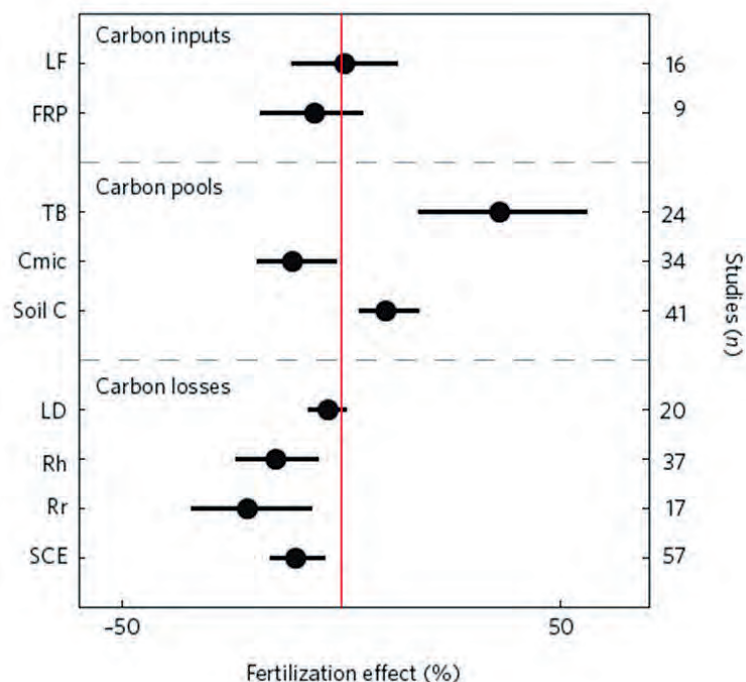
Riduzione della respirazione del suolo forestale in risposta alla deposizione azotata

Nel recente passato, l'uso di combustibili fossili e fertilizzanti ha aumentato il contenuto di azoto in atmosfera. Un livello eccessivo di deposizione azotata può essere dannoso per le foreste. Tuttavia, a bassi livelli, l'azoto può avere un effetto positivo, stimolando la crescita degli alberi e aumentando la quantità di carbonio che le foreste rimuovono dall'atmosfera. In effetti, diversi studi hanno riportato come la deposizione azo-

tata, stimolando fotosintesi e produttività, sia una delle cause del sequestro di carbonio nelle foreste. Tuttavia, non è ancora chiaro se tale deposizione influenzi anche la decomposizione della sostanza organica del suolo. Un gruppo di ricercatori, coordinati da Ivan Janssens, ha condotto un'analisi dei dati pubblicati dagli studi in cui l'azoto è stato sperimentalmente distribuito su suoli forestali e da ricerche di campo

che hanno valutato il ruolo della deposizione azotata sulle emissioni di carbonio da suoli forestali. Questi studi di campo hanno misurato lo scambio netto di carbonio, cioè il bilancio tra la CO₂ assorbita dalla fotosintesi e quella emessa dalla respirazione che, in quel tipo di foreste, viene primariamente dai suoli. I dati analizzati provengono da foreste temperate e boreali, sottoposte a livelli di deposizione azotata da bassi ad elevati. Lo studio illustra come la deposizione azotata rallenti la decomposizione della sostanza organica del suolo determinandone un aumento del contenuto di carbonio. Di conseguenza, le emissioni di CO₂ dal suolo risultano ridotte. I risultati provengono da foreste temperate o boreali. A questo proposito, I ricercatori avvertono che l'aumento futuro delle deposizioni di azoto ai tropici, potrebbe avere conseguenze imprevedibili sul ciclo del carbonio nei suoli delle foreste tropicali.

43



Janssens I.A., Dieleman W., Luysaert S., Subke J.-A., Reichstein M., Ceulemans R., Ciais P., Dolman A. J., Grace J., Matteucci G., Papale D., Piao S.L., Schulze E.-D., Tang J., Law B.E. "Reduction of forest soil respiration in response to nitrogen deposition", *Nature Geoscience* 3 (2010): 315-322.

Effetti legati alla fertilizzazione azotata sui pool e sui flussi di carbonio nelle foreste (meta-analisi di dati sperimentali). LF caduta lettiera; FRP produzione radici fini; TB biomassa alberi; Cmic biomassa microbica; SoilC contenuto di carbonio nel suolo; LD decomposizione della lettiera; Rh respirazione eterotrofa; Rr respirazione radicale; SCE scambio di CO₂ del suolo.

VITICOLTURA

Valutazione non-distruttiva in campo della maturità fenolica dell'uva

44

Il controllo della maturità fenolica dell'uva, cioè la fase in cui si ha il maggior accumulo dei polifenoli, metaboliti secondari delle piante, rappresenta un parametro fondamentale per la produzione di vini di alta qualità. Tuttavia, ciò è reso difficile a causa della vasta eterogeneità spaziale e temporale dei vigneti. La maturità fenolica dell'uva è determinata generalmente dall'analisi di laboratorio degli antociani (Ant), la classe di polifenoli che conferisce il colore rosso alla buccia degli acini ed al vino che ne deriva. Tale analisi è distruttiva, ha tempi di risposta non immediati

e richiede un campionamento accurato che sia rappresentativo della parcella di vigna considerata. Recentemente, è stato sviluppato un metodo ottico che permette la misura non-distruttiva degli Ant negli acini d'uva. Il metodo si basa sulla misura della fluorescenza della clorofilla e sull'attenuazione della luce di eccitazione da parte dello strato superficiale di Ant: maggiore è la concentrazione di Ant, minore è il segnale di fluorescenza. La tecnica è applicata in campo sull'intero grappolo mediante l'uso di sensori portatili che utilizzano sorgenti di eccitazione a LED. L'Istituto

di Fisica Applicata "Carrara" del CNR ha diffuso questa tecnica presso varie aziende viti-vinicole italiane con buoni risultati. Nell'esempio riportato in figura 2 si mostra l'evoluzione temporale dell'indice di Ant ottenuta da misure in campo sulla varietà Aleatico nella zona costiera della Toscana. L'indice riesce a discriminare il maggior accumulo di Ant in piante sottoposte a stress idrico rispetto a quello di piante ben irrigate. L'installazione del sensore su un veicolo può permettere la mappatura della maturazione di vaste aree del vigneto per una gestione ottimale spaziale e temporale del raccolto.

L. Tuccio, D. Remorini, P. Pinelli, E. Fierini, P. Tonutti, G. Scalabrelli and G. Agati. "A rapid and non-destructive method to assess in the vineyard grape berry anthocyanins under different seasonal and water conditions", *Australian Journal of Grape and Wine Research* 17 (2011), pp. 181-189.



Figura 1. Sensore a fluorescenza per la misura *in situ* degli antociani dell'uva.

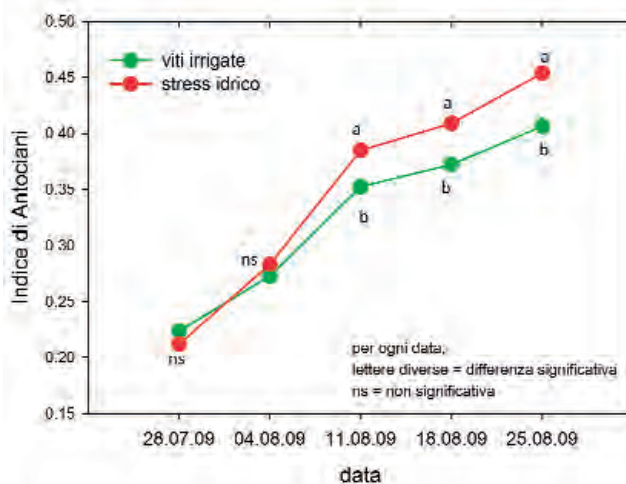


Figura 2. Evoluzione temporale dell'indice di antociani nella varietà Aleatico in viti irrigate e sottoposte a stress idrico.

AGROALIMENTARE

Un metodo naturale per rimuovere l'ocratossina A dai vini rossi

I vini rossi prodotti in particolari annate e nelle regioni a rischio possono avere livelli elevati di ocratossina A, una micotossina nefrotossica e cancerogena di origine naturale, il cui limite di legge è di 2,0 µg/Kg. Il carbone attivo ed altri agenti enologici chiarificanti rimuovono efficacemente la tossina dal vino rosso ma ne influenzano negativamente la qualità producendo marcate riduzioni dell'intensità di colore, del corpo e dei composti antiossidanti, tra cui il resveratrolo e la quercetina, noti per i loro effetti benefici sulla salute umana. Abbiamo sviluppato un approccio innovativo e naturale, basato sull'uso di vinaccia, per rimuovere l'ocratossina dal vino senza incidere negativamente sui parametri qualitativi del vino. L'idea è scaturita dall'osservazione che durante la vinificazione il 96% della tossina presente nell'uva rimane adesa alla vinaccia mentre solo il 4% viene rilasciato nel mosto. Si è pensato quindi di usare la tecnica del ripasso su vinaccia incontaminata del vino contami-

nato per rimuovere la tossina che rimane adesa alla vinaccia. Con un singolo ripasso è stato rimosso fino al 65% di tossina presente nel vino. Prove di adsorbimento nel tempo hanno dimostrato che la vinaccia adsorbe rapidamente anche elevate concentrazioni di tossina. La vinaccia, inoltre, ha conservato una buona efficacia di rimozione della tossina anche dopo essere stata riutilizzata per quattro volte. Abbiamo inoltre accertato che il ripasso su vinaccia lascia inalterati alcuni parametri qualitativi del vino e ne esalta altri a seconda della varietà della vinaccia utilizzata. È attualmente allo studio un prototipo per automatizzare e migliorare il processo di decontaminazione basato sul ripasso in continuo del vino su vinaccia incontaminata.

M. Solfrizzo, G. Avantaggiato, G. Panzarini, A. Visconti. "Removal of Ochratoxin A from Contaminated Red Wines and Musts by Repassage over Grape Pomaces", *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 58 (2010) 317-323.

EVOLUZIONE

Dai cebi lezioni di self-control

Uno studio di Elsa Addessi e Sabrina Rossi dell'Unità di primatologia dell'Istituto di Scienze e Tecnologie della Cognizione del Cnr, coordinata da Elisabetta Visalberghi, pubblicato su *Proceedings of the Royal Society of London Series B*, ha dimostrato che i cebi dai cornetti – scimmie sudamericane la cui linea evolutiva si è separata da quella umana circa 35 milioni di anni fa – riescono, come noi, a inibirsi più facilmente con stimoli simbolici. Per l'esperimento è stato presentato a otto cebi un problema in cui bisognava indicare la quantità minore di cibo per ottenere la maggiore. In questo compito di scelta inversa, i cebi dovevano quindi frenare la tendenza spontanea e, solo un animale su otto ci è riuscito. Quando questo stesso compito è stato presentato in forma simbolica, proponendo due diversi *token* (oggetti il cui valore i cebi avevano imparato in precedenza, associati a diverse quantità di cibo), ben cinque soggetti hanno indicato la fiche blu, di minor valore, per avere la quantità di cibo corrispondente alla fascetta metallica, di maggior valore.

AMBIENTE

Caratterizzazione dei residui di posidonia e riutilizzo in agricoltura

Per diffusione e ruolo nell'ecosistema marino, la posidonia (*Posidonia oceanica* (L.) Delille) è la più importante fanerogama del Mediterraneo. Periodicamente la pianta perde le foglie che, sospinte dalle correnti, si accumulano lungo le coste anche sotto forma di fibre ed egagropili. La presenza dei residui spiaggiati è sempre percepita con disagio, soprattutto nelle zone a maggiore vocazione turistico-balneare e in prossimità dei centri

abitati, a causa dell'instaurarsi di processi putrefattivi e del conseguente cattivo odore che si origina. Per tale motivo i Comuni costieri sono spesso costretti ad allontanare i residui con conseguenti oneri di natura economica (legati allo smaltimento) e ambientale (sottrazione di sostanza organica). In alternativa, come dimostra il lavoro, i residui di posidonia possono essere utilizzati in agricoltura.

Nell'articolo è riportata la caratterizzazione chimico-fisica e spettroscopica dei residui spiaggiati di posidonia e l'individuazione delle possibili strategie di recupero alternative al conferimento in discarica. I risultati ottenuti mostrano che le fibre di posidonia possono essere utilizzate direttamente come

componenti di substrati di coltivazione in contenitore miscelate con torba, dopo averne ridotto il contenuto di sodio e cloro. Al contrario, le foglie spiaggiate possono essere compostate miscelandole con residui legnosi e altri materiali organici di scarto, al fine di migliorarne le proprietà chimico-fisiche. A tale proposito, le risultanze della ricerca costituiscono una guida di riferimento per la definizione dei rapporti tra le matrici da compostare e per i relativi parametri del processo industriale.

C. Coccozza, A. Parente, C. Zaccone, C. Mininni, P. Santamaria, T. Miano. "Chemical, physical and spectroscopic characterization of *Posidonia oceanica* (L.) Del. residues and their possible recycle", *Biomass & Bioenergy*, 35 (2011), pp. 799-807.

46



Da sinistra. Cumuli di foglie di posidonia lungo il litorale.

Residui di posidonia in fase di rimozione dal litorale di uno stabilimento balneare (Ugento – Lecce).

Compostaggio dei residui di posidonia: a destra il compost a base di residui di posidonia.

Utilizzazione del compost di posidonia come substrato nella coltivazione senza suolo di pomodoro ciliegino.

AGROALIMENTARE

Concentrato di pomodoro italiano e cinese: origine e stagionalità

A fronte di numerose tonnellate di triplo concentrato di pomodoro importate in Italia, soprattutto dalla Cina, ad oggi la legislazione italiana prevede la dichiarazione in etichetta dell'origine dei pomodori solo per le passate. Ciò porta inevitabilmente a possibili frodi sull'origine dichiarata per tutti gli altri prodotti ottenuti dalla trasformazione del pomodoro. Il nostro gruppo di ricerca ha già dimostrato la possibilità di differenziare il triplo concentrato italiano dal cinese prodotto nel 2007, analizzando il contenuto metabolico solubile in acqua mediante Risonanza Magnetica Nu-

clear (NMR) e chemiometria. Il contenuto metabolico rappresenta un'impronta digitale della matrice alimentare analizzata che, riflettendo le caratteristiche pedoclimatiche, della varietà e maturazione costituisce un utile strumento per stabilire l'autenticità degli alimenti, anche se potenzialmente influenzato dalla stagionalità. È stato quindi analizzato il contenuto metabolico di 119 campioni di concentrato di pomodoro italiano e cinese a diverso grado di concentrazione prodotto nel 2007 e nel 2008, valutando i dati NMR mediante O₂PLS-DA. Questo algoritmo di classificazione

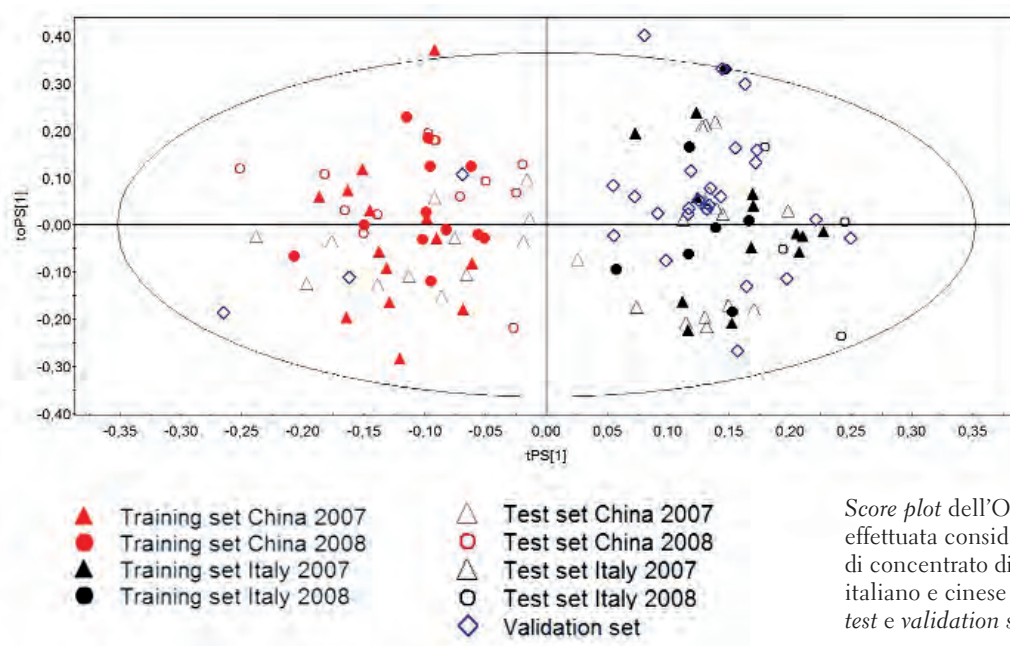
R. Consonni, L.R. Cagliani, M. Stocchero, S. Porretta. "Evaluation of the Production Year in Italian and Chinese Tomato Paste for Geographical Determination Using O₂PLS Models", *J. Agric. Food Chem.*, 58 (2010), pp. 7520-7525.

ne, consente di ridurre la complessità del modello migliorandone l'interpretazione ed evidenziando le variabili (metaboliti) utili nella differenziazione delle classi considerate.

Il nuovo modello ottenuto ha mostrato un'elevata capacità predittiva nel definire l'origine geografica di tutti i campioni analizzati indipendentemente dal grado di concentrazione (doppio/triplo concentrato) e dall'anno di produzione.

L'NMR si è confermato un valido strumento per la valutazione e la definizione dell'autenticità degli alimenti.

47



Score plot dell'O₂PLS-DA effettuata considerando i campioni di concentrato di pomodoro italiano e cinese del *training*, *test* e *validation sets*.

AGROALIMENTARE

Polifenoli estratti da essudati radicali di pisello stimolano la germinazione di semi di Orobanche

48

Il controllo dei parassiti vegetali per aumentare la produzione alimentare costituisce uno dei problemi principali nel settore agricolo. L'approccio convenzionale, basato quasi completamente sull'uso di prodotti chimici, dà spesso luogo a gravi problemi tossicologici e ambientali. Al contrario, i pesticidi naturali presentano rischi ambientali molto bassi, elevata selettività verso gli organismi bersaglio, nuovi meccanismi d'azione e ridotti rischi per l'uomo e gli

organismi non bersaglio. Le *Orobanche* e *Phelipanche* sono piante oloparassite (cioè che ricavano tutto il loro nutrimento dall'ospite) che causano notevoli riduzioni di importanti produzioni agricole, tra cui pomodoro (figura 1), cavolo (figura 2), girasole e leguminose. Esiste un numero molto ridotto di diserbanti chimici in grado di contrastare in modo selettivo le *Orobanche*, il cui controllo è possibile utilizzando un approccio alternativo, la "germinazione suicida", cioè, l'induzione della germinazione in assenza della pianta ospite. In tal modo è possibile stimolare la germinazione di *Orobanche* utilizzando sia metaboliti fungini che metaboliti isolati da essudati radicali. Tre diverse classi di metaboliti secondari (diidrosorgoloni, sesquiterpeni lattonici e strigolattoni) sono note per la loro capacità di indurre la germinazione dei semi di queste piante parassite, con gli strigolattoni che mostrano l'attività più forte. Da

essudati radicali di pisello, sono stati isolati e caratterizzati il peagol e il peagoldione, metaboliti strutturalmente correlati agli strigolattoni, e tre polifenoli, denominati peapolyphenol A-C, insieme al ben noto polifenolo β -idrossi DHP e ad un calcone. Essi stimolano selettivamente la germinazione di semi di *Orobanche*, in particolare di *O. foetida*, la cui germinazione non è indotta dallo strigolattone sintetico GR₂₄ largamente usato in agricoltura come controllo in biotest. I nostri risultati dimostrano che il peapolyphenol A, il β -idrossiDHP e il calcone sono erbicidi naturali con possibile applicazione pratica in agricoltura per il controllo di queste piante parassite.

A. Evidente, A. Cimmino, M. Fernandez-Aparico, A. Andolfi, D. Rubiales, and A. Motta. "Polyphenols, Including the New Peapolyphenols A-C, from Pea Root Exudates Stimulate *Orobanche foetida* Seed Germination", *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 58 (2010), 2902-2907.

Figura 1. Effetti dell'*Orobanche ramosa* in un campo di pomodori.



Figura 2. Effetti dell'*Orobanche ramosa* in un campo di cavoli.



SCIENZE AMBIENTALI

Uso del suolo: effetti sugli stock naturali e antropogenici di carbonio

L'urbanizzazione ed il sigillamento del suolo determinano forti cambiamenti nelle funzioni del suolo stesso e dell'intero agro-ecosistema, influenzando profondamente la quantità, la qualità e la distribuzione spaziale degli stock di carbonio (C).

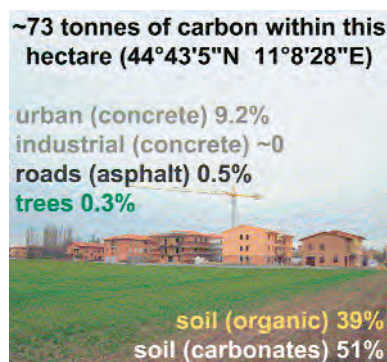
Utilizzando misure, dati da letteratura, statistiche di land cover, e caratteristiche costruttive di edifici e infrastrutture viarie, sono stati calcolati gli stock di C associati a 150 anni di cambiamenti d'uso del

suolo nella pianura emiliano-romagnola (periodi di riferimento 1853, 1954, 1976, e 2003). Nell'intervallo considerato, a un aumento della popolazione del 150% si è accompagnato un aumento di C stoccato in costruzioni e strade da meno dell'1% a quasi il 10%. Nell'intervallo '54-'76, la perdita degli stock di C naturale nel suolo (C_o) è stata sostanzialmente bilanciata dal corrispondente aumento degli stock antropogenici (C_c); tuttavia si osservano differenze significative nel loro dislocamento. L'aumento di C_c pro è stato di 0.02 Mg C y^{-1} , mentre la corrispondente perdita di C_o è stata di 0.2 Mg y^{-1} nello stesso intervallo di tempo. La massima variazione, rilevata nello stesso periodo, è stata di 0.05 e 0.18 Mg y^{-1} , rispettivamente per C_c e C_o . Nel 1853 il 92% del territorio era destinato ad uso agricolo, e il C immagazzinato nel suolo era circa il doppio di quello con-

tenuto nei manufatti. Il bilancio tra C perso in seguito al sigillamento dei suoli e il C stoccato in infrastrutture ed edifici risulta in una perdita netta in atmosfera pari a $-0.57 \text{ Mg C ha}^{-1} \text{ y}^{-1}$ nel periodo considerato. Il rapporto tra gli stock antropogenici e quelli del suolo può essere utilizzato per caratterizzare l'intensità dell'urbanizzazione, suggerendo l'entità della dislocazione del C dal suolo agli edifici e alle infrastrutture.

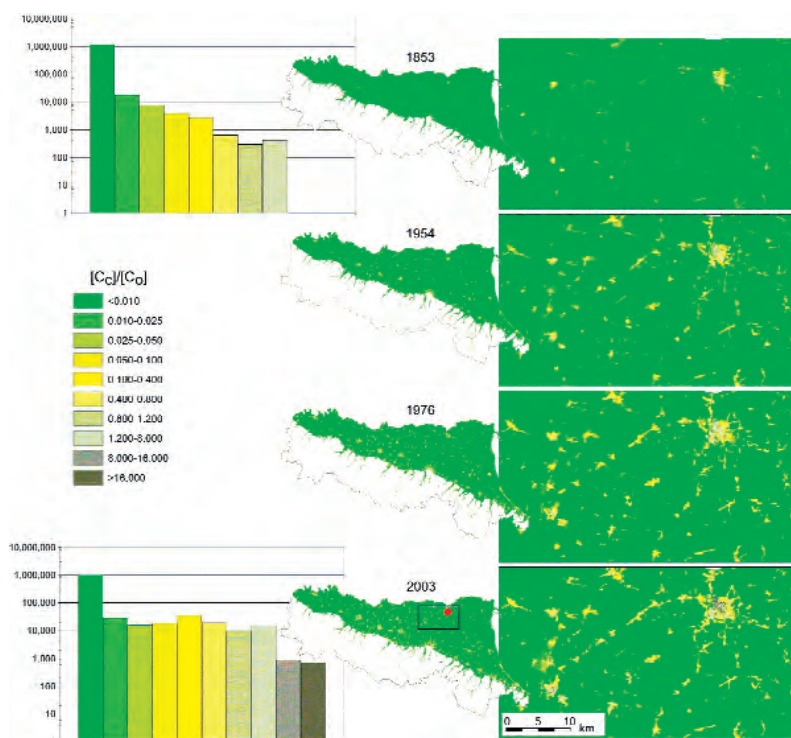
49

R. Scalenghe, F. Malucelli, F. Ungaro, L. Perazzone, N. Filippi, A.C. Edwards. "Influence of 150 Years of Land Use on Anthropogenic and Natural Carbon Stocks in Emilia-Romagna Region (Italy)", *Environmental Science & Technology*, 45 (2011), pp. 5112-5117.



Esempio di allocazione degli stock di C in una superficie di 1 ha nell'area di studio.

Rapporto tra stock antropogenici (C_c) e stock nel suolo (C_o) nella pianura emiliano-romagnola e nelle vicinanze di Ferrara alle quattro date.



SCIENZE DELL'ATMOSFERA

ABC - Atmospheric Brown Clouds in Himalaya: osservazioni al Nepal Climate Observatory-Pyramid

Negli ultimi due decenni, campagne di misura strumentali ed osservazioni satellitari effettuate in varie aree del pianeta, hanno evidenziato l'esistenza nella bassa atmosfera di spesse nubi caratterizzate da elevate concentrazioni di inquinanti. A queste nubi è stato dato il nome di *Atmospheric Brown Clouds*. Nel 2003 le Nazioni Unite, hanno avviato il progetto ABC nel quadro del programma *United Nations Environmental Programme - UNEP* con l'intento di valutare l'impatto di

queste nubi sul clima, l'uomo e l'ambiente. L'evidenza scientifica che le ABC possano influenzare l'Himalaya è stata sorprendentemente suggerita da osservazioni continue della composizione atmosferica avviate nel marzo 2006 al Nepal Climate Observatory - Pyramid (NCO-P) EvK2CNR situato a 5079 m di quota, sul versante meridionale dell'Everest, nell'alta valle del ghiacciaio Khumbu. Queste osservazioni hanno permesso di caratterizzare la variabilità di importanti composti clima-alteranti quali ozono troposferico, aerosol, black carbon (BC) e composti alogenati, tutti associati ad emissioni antropiche e naturali. Si è così fornita una prima valutazione dei possibili impatti climatici legati al trasporto degli inquinanti accumulatisi sulla regione indogangetica e che possono estendersi fino alle vette dell'Himalaya. Durante la stagione premonsonica è

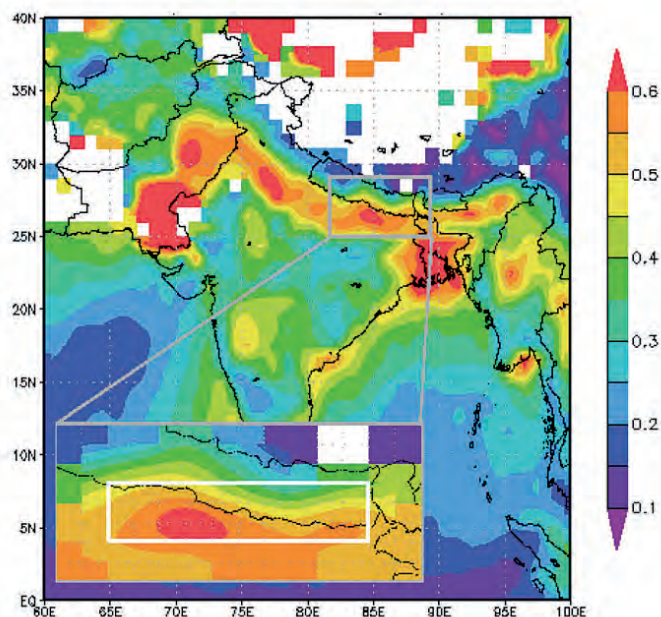
risultato che il 20% dei giorni sono stati caratterizzati da una forte influenza della ABC che, durante le ore pomeridiane, ha visto le concentrazioni di BC e PM₁ aumentare di 5 volte rispetto ai valori stagionali. Questo è dovuto al fatto che le valli del versante meridionale dell'Himalaya rappresentano un canale diretto in grado di trasportare gli inquinanti della ABC fino a 5000 m di altitudine ed oltre, influenzando così fortemente le condizioni climatiche.

P. Bonasoni, P. Laj, A. Marinoni, M. Sprenger, F. Angelini, J. Arduini, U. Bonafè, P. Cristofanelli, et al. "Atmospheric Brown Clouds in the Himalayas: first two years of continuous observations at the Nepal Climate Observatory-Pyramid (5079 m)", *Atmos. Chem. Phys.*, 10 (2010), pp. 7515-7531.

In alto. Il Nepal Climate Observatory - Pyramid (5.079 m), stazione globale del programma GAW-WMO, con il ghiacciaio Lobuche sullo sfondo.

In basso. Immagine della densa nube di sostanze inquinanti (la Atmospheric Brown Cloud, ABC) trasportata lungo la valle del ghiacciaio del Khumbu fino al NCO-P.

Mappa dello spessore ottico dell'aerosol (AOD, MODIS) alle pendici dell'Himalaya; i valori elevati (rosso-arancio colori) sono correlati alla ABC.



AMBIENTE

Il clima: così è cambiato, così cambierà

Si chiama Ec-Earth ed è un modello a scala globale che consentirà di studiare l'evoluzione del clima nei prossimi decenni e prevederne gli impatti. Sviluppato da un consorzio europeo di università ed enti di ricerca, tra cui l'Istituto di Scienze dell'Atmosfera e del Clima del Cnr, riunisce i più recenti modelli dei meccanismi che governano l'atmosfera, l'oceano, il ghiaccio e la biosfera. Una prima simulazione dell'andamento climatico dal 1850 al 2009, che ha richiesto 95.000 ore di calcolo e ha prodotto 15 terabyte di dati, ha confermato l'aumento di quasi un grado della temperatura globale della superficie della Terra già rivelato dalle misure sperimentali, e dell'acqua oceanica fino a circa 300 metri di profondità, con una crescita più rapida negli ultimi 30 anni. Evidenziato inoltre il ritiro dei ghiacci marini artici, mentre le proiezioni per i prossimi decenni indicano un'ulteriore diminuzione. In Artico, Ec-Earth sarà impiegato per integrare le misure raccolte dal Cnr nella base di Ny Alesund. Collaborano al modello Antonello Provenzale, Jost von Hardenberg ed Elisa Palazzi dell'ISAC-CNR.

51

SCIENZE DELL'ATMOSFERA

Origine della sostanza organica nel particolato atmosferico marino

Gli oceani rappresentano una delle sorgenti principali di particolato atmosferico a livello globale, in grado quindi di influenzare il clima della terra. Per questo, la conoscenza delle proprietà del particolato atmosferico marino e la comprensione di come le attività umane modificano queste particelle di origine naturale sono importanti per potere predire i cambiamenti climatici futuri.

L'origine della sostanza organica, naturale o antropica, presente nel particolato marino è difficile da valutare, data la complessa composizione chimica. Una duplice analisi isotopica condotta su cam-

pioni di particolato marino raccolti presso l'Osservatorio di Mace Head (Irlanda) ha permesso per la prima volta uno studio quantitativo delle sorgenti.

Misurando i rapporti isotopici di Carbonio-13 e Carbonio-14 è stato infatti possibile quantificare e differenziare il carbonio di origine biologica (derivante dal biota marino), il carbonio continentale non fossile (emesso dalla vegetazione terrestre o dalla combustione di biomasse) e le emissioni dovute ai combustibili fossili.

I campioni raccolti in masse d'aria marine incontaminate sono caratterizzati in media da un conte-

nuto del 79% di carbonio biogenico marino (carbonio fossile, 14%; carbonio non fossile di origine continentale, 7%). Al contrario, i campioni raccolti in masse d'aria inquinata sono costituiti da circa il 70% di carbonio di origine continentale (37% carbonio fossile e 31% carbonio non fossile) e solo dal 30% di carbonio biogenico di origine marina. Questi risultati costituiscono la prima stima quantitativa del rapporto tra sorgenti naturali ed antropiche di particolato organico in aree marine. Le particelle studiate contribuiscono alla formazione di nubi, a dimostrazione del legame esistente tra biota marino e clima.

D. Ceburnis, A. Garbaras, S. Szidat, M. Rinaldi, S. Fahrni, N. Perron, L. Wacker, S. Leinert, V. Remeikis, M. C. Facchini, et al. "Quantification of the carbonaceous matter origin in submicron marine aerosol by 13C and 14C isotope analysis", *Atmos. Chem. Phys.*, 11 (2011), pp. 8593-8606.

SCIENZE DELL'ATMOSFERA

Impatto degli incendi sui livelli di particolato atmosferico in Europa

52

L'aerosol atmosferico, cioè l'insieme di particelle sospese nell'aria di dimensioni comprese tra 0.001 e 100 μm , ha un ruolo importante sia per il clima che per la qualità dell'aria. Si stima che, ad oggi, l'aerosol abbia controbilanciato parte dell'effetto serra attraverso un'azione di schermo della radiazione solare incidente. Allo stesso tempo sono ormai dimostrati gli effetti dannosi che alcune di queste particelle hanno sulla salute umana. La comunità scientifica è oggi consapevole di come i cambiamenti climatici e l'inquinamento atmosferico siano problemi inter-

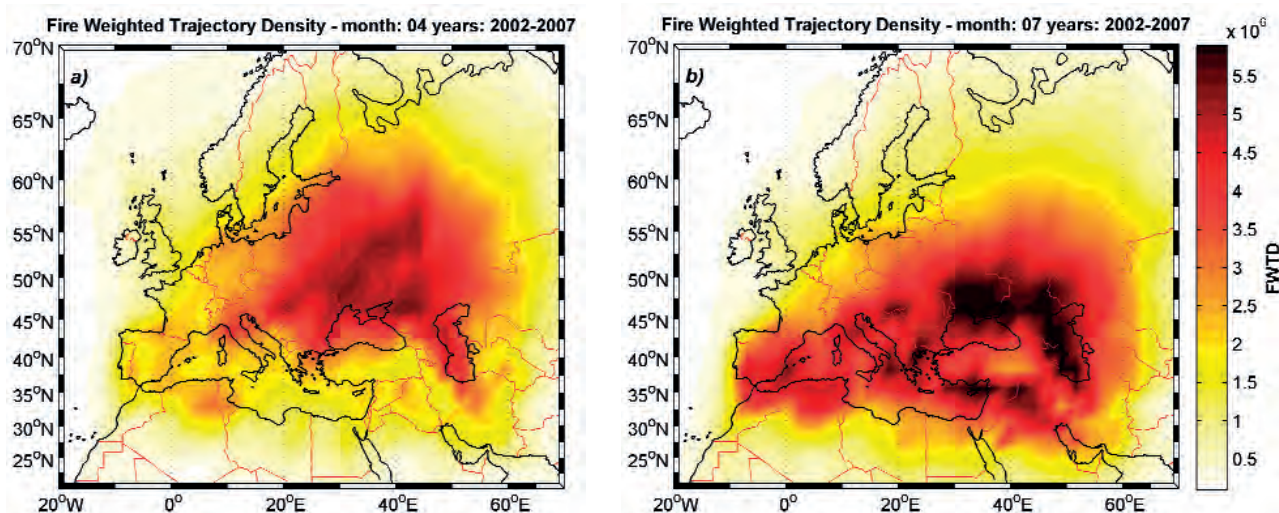
connessi e debbano essere affrontati in un quadro comune.

I numerosi studi condotti per caratterizzare le proprietà dell'aerosol atmosferico in Europa sono stati prevalentemente rivolti al particolato derivante da attività antropiche, quali quelle industriali e da trasporti, o da fenomeni naturali, quali il trasporto di sabbie dal vicino deserto del Sahara.

Il lavoro condotto ha rivelato e stimato l'impatto sul carico aerosolico europeo di un fenomeno apparentemente "minore" cioè gli incendi di vegetazione (agricoli e boschivi), il 90% dei quali causati

dall'uomo. Per lo studio è stato messo a punto un metodo che combina osservazioni satellitari di aerosol e fuochi (sensori MODIS e MISR sul satellite NASA "Terra") con un modello di trasporto del particolato in atmosfera. Lo studio ha permesso di evidenziare come gli incendi derivanti da pratiche agricole, in particolare nei paesi dell'ex-URSS, modulino il ciclo annuale degli aerosol a scala Europea, con impatti maggiori in marzo-aprile e luglio-agosto, contribuendo a creare una persistente foschia che potrebbe avere effetti importanti e finora non riconosciuti sia sul bilancio radiativo che sulla qualità dell'aria di buona parte del continente.

F. Barnaba, F. Angelini, G. Curci, G.P. Gobbi. "An important fingerprint of wildfires on the European aerosol load", *Atmos. Chem. Phys.*, 11 (2011), pp. 10487-10501.



Campi medi mensili ottenuti dall'accoppiamento tra i dati della potenza radiante dei fuochi e le simulazioni del trasporto delle masse d'aria in atmosfera.

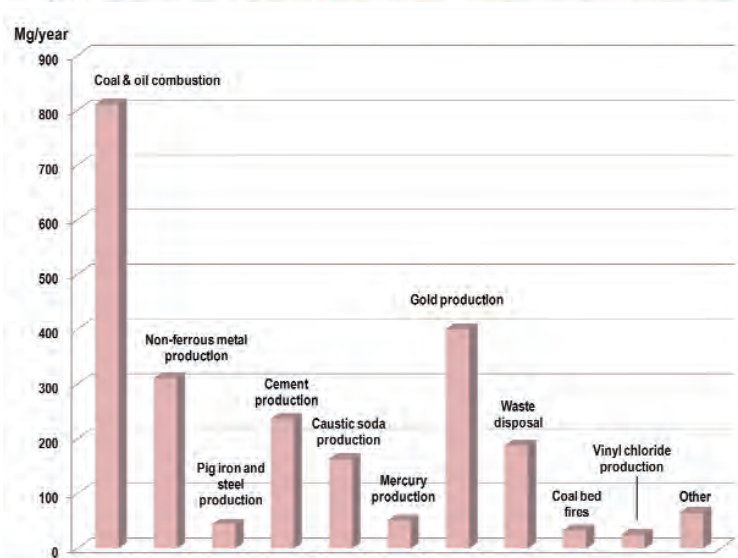
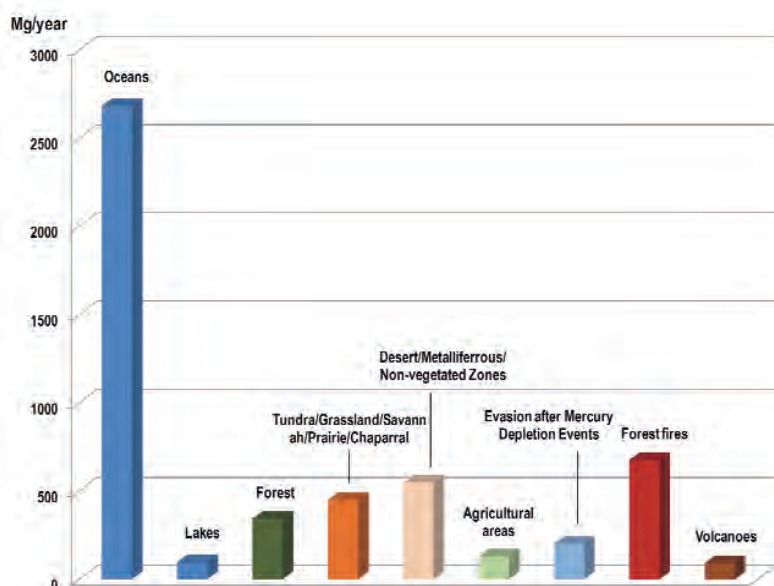
FISICA DELL'ATMOSFERA

Emissioni a scala globale di mercurio in atmosfera da sorgenti antropiche e naturali

Il mercurio è emesso in atmosfera da processi antropici (ad es. produzione di energia, manifatturiero)

e naturali (ad es. eruzioni vulcaniche, incendi, emissioni da oceani), che nel corso degli ultimi secoli ne hanno determinato una ridistribuzione negli ecosistemi e un impatto sulla salute dell'uomo. Nell'ambito del programma ambiente delle Nazioni Unite nel 2002 è stato avviato lo *UNEP Mercury Programme* il cui obiettivo è quello di sviluppare idonei strumenti legislativi da applicare a scala globale. In questo contesto l'Istituto sull'Inquinamento Atmosferico del C.N.R. coordina sin

dal 2005 la *UNEP Global Partnership for Mercury Air Transport and Fate Research* (UNEP F&T) il cui obiettivo è stato quello di preparare i rapporti tecnici di riferimento per il futuro trattato internazionale sull'inquinamento globale da mercurio. Parte integrante di questi rapporti tecnici sono i risultati riportati su *Atmospheric Chemistry and Physics*. L'articolo fornisce le stime più recenti (al 2008) delle emissioni globali di mercurio in atmosfera da sorgenti antropiche (~2320 t annue) (figura 2), e naturali (~5200 t annue) (figura 1). Uno dei risultati più rilevanti di questo studio è la stima del contributo della Cina che è risultato essere di ca. il 40% delle emissioni globali, con un trend (2001-2010) crescente tra il 5,5 e il 9,5% annuo. Sulla base dell'*Outlook* della produzione industriale della Banca Mondiale tale trend è destinato a durare se non interverranno politiche mirate al controllo delle emissioni in atmosfera. Anche alla luce di questi risultati lo UNEP F&T sta redigendo, di concerto con l'*International Negotiating Committee*, la bozza del trattato internazionale che verrà discussa nella sessione plenaria del *Global Environmental Forum* che si terrà nel 2013.



Pirrone N., Cinnirella S., Feng X., Finkelman R., Friedli H.R., Leaner J., Mason R., Mukherjee A.B., Stracher G., Streets D.G., Telmer K. "Global mercury emissions to the atmosphere from anthropogenic and natural sources", *Atmospheric Chemistry and Physics*, 10 (2010): 5951-5964.

Figura 1. In alto. Emissioni globali di mercurio da sorgenti naturali.

Figura 2. In basso. Emissioni globali di mercurio da sorgenti antropiche.

Ammoniaca in fase gassosa nell'atmosfera della città di Pechino (Cina)

54

L'ammoniaca (NH_3) svolge un ruolo chiave in diversi problemi ambientali, come la deposizione di azoto atmosferico, con conseguente acidificazione ed eutrofizzazione degli ecosistemi. Inoltre, NH_3 è precursore nella formazione del particolato fine ($\text{PM}_{2.5}$), il quale è dannoso per la salute umana ed altera la visibilità atmosferica, il bilancio radiativo globale e l'inquinamento atmosferico transfrontaliero.

Dati recenti hanno evidenziato il rapido aumento delle emissioni di NH_3 che, in Cina, sono circa 3 volte superiori a quelle in Europa e negli Stati Uniti. Sebbene la sorgente principale di NH_3 sia l'agricoltura, un contributo importante nelle aree urbane può essere associato al traffico.

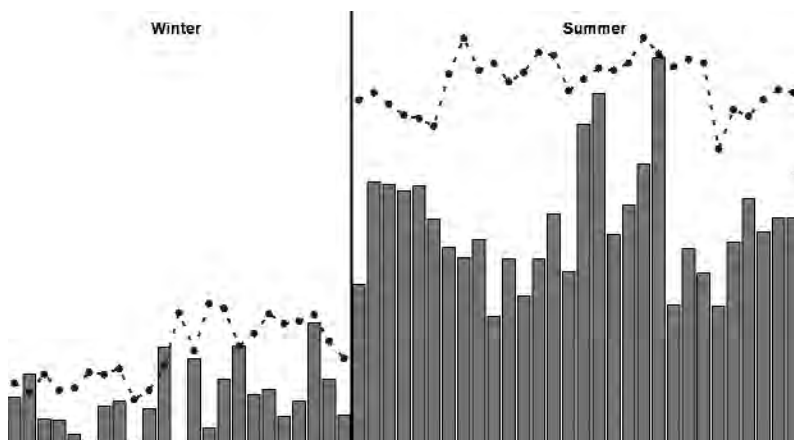
I tassi di emissione stimati per NH_3 sono caratterizzati da ampia incertezza, a causa della mancanza di tecniche di misura affidabili. Un aspetto critico consiste nella discriminazione tra NH_3 gassosa e particelle di ammonio (NH_4^+). Allo scopo di caratterizzare la qualità dell'aria e determinare i contributi di sorgenti locali e regionali alle concentrazioni di NH_3 nella città di Pechino (Blue Sky of Beijing Project), IIA-CNR ha eseguito due campagne di misura (inverno ed estate 2007), mediante la tecnica dei denuder, un metodo accurato per separare NH_3 in fase gassosa e particellare.

Alti livelli di NH_3 sono stati misurati in corrispondenza di masse d'aria provenienti da aree industrializzate ubicate a sud di Pe-

chino, evidenziando il contributo delle sorgenti regionali e della meteorologia.

Inoltre, le concentrazioni di NH_3 erano correlate con quelle di inquinanti primari emessi dagli autoveicoli, dimostrando che il traffico era una sorgente importante. Tali misure hanno permesso di ottenere informazioni utili per sviluppare strategie di abbattimento per NH_3 .

A. Ianniello, F. Spataro, G. Esposito, I. Allegrini, E. Rantica, M. P. Ancora, M. Hu and T. Zhu. "Occurrence of gas phase ammonia in the area of Beijing (China)", *Atmospheric Chemistry and Physics*, 10 (2010), pp. 9487-9503.



Variazione temporale dell'ammoniaca relativa alle campagne di misura eseguite a Pechino durante le stagioni invernale (Winter) ed estiva (Summer).

■ NH_3 - ● - T

PALEOCLIMA

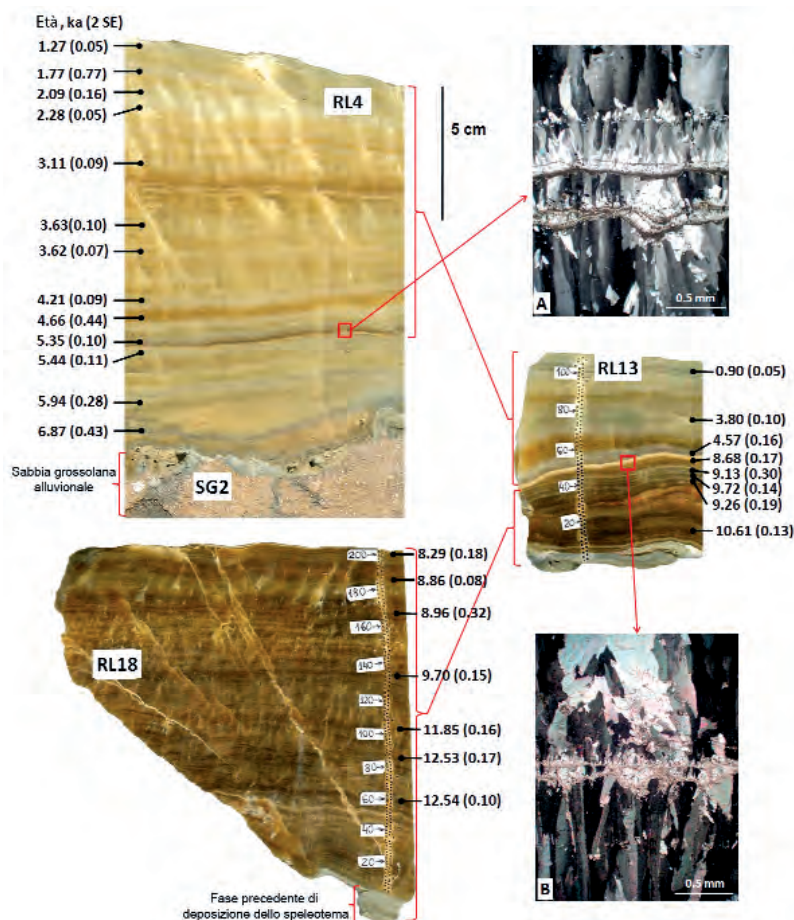
La grotta della Renella rivela grandi alluvioni tra 8 e 7 mila anni fa

Nel 1996 le Alpi Apuane sono state colpite da un evento eccezionale di precipitazioni che ha provocato vittime e gravi danni. I dati storici mostrano che l'evento ha avuto analoghi altrettanto distruttivi. Lo studio della ricorrenza di questi eventi, anche in chiave di previsione futura, è un tema di notevole importanza non solo

per l'area delle Alpi Apuane. Purtroppo i dati storici non sono sufficienti a fornire informazioni dettagliate sugli eventi avvenuti nelle ultime migliaia di anni, necessarie per poter fare considerazioni di maggior attendibilità. Lo studio delle grotte e della loro stratigrafia può fornire materiale utile a questo scopo: durante le fasi di frequente alluvionamento non è possibile la formazione di stalagmiti o crostoni stalagmitici (concrezionamento), mentre si depositano spessi livelli di sabbie e ghiaie alluvionali. Un caso molto particolare è la grotta della Renella che ha conservato un importante registro delle fasi di alluvionamento del fiume Frigido. Nella grotta sono presenti due episodi di concrezionamento separati da uno

spesso deposito fluviale di età compresa tra circa 8,2 e 7,1 ka (vedi figura), dovuto a frequenti processi di alluvionamento della grotta. Il livello è cronologicamente comparabile con la fase di massima piovosità registrata nella composizione isotopica di una stalagmite della vicina grotta dell'antro del Corchia. Il confronto tra l'intervallo umido registrato nelle due grotte e gli archivi naturali delle precipitazioni estive a carattere monsonico che alimentano il Nilo suggerisce che questo è più breve e che il massimo nelle precipitazioni invernali legate alla circolazione Nord atlantica non è sincrono al massimo delle piogge estive monsoniche. Un dato importante per comprendere il clima a scala globale.

55



L.V. Zhornyak, G. Zanchetta, R.N. Drysdale, J.C. Hellstrom, I. Isola, E. Regattieri, L. Piccini, I. Baneschi, I. Couchoud. "Stratigraphic evidence for a 'pluvial phase' between ca 8200-7100 ka from Renella cave (Central Italy)", *Quaternary Science Reviews*, 30 (2011), pp. 409-417.

Successione stratigrafica del deposito della Renella con le sezioni sottili dei due livelli clastici in RL4 (A) e di due livelli sabbiosi in RL13 (B).

GENETICA

Una mappa per la sindrome di Down

L'Istituto di Genetica e Biofisica "Adriano Buzzati Traverso" (IGB) del Cnr di Napoli ha ottenuto un profilo completo dei geni alterati delle persone affette da sindrome di Down, scoprendo che è la loro interazione con altri geni, che i Down presentano in triplice copia rispetto alle due normali, a determinare le alterazioni patologiche. Questo risultato è stato possibile grazie al 'sequenziamento massivo' realizzato con l'innovativa piattaforma per il sequenziamento di nuova generazione, di cui esistono pochi esemplari in Italia, due dei quali al Cnr. Lo studio, pubblicato sulla rivista PLoS ONE, è stato coordinato da Alfredo Ciccodicola e condotto da Valerio Costa. La mappa di espressione ad alta risoluzione ottenuta dai ricercatori napoletani costituisce una base per future applicazioni cliniche, volte a migliorare la qualità di vita dei pazienti.

PALEOCLIMA

Eventi ipertermali durante il Paleogene: effetti ambientali ed implicazioni globali

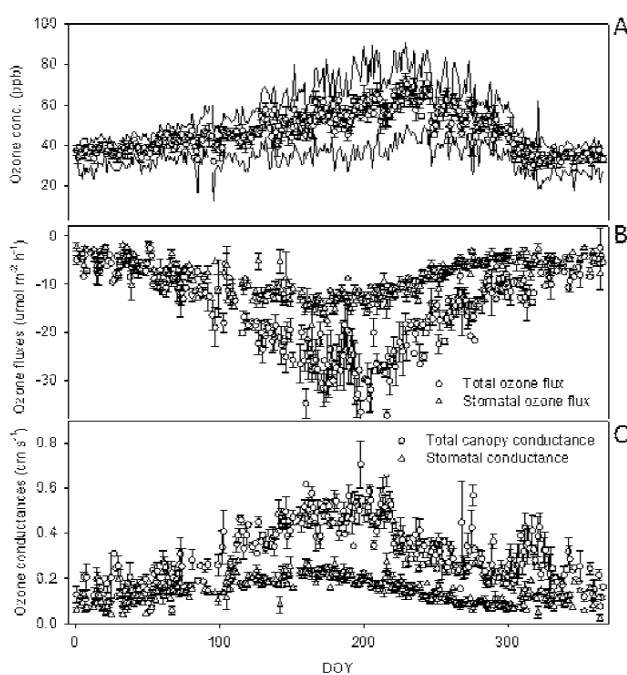
Il Paleocene è un intervallo del record geologico caratterizzato da una serie di eventi impulsivi di rapido riscaldamento globale. Questi eventi, di breve durata, sono correlati a brusche escursioni negative nella curva degli isotopi stabili del carbonio, fenomeni di dissoluzione del carbonato presente nei sedimenti, e picchi nei valori di suscettibilità magnetica. Questi effetti sono comunemente attribuiti ad eventi impulsivi di immissione di carbonio ^{13}C -impoverito nel sistema oceano-atmosfera da un serbatoio esterno che provoca repentini aumenti di pCO_2 atmosferica e temperatura globale. L'evento Dan-C2 è un episodio ipertermale transitorio verificatosi nel Daniano (Paleogene) (protrattosi per circa 100.000 anni) e centrato attorno ad un'età di circa 65,2 milioni di anni; tale evento registra gli effetti del cambiamento dei budget di carbonio terrestre e fenomeni di riscaldamento oceanico soprattutto nei settori nord-occidentali e sud-orientali dell'Atlantico. L'informazione ad alta risoluzione presentata lungo il record sedimentario della Contessa (Gubbio, Italia), fornisce la prima evidenza diretta dell'evento Dan-C2 al di là dell'Oceano Atlantico e nell'ambito della vecchia Tetide. Nel-

la successione sedimentaria studiata, l'evento Dan-C2 mostra ri-sposte ecologiche tra le associazioni a nannoplancton calcareo e foraminiferi, che evidenziano marcate perturbazioni ambientali a loro volta in grado di influenzare l'intera geobiosfera e di innescare processi di eutrofizzazione delle acque marine superficiali, fenomeni di dissoluzione del carbonato presente nei sedimenti marini, così come un abbassamento significativo nel contenuto di ossigeno lungo la colonna d'acqua. Come per altri eventi paleogenici ipertermali, la causa di innesco dell'evento Dan-C2 potrebbe essere legata a cambiamenti delle forzanti astronomiche nonché ad una ridistribuzione del carbonio all'interno dei reservoirs del Pianeta. Non per ultimo, è anche da considerare il possibile ruolo svolto da fenomeni di iniezioni impulsive di CO_2 da parte della terza e ultima fase di vulcanismo dell'altopiano della Deccan.

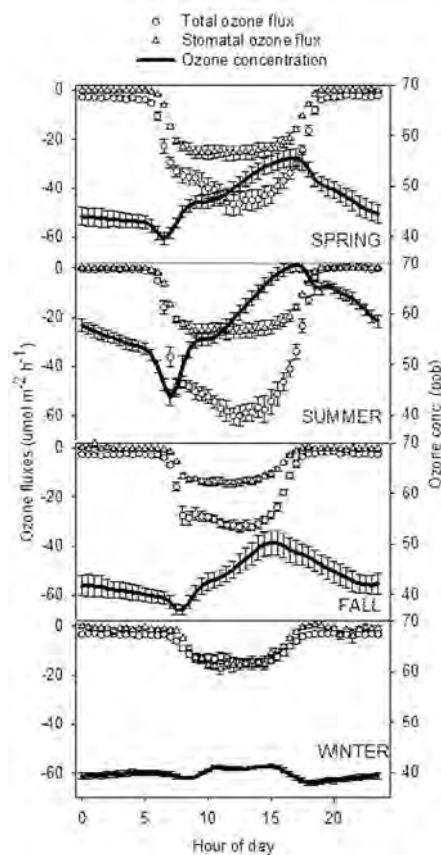
R. Coccioni, F. Frontalini, G. Bancalà, E. Fornaciari, L. Jovane, M. Sprovieri. "The Dan-C2 hyperthermal event at Gubbio (Italy): Global implications, environmental effects, and cause(s)", *Earth and Planetary Science Letters* 297 (2010) 298-305.

BIOMETEOROLOGIA

Rimozione di ozono in una pineta attraverso processi di natura non-stomatica



A: medie giornaliere della concentrazione di ozono. B: medie giornaliere dei flussi totali e stomatici di ozono. C: medie giornaliere della conduttanza totale e stomatica all'ozono.



Concentrazione, flussi totali e stomatici di ozono misurati nelle 4 stagioni degli anni 2001-2006 ed espressi come medie orarie.

L'ozono presente in bassa troposfera è un pericoloso ossidante per le piante quando penetra attraverso gli stomi. Allo stesso tempo gli ecosistemi vegetali svolgono un'azione di fitorimedio quando rimuovono ozono dalla troposfera attraverso processi di deposizione (flussi) di natura stomatica e non stomatica. Una misura della con-

centrazione e flussi di ozono, oltre al monitoraggio dei parametri ambientali effettuato in continuo, da gennaio 2001 a dicembre 2006 in una pineta di *Pinus ponderosa* presso Blodgett Forest, Georgetown, California (USA), ha fornito un dataset che ci ha permesso di valutare la deposizione di ozono ed effettuare una partizione tra

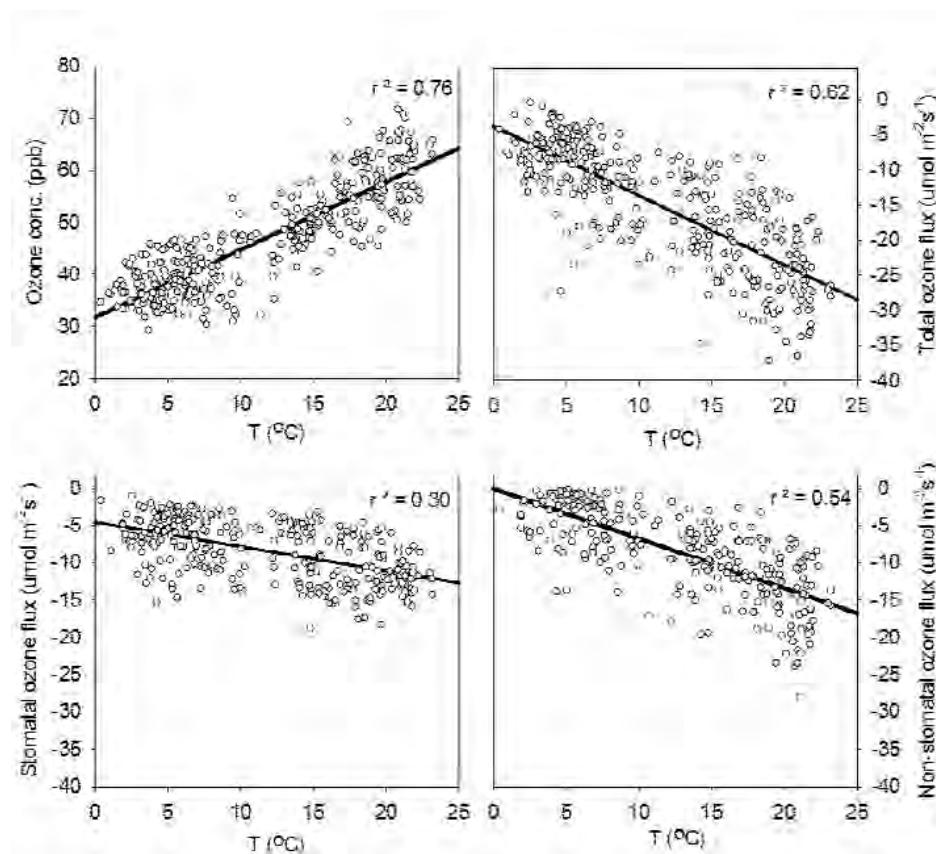
ozono che penetra attraverso gli stomi ed ozono che viene rimosso attraverso processi di natura non-stomatica. Alti livelli di concentrazioni di ozono sono stati osservati durante il periodo primaverile-estivo, con corrispondenti livelli elevati di deposizioni di ozono sulla vegetazione. Durante la stagione estiva è stato calcolato

che, in accordo con studi precedenti, una gran parte del flusso totale di ozono è imputato a processi non-stomatici, suggerendo che le reazioni chimiche tra ozono e composti organici volatili di natura biogenica (BVOC) emessi dall'ecosistema sono principalmente responsabili della rimozione di questa molecola ossidante. A conferma di quanto detto abbiamo effettuato la prima misura diretta dei prodotti di ossidazione tra BVOC e ozono, indicatore di rapide reazioni tra BVOC e ozono a livello di chioma e sottochioma degli alberi. L'analisi delle correlazioni tra comuni indici di valutazione dell'esposizione all'ozono da parte delle piante sulla base della sommatoria delle

concentrazioni orarie di ozono (AOT₄₀ e SUMO) e indici basati sulla sommatoria dei flussi orari di ozono (totali, stomatici e non stomatici), ha mostrato che il flusso stomatico di ozono, ritenuto responsabile del danno fogliare, correla debolmente con la concentrazione di ozono rispetto al flusso non-stomatico durante l'estate e l'autunno. D'altra parte, il flusso non stomatico si è dimostrato più strettamente correlato con la concentrazione di ozono perché l'emissione di BVOC, così come la formazione di ozono nella bassa troposfera, dipende dalla temperatura. Il risultato finale ha portato a considerare gli indici utilizzati per valutare i danni da ozono per la vegetazione

basati sulla sommatoria delle concentrazioni di ozono a cui le piante sono esposte (AOT₄₀ e SUMO) come poveri indicatori, mentre un indice basato sulla sommatoria dei flussi stomatici di ozono è ritenuto più efficace perché considera lo stato fisiologico della pianta, quindi la quantità di ozono che effettivamente penetra attraverso gli stomi per arrecare danno.

S. Fares, M. McKay, R. Holzinger, A.H. Goldstein. "Ozone fluxes in a Pinus ponderosa ecosystem are dominated by non-stomatal processes: evidence from long-term continuous measurements", *Agricultural and Forest Meteorology* 150 (2010): 420-431.



Correlazione tra concentrazione, flussi totali, stomatici e non-stomatici di ozono con la temperatura.

AMBIENTE

Determinazione dello stato di salute di ambienti lacustri

Molti ambienti lacustri, in seguito a un cattivo utilizzo delle acque e ad una scarsa attenzione ai problemi ambientali, si trovano in condizioni di scarsa qualità rispetto a quelle in cui si trovavano in origine. Poiché le modificate condizioni interessano numerosi corpi idrici, la C.E. ha emanato una Direttiva quadro 2000/60/CE che stabilisce la necessità di individuare le condizioni di riferimento per la classificazione dei corpi d'acqua. La prima via per definire tali condizioni è quella di sfruttare le serie di dati a lungo termine; la

seconda è quella di ricostruire il passato mediante tecniche di analisi paleolimnologiche. Le analisi di diversi indicatori biochimici, quali i pigmenti algali presenti nei sedimenti, permettono di ricostruire le concentrazioni di nutrienti nelle acque del lago nel passato.

A tale scopo, un gruppo di carote raccolte dai fondali di 28 laghi italiani è stato utilizzato come banca dati per stabilire le condizioni di riferimento relative alla concentrazione di fosforo totale nelle acque. Le carote sono state analizzate

per determinarne il contenuto in clorofilla e carotenoidi. La concentrazione di carotenoidi totali nei sedimenti superficiali è risultata significativamente correlata con quella di fosforo misurata nelle loro acque al momento del prelievo delle carote. I risultati si sono dimostrati in accordo con i valori delle concentrazioni di fosforo totale misurati durante il monitoraggio a lungo termine degli stessi ambienti e con quelli ottenuti mediante l'utilizzo di bioindicatori diversi dai pigmenti.

In conclusione, il livello di base di fosforo alla circolazione primaverile dei grandi laghi subalpini e di quelli dell'Italia centrale si colloca a circa il 50%-80% in meno rispetto a quello misurato nel periodo di massimo impatto antropico.

Guilizzoni, P., A. Marchetto, A. Lami, S. Gerli and S. Musazzi. "Use of sedimentary pigments to infer past phosphorus concentration in lakes", *J. Paleolimnol.* 45 (2011): 433-445.

NEUROSCIENZE

Cosa odono i miei occhi!

Vedere immagini normalmente associate a un suono attiva la corteccia uditiva temporale superiore in un decimo di secondo. Tale stretta associazione, già nota ai cineasti dell'epoca del muto, è stata scoperta dal gruppo di ricerca di Alice Mado Proverbio, docente di Psicobiologia dell'Università di Milano-Bicocca, in collaborazione con Alberto Zani dell'Istituto di Bioimmagini e Fisiologia Molecolare del Cnr. Lo studio è stato pubblicato su *Scientific Reports*, del gruppo *Nature*.

Il meccanismo evidenziato si basa sui neuroni specchio audiovisivi e consente al nostro cervello, per esempio, di ricavare l'immagine di un gatto ascoltando il suo miagolio o la voce di una persona guardando una sua foto. I neuroni audiovisivi sono responsabili anche di allucinazioni uditive, se sollecitati da stati emotivi particolari come la paura del buio quando si crede di avvertire rumori minacciosi.

IDROLOGIA

Immagazzinamento idrico superficiale sopra aree permeabili e impermeabili

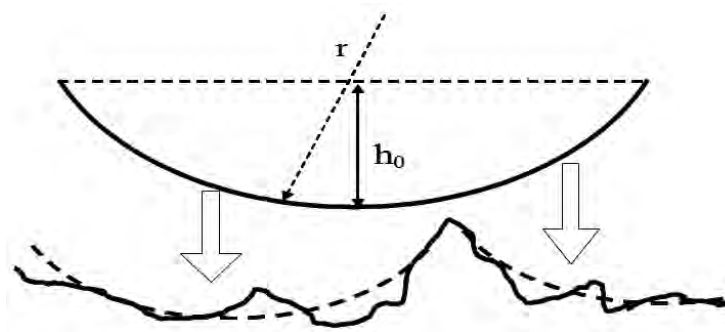
L'immagazzinamento idrico superficiale (*surface water storage*) è il volume massimo di acqua che può essere ritenuto in depressioni superficiali (pozze) e irregolarità di una superficie permeabile o impermeabile. Dagli anni '70 una serie di relazioni empiriche sono state sviluppate nel tentativo di realizzare una stima corretta di questo valore. Lo studio delle re-

lazioni esistenti tra rugosità della superficie, pendenza locale e volume massimo di *water storage* nelle depressioni superficiali è un essenziale elemento nello sviluppo di modelli idrologici, che possono ad esempio essere usati per sviluppare strategie di conservazione dell'acqua e del suolo in ambienti aridi. Buone stime del massimo volume di *water storage* sono importanti per valutare la quantità di acqua di scorrimento superficiale durante le precipitazioni e in modelli e progetti di mitigazione del rischio idraulico e protezione dalle alluvioni. Il volume di acqua che può essere immagazzinato nelle depressioni superficiali dipende dalle proprietà geometriche e statistiche, dalle irregolarità delle depressioni (o pozze) e dalla pendenza locale della superficie. In

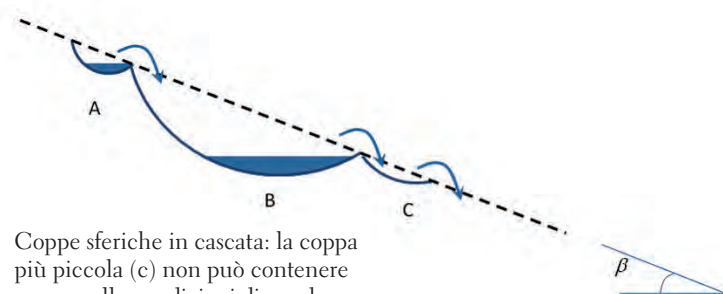
generale il volume di *water storage* diminuisce al crescere della pendenza locale. Un esempio di questo concetto può essere prodotto facilmente con un cucchiaio pieno di acqua che viene progressivamente inclinato. Lo scopo di questo studio è stato quello di sviluppare una relazione per stimare il massimo volume di acqua che una superficie (con date caratteristiche di rugosità e pendenza locale) può detenere. Usando un'approssimazione geometrica con coppe sferiche, è stato derivato un modello con basi fisiche per immediate applicazioni pratiche.

Borselli L., Torri D. "Soil roughness, slope and surface storage relationship for impervious areas", *Journal of Hydrology* 393 (2010): 389-400.
doi:10.1016/j.jhydrol.2010.09.002

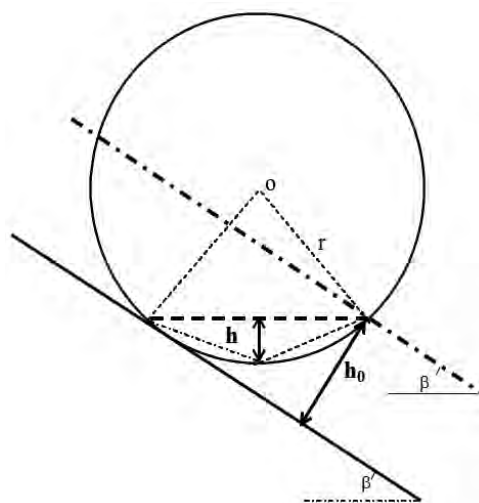
60



Approssimazione con una coppa sferica della rugosità superficiale.



Coppe sferiche in cascata: la coppa più piccola (c) non può contenere acqua nelle condizioni di pendenza indicate.



Coppa sferica su una superficie in pendenza: relazione con profondità dell'acqua (h) e altezza della rugosità (h_0).

TRATTAMENTO ACQUE

Un nuovo sistema per ridurre i depositi fangosi nei processi biologici

Il trattamento e lo smaltimento dei fanghi derivanti dalla depurazione delle acque reflue può arrivare ad incidere fino al 60% sui costi di depurazione. In Europa negli ultimi anni si sta assistendo ad un aumento non solo della produzione di fango (dai 5,5 milioni di tonnellate nel 1992 ai 10 milioni nel 2007) ma anche del loro costo di trattamento e smaltimento finale nell'ambiente (attualmente stimabile tra 350 e 750 € per tonnellata di fango secco). Tale quantitativo di fanghi è inoltre inevitabilmente destinato a cre-

scere a seguito dell'aumento della quantità di acque reflue da trattare prima dello scarico nei corpi ricettori finali e con obiettivi qualitativi sempre più stringenti. È chiaro che anche i costi connessi sono destinati a crescere di pari passo. Risulta evidente, pertanto, l'interesse del settore verso tecnologie di depurazione che risultino più vantaggiose in termini di produzione di fango.

In questo contesto, l'Istituto di Ricerca sulle Acque (IRSA) del Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR) ha sviluppato negli ultimi

anni una nuova tecnologia, nota con l'acronimo SBBGR (*Sequencing Batch Biofilter Granular Reactor*), in grado di ridurre la produzione di fango (fino all'80%), la superficie dell'impianto (fino al 60%) e i costi di trattamento (fino al 40%). Il sistema SBBGR si basa su un biofiltro a funzionamento discontinuo nel quale le varie fasi del trattamento si susseguono nel tempo (e nella stessa unità operatrice) anziché nello spazio (ossia in unità operatrici diverse) come nei sistemi di trattamento convenzionali. Nel sistema SBBGR la biomassa cresce prevalentemente sotto forma di granuli ad elevata densità e compattezza consentendo di raggiungere elevate concentrazioni con risvolti positivi sulla potenzialità di trattamento.

C. Di Iaconi, M. De Sanctis, S. Rossetti, R. Ramadori. "SBBGR technology for minimising excess sludge production in biological processes", *Water Research*, 44 (2010), pp. 1825-1832.

61

Foto di un prototipo di tecnologia SBBGR utilizzato per la sperimentazione.



Granuli di microorganismi nel sistema SBBGR.



Nel 2010 il progetto ha ricevuto dalla Commissione Europea il prestigioso riconoscimento di "Best Life Environment Projects".

IDRODINAMICA

Come il *Mo.S.E. Project* potrebbe cambiare la dinamica della Laguna di Venezia

62

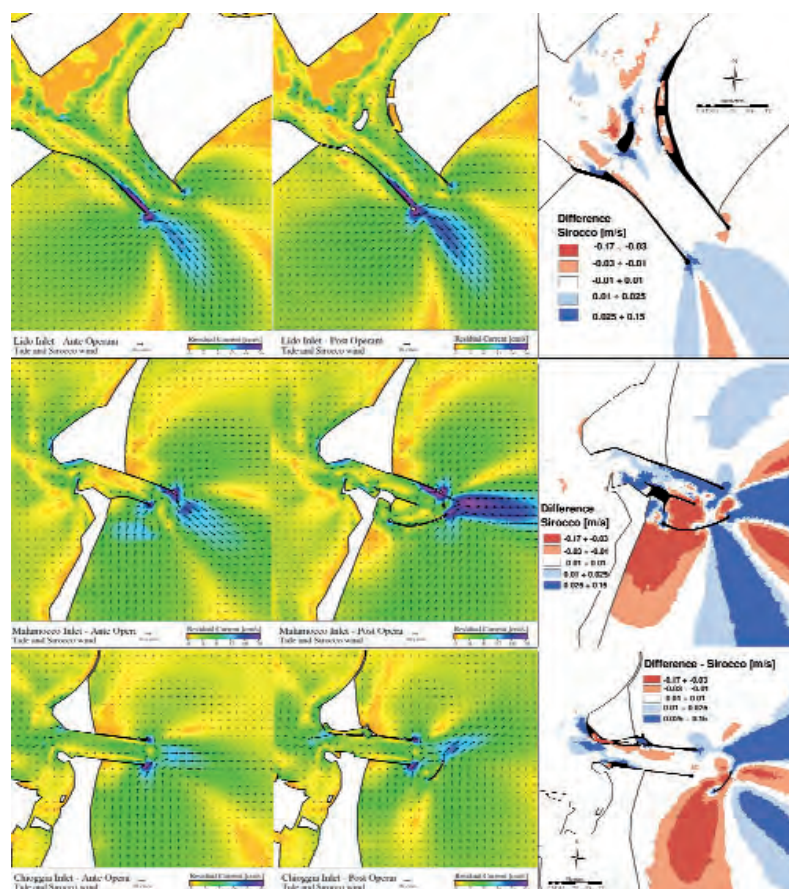
Il progetto Mo.S.E è un'opera a lungo discussa per la salvaguardia della città di Venezia e della sua laguna dagli eventi di acqua alta. Il progetto, ancora in realizzazione, cambierà la configurazione e la batimetria delle tre bocche che permettono gli scambi a mare

della laguna. Una volta terminato, le nuove strutture costruite cambieranno in modo permanente la configurazione a mare delle bocche, anche senza l'attività delle barriere mobili.

Per predire l'effetto delle modifiche alle bocche sull'idrodinamica della laguna, è stato utilizzato un modello idrodinamico già ampiamente applicato in laguna. I risultati indicano che, con le nuove strutture, il sottobacino di Lido tenderà ad aumentare la sua estensione a spese del sottobacino di Chioggia. I cambiamenti nelle correnti istantanee e nell'interazione laguna-mare sono entrambi responsabili di questo effetto. Infatti le nuove dighe frangiflutti poste davanti alle dighe di Malamocco e Chioggia modificano la lun-

ghezza e la direzione del flusso uscente e la distribuzione delle correnti intorno alle bocche e lungo la costa. La nuova isola artificiale all'interno della bocca di Lido cambierà la distribuzione di correnti ad aumenterà la velocità della corrente sul lato meridionale del canale propagando questo effetto fino alla città di Venezia. Ciò implica che il sottobacino di Lido può migliorare il suo tempo di risciacquo, ma che le correnti più intense possono rappresentare un fattore di rischio maggiore per gli habitat e per la conservazione delle infrastrutture. La qualità delle acque del sottobacino di Chioggia invece potrebbe peggiorare come conseguenza dell'indebolirsi degli scambi con il mare. Infine la diversa circolazione che si crea tra la diga frangiflutti e la fascia costiera delle bocche di Malamocco e Chioggia può diventare un punto di intrappolamento per inquinanti e sedimento sospeso.

Ghezzi, M., Guerzoni, S., Cucco, A. and Umgiesser, G. "Changes in Venice Lagoon dynamics due to construction of mobile barriers", *Coastal Engineering*, 57 (2010) 694-708.



Mapa di correnti residue per scenario di marea reale e vento di Sirocco. Ante operam, Post operam e differenze tra il campo di velocità considerato come solo scalare.

TELERILEVAMENTO

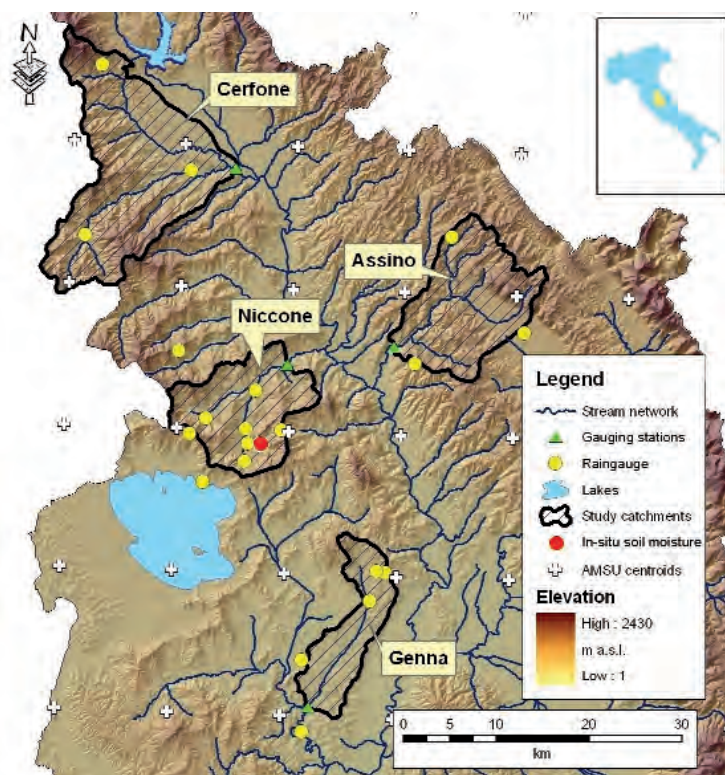
Monitoraggio delle variazioni del contenuto in acqua dei suoli tramite dati AMSU

Il Contenuto d'Acqua dei suoli (CA) è una variabile fondamentale in numerosi campi di applicazione, quali le previsioni meteorologiche, la valutazione e la previsione del rischio da inondazioni, l'identificazione di aree a rischio siccità, la gestione delle risorse idriche, ecc. Nell'ultimo trentennio è stata largamente investigata la possibilità di utilizzare misure da satellite,

in particolare da sensori operanti nelle microonde, per il monitoraggio del CA. La rilevanza scientifica di tale tematica è dimostrata anche dal lancio, nel novembre 2009, di SMOS (*Soil Moisture and Ocean Salinity*), la prima missione ESA (*European Space Agency*) dedicata espressamente alla misura di CA ed al suo monitoraggio a scala globale.

In tale contesto, in questo lavoro si sono analizzate e valutate le potenzialità del sensore *Advanced Microwave Sounding Unit* (AMSU), radiometro operativo sui satelliti NOAA (*National Oceanic and Atmospheric Administration*) dal 1998, per la stima delle variazioni di CA. In particolare, i prodotti satellitari ottenuti da AMSU sono stati confrontati con misure *in situ* e con stime generate da un modello afflussi-deflussi in continuo relative a quattro sotto-bacini

dell'alto Tevere (Umbria). Tramite l'analisi di un dataset storico di nove anni di immagini AMSU (due al giorno) si è prima caratterizzato il segnale atteso e la sua variabilità naturale in presenza di suoli imperturbati. Successivamente si è definito un indicatore, statisticamente affidabile, delle variazioni del CA (il SWVI, *Soil Wetness Variation Index*) che, insieme al SWI (*Surface Wetness Index*), anch'esso basato su dati AMSU, è stato confrontato con le misure *in situ* e le stime del modello. Entrambi gli indici hanno mostrato un'alta correlazione con le misure indipendenti su menzionate su un periodo temporale lungo (9 anni). Complessivamente, l'errore quadratico medio è risultato sempre inferiore a 0.05 m³/m³, confermando le potenzialità di AMSU per una stima accurata e frequente, grazie alla sua alta ripetibilità temporale, del CA.



T. Lacava, L. Brocca, G. Calice, F. Melone, T. Moramarco, N. Pergola, V. Tramutoli. "Soil moisture variations monitoring by AMSU-based soil wetness indices: a long-term inter-comparison with ground measurements", *Remote Sensing of Environment*, 114(10), (2010), pp. 2317-2325.

Inquadramento morfologico dell'area di studio (bacino dell'alto Tevere) e relativa rete idro-meteorologica. Nell'immagine sono riportati i 4 sotto-bacini analizzati e le posizioni dei centri dei pixel AMSU.

GEOMORFOLOGIA

Effetti morfologici delle oscillazioni del livello marino sulle barene

F. Rizzetto, L. Tosi. "Aptitude of modern salt marshes to counteract relative sea-level rise, Venice Lagoon (Italy)", *Geology*, 39 (8), (2011), pp. 755-758.

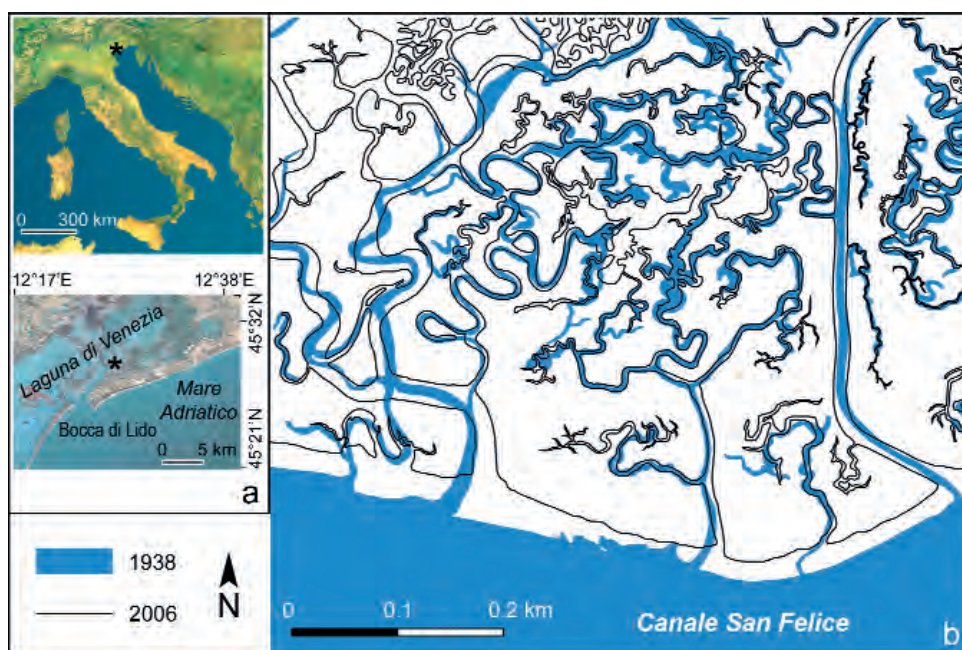
64

Nell'ultimo secolo il sollevamento relativo del livello del mare, l'aumento della frequenza e dell'intensità delle alte maree e la ridotta disponibilità di sedimenti hanno indotto evidenti modificazioni morfologiche nelle piane tidali della laguna di Venezia. Nel corso degli ultimi decenni alcune barene situate nella laguna nord sono riuscite a sopravvivere alla diffusa tendenza erosiva e a sviluppare una complessa rete di canali. L'evoluzione di una di esse è stata esaminata mediante lo studio di numerose fotografie aeree ad alta risoluzione scattate dal 1938 al 2006, e i risultati otte-

nuti sono stati interpretati alla luce dei tassi di innalzamento del livello marino e della frequenza delle alte maree. Ne è emerso che le oscillazioni a breve e a lungo termine del livello del mare hanno influito in modo significativo sulle variazioni morfologiche del paesaggio barenicolo. L'aumento del livello marino e della frequenza delle alte maree ha indotto l'arretramento del margine della barena e l'espansione della rete dei canali che la solcano (vedi figura). L'incremento dell'intensità delle maree ha inoltre causato un'apprezzabile riduzione di sinuosità dei canali stessi. I se-

dimenti rimobilizzati dai processi erosivi, sommati agli scarsi apporti solidi provenienti dalla vicina bocca di Lido, sono stati ridistribuiti dalle maree sulla superficie della barena, garantendone la sopravvivenza e permettendole di accrescersi in misura sufficiente a compensare l'aumento del livello del mare.

I risultati di questo studio innovativo offrono un importante supporto per la corretta pianificazione e la gestione degli interventi mirati alla conservazione delle lagune, la cui integrità appare seriamente minacciata dagli effetti del riscaldamento globale.



(a) Ubicazione dell'area di studio e (b) modificazioni morfologiche dei canali tidali avvenute tra il 1938 ed il 2006.

STRATIGRAFIA

Laghi, pianure e livello dell'Adriatico negli ultimi 140.000 anni

Le successioni lacustri, fluviali e marine registrano le trasformazioni ambientali coeve alla sedimentazione e legate a cambiamenti climatici maggiori (la cosiddetta ciclicità glaciale-interglaciale) e millenari. Una ricerca promossa dal CNR IDPA di Milano e dalla Prov. di Vicenza ha permesso di studiare tre archivi sedimentari nel Bacino di Fimon (Colli Berici). Lo studio stratigrafico, geochimico e paleobotanico ha consentito: (1) di ricostruire gli ambienti terrestri e acquatico lacustri negli ultimi

140.000 anni; (2) di confrontare le variazioni degli ambienti di sedimentazione con l'evoluzione della Pianura Veneta e le oscillazioni del livello del Mare Adriatico.

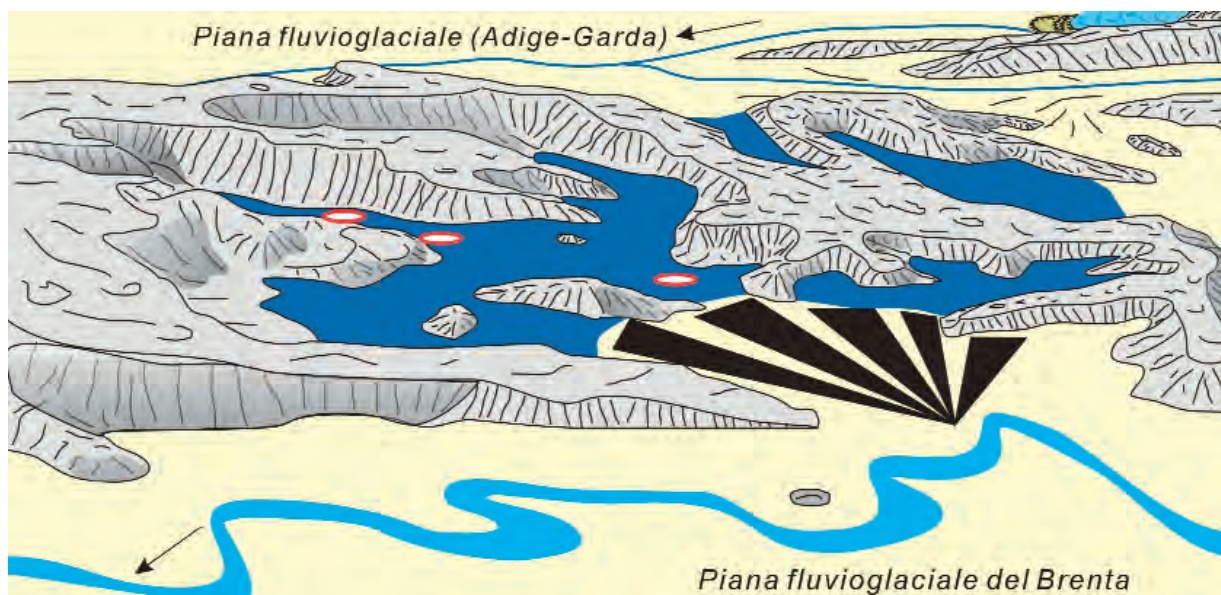
Durante gli ultimi 140.000 anni, i Colli Berici non sono mai stati raggiunti dai ghiacciai, che si attestavano ca. 30 km a nord. Il Lago di Fimon si formò all'inizio dell'ultimo interglaciale (Eemiano); il livello del lago si alzò rapidamente, generando un emissario che drenava verso la Pianura Veneta. In questa fase il livello del

mare era ca. 5 m più alto dell'attuale e sommergeva ampie aree della Pianura Veneta. A partire da ca. 108.000 anni fa, si registrano fasi di forte regressione del livello marino, seguite da momenti di debole ripresa; il reticolo fluviale si trasformò e iniziò l'accumulo dei sedimenti alluvionali nella bassa pianura. Circa 28.000 anni fa (inizio dell'Ultimo Massimo Glaciale) l'aggradazione della pianura sbarrò lo sbocco del Bacino di Fimon formando un vasto lago che rimase stabile fino a ca. 19.000 anni fa. Durante l'Olocene, il lago conobbe fasi di abbassamento che permisero lo sviluppo di insediamenti perilacustri nel Neolitico e nell'Età del Bronzo.

G. Monegato, R. Pini, C. Ravazzi, P.J. Reimer, L. Wick. "Correlating Alpine glaciation with Adriatic sea-level changes through lake and alluvial stratigraphy", *Journal of Quaternary Science*, 26(8) (2011), pp. 791-804.

65

Ricostruzione del settore settentrionale dei Colli Berici (Vicenza) durante l'Ultimo Massimo Glaciale. In rosso la posizione dei carotaggi studiati.



GEOMORFOLOGIA

ERT e DEM per la caratterizzazione volumetrica di una frana

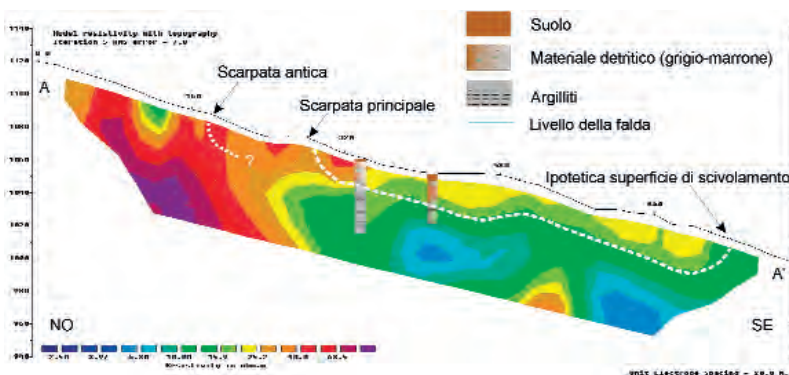
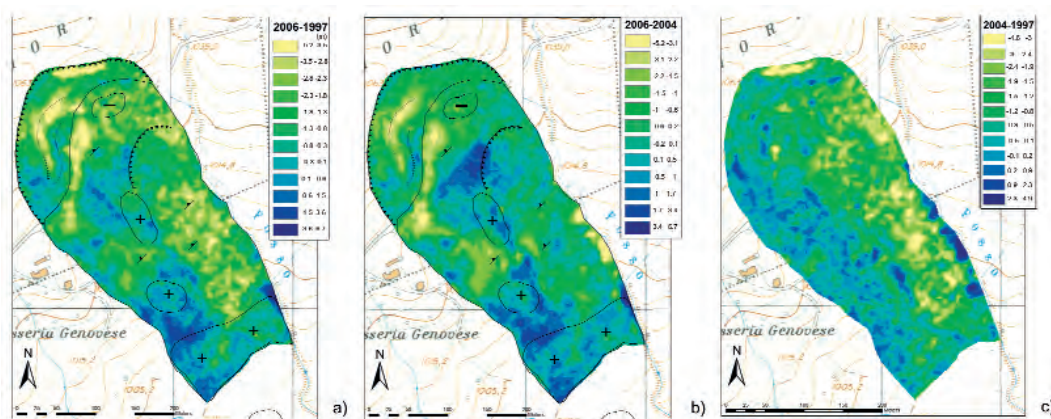
Le frane sono fenomeni complessi il cui studio richiede un approccio multidisciplinare basato sull'integrazione di tecniche di indagine dal suolo, da aereo e da satellite. Nell'ultimo decennio, la comunità scientifica ha rivolto grande attenzione alla sperimentazione di nuovi approcci metodologici in grado di fornire informazioni utili alla definizione dei fattori di innesco di una frana e alla ricostruzione delle sue caratteristiche geometriche.

Queste ultime, contribuendo alla stima volumetrica del corpo di frana, possono facilitare la pianificazione delle attività di intervento da parte degli enti preposti alla salvaguardia e tutela del territorio. In tale contesto si inserisce il presente lavoro, che propone l'applicazione di un approccio multidisciplinare basato sull'integrazione dell'analisi fotogrammetrica digitale e della tomografia geoelettrica, per lo studio di una frana ubicata in Appennino Meridionale. L'analisi digitale di foto aeree pre- e post- evento ha permesso di individuare le principali caratteristiche morfologiche del versante e di definirne l'evoluzione dinamica. La differenza dei modelli digitali del terreno (DEM), ricavati da tale analisi, ha fornito indicazioni sullo spostamento in superficie dei ter-

reni coinvolti nella frana e quindi sulle variazioni di quota. Il confronto delle tomografie geoelettriche (ERT) con dati stratigrafici ha consentito di individuare la superficie di scivolamento, di valutare lo spessore del materiale in frana e di ricostruire il corpo di frana in profondità.

L'integrazione dei risultati ottenuti ha fornito una stima accurata del volume del corpo di frana, superando le limitazioni intrinseche di ciascuna metodologia e proponendo tale approccio come possibile strumento operativo nella gestione del rischio da frana.

De Bari, C., Lapenna, V., Perrone, A., Puglisi, C., Sdao, F. "Digital photogrammetric analysis and electrical resistivity tomography for investigating the Picerno landslide (Basilicata region, southern Italy)", *Geomorphology*, 133 (2011), 34-46.



DEM differenziali (post-evento – pre-evento) ottenuti da: a) DEM 2006-1997; b) DEM 2006-2004; c) DEM 2004-1997.

Confronto tra la tomografia geoelettrica AA' (parallelamente all'asse longitudinale del corpo di frana) e le stratigrafie ottenute da sondaggi geognostici.

GLACIOLOGIA

Impatto delle emissioni antropogeniche sul ghiacciaio dell'Ortles

Nel giugno 2009 è stata effettuata una prima indagine glaciologica sul ghiacciaio Alto dell'Ortles (3905 m), la vetta più elevata delle Alpi Orientali. Il ghiacciaio dell'Ortles offre un'opportunità unica per lo studio dei meccanismi di deposizione dei composti chimici, di origine sia naturale che antropica, finora studiati solo sulle Alpi Occidentali. Oltre ad una serie di approfondite indagini geofisiche e glaciologiche, sono stati prelevati campioni da una trincea di neve e da una carota di ghiaccio superficiale, profonde rispettivamente 4.5 e 12 m. Tali campioni sono stati quindi analizzati presso i laboratori dell'IDPA-CNR di Venezia, determinando le concentrazioni di numerosi elementi in tracce, metalli pesanti, composti ionici ed inquinanti organici persistenti (POPs). I risultati ottenuti hanno dimostrato come la stratigrafia, sia dei parametri fisici che dei dati chimici, sia ben conservata negli strati superficiali del ghiacciaio Alto dell'Ortles. In particolare, è stato dimostrato come le deposizioni estive siano maggiormente influenzate dai contributi marini ed antropogenici mentre quelle invernali da sorgenti crustali. Comparando questi dati con quelli dei catasti nazionali delle emissioni, appare evidente una stretta correlazione tra le deposizioni estive e le emissioni provenienti dalla Pianura Padana, con un contributo nettamente inferiore delle sorgenti locali. La



stagionalità nella deposizione di metalli in tracce sul ghiacciaio Alto dell'Ortles è stata quindi valutata sulla base dei dati climatici ed atmosferici, rilevando come questa sia maggiormente influenzata dalla struttura verticale della troposfera (strato limite di rimescolamento troposferico) su scala locale piuttosto che dalle condizioni meteorologiche sinottiche.

J. Gabrieli, L. Carturan, P. Gabrielli, N. Kehrwald, C. Turetta, G. Cozzi, A. Spolaor, R. Dinale, H. Staffler, R. Seppi, G. dalla Fontana, L. Thompson, and C. Barbante. "Impact of Po Valley emissions on the highest glacier of the Eastern European Alps", *Atmos. Chem. Phys.*, 11 (2011), 8087-8102.

Attività di campionamento ed analisi stratigrafica in trincea.



Sezione di firn all'interno del carotiere.

VULCANOLOGIA

Degassamento, cristallizzazione e dinamiche eruttive a Stromboli

La comprensione dei processi di evoluzione composizionale e delle dinamiche di risalita dei magmi è fondamentale ai fini del miglioramento delle strategie di monitoraggio e gestione del rischio vulcanico. Di particolare interesse e importanza risultano i processi che controllano l'evoluzione chimico-fisica dei magmi in risalita attraverso i condotti vulcanici, poiché da essi dipendono lo stile e l'intensità delle eruzioni.

Un tipico caso di studio è rappresentato dal vulcano Stromboli nelle Isole Eolie. Durante l'attività recente persistente, lo Stromboli ha eruttato due tipologie di magmi con distinte caratteristiche chi-

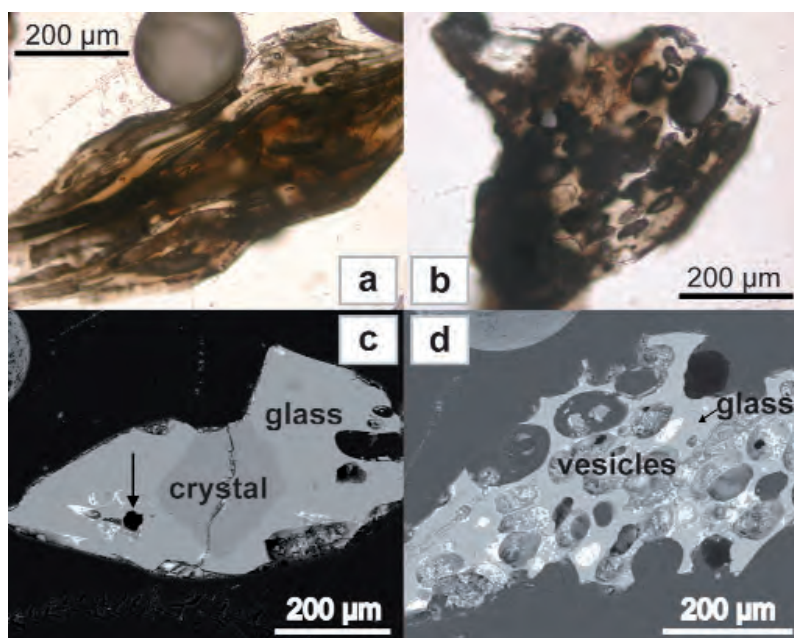
mico-fisiche: i) un magma scoriaceo denso, degassato e ricco in cristalli (caratteristico dell'attività esplosiva moderata); ii) un magma pomiceo più caldo, ricco in volatili e povero in cristalli (caratteristico dell'attività parossistica). Indagini tessuturali e composizionali sono state condotte su due tipologie di ceneri eruttate prima e dopo il parossismo del 5 aprile 2003 e rappresentative del magma scoriaceo e di quello pomiceo. Le indagini geochemiche sono state eseguite mediante avanzate tecniche microanalitiche per la determinazione *in situ* degli elementi in tracce e del rapporto isotopico del litio ($\delta^7\text{Li}$).

Questo studio ha permesso di comprendere meglio le origini e le dinamiche evolutive, nonché le reciproche relazioni, delle due tipologie di magma, che sono associate a stili eruttivi notevolmente differenti.

I risultati dello studio indicano un'origine comune per i due tipi di magma. Durante una fase di stazionamento nella porzione su-

perficiale del condotto vulcanico, il magma pomiceo, ricco in volatili, evolve in seguito a processi continui di degassamento e cristallizzazione e dà origine a un magma scoriaceo povero in volatili. Questa ricerca mette in evidenza le potenzialità degli isotopi del litio come traccianti dei processi di degassamento che avvengono nei livelli superficiali degli apparati vulcanici. Infine, lo studio ha rivelato la presenza di ceneri rappresentative del magma pomiceo in campioni eruttati durante la fase pre-parossistica. Ciò testimonia l'ascesa precoce di piccoli volumi di magma profondo ricco in volatili, che rappresentano i precursori dei maggiori volumi di magma pomiceo che, risalendo velocemente in superficie, hanno dato luogo al parossismo del 5 aprile.

F. Schiavi, K. Kobayashi, T. Moriguti, E. Nakamura, M. Pompilio, M. Tiepolo, R. Vannucci. "Degassing, crystallization and eruption dynamics at Stromboli: trace element and lithium isotopic evidence from 2003 ashes", *Contributions to Mineralogy and Petrology*, 159 (2010), pp. 541-561.



Fotografie al microscopio ottico e immagini BSE di porzioni vetrose di ceneri scoriacee (a-c) e pomicee (b-d). La freccia indica il cratere prodotto dall'analisi degli elementi in tracce tramite tecnica LA-ICPMS.

TELERILEVAMENTO

Telerilevamento e fluorescenza per misurare la fotosintesi

La vegetazione terrestre gioca un ruolo fondamentale nel regolare gli scambi di energia e di carbonio tra la biosfera e l'atmosfera, attraverso processi quali l'evapotraspirazione e la fotosintesi. La produttività totale lorda (*GPP*, *Gross Primary Production*) è il parametro che quantifica la quantità totale di carbonio sequestrata all'atmosfera da parte della vegetazione. Il telerilevamento offre una opportunità notevole per monitorare la *GPP* nel tempo e nello spazio, anche se ad oggi tali stime hanno

ancora ampie incertezze, soprattutto a scala locale e regionale.

L'obiettivo fondamentale di questo studio è stato lo studio del legame tra l'efficienza di uso della luce solare (*LUE*, *Light Use Efficiency*) da parte della vegetazione, e parametri ottici telerilevati. Cicli giornalieri di misure di fluorescenza passiva (*SIF*, *Solar Induced Fluorescence*) ed altri parametri telerilevati su colture di mais, sono stati impiegati per studiarne l'applicabilità come proxies del processo di fotosintesi. Tali stime di fotosintesi sono state poi confrontate con misurazioni dirette a scala di *canopy* effettuate con tecniche micrometeorologiche (*eddy covariance*). I risultati hanno evidenziato come meccanismi fisiologici complessi di regolazione della fotosintesi possano essere monitorati efficacemente tramite misure di *SIF*.

Questa ricerca mostra per la prima volta che l'inclusione di *SIF* in sistemi modellistici per la stima della fotosintesi migliora la loro capacità predittiva, supportando l'ipotesi che future missioni spaziali che propongano questa forma di telerilevamento da piattaforme satellitari possano diventare uno strumento fondamentale per monitorare la variabilità spazio temporale dello stato di produttività, di salute e di stress della vegetazione terrestre a scala globale.

Damm A., Elbers J., Erler A., Gioli B., Hamdi K., Hutjes R., Kosvancova M., Meroni M., Miglietta F., Moersch A., Moreno J., Schickling A., Sonnenschein R. "Remote sensing of sun induced fluorescence improve modelling of diurnal courses of Gross Primary Production (*GPP*)", *Global Change Biology*, 16 (2010), pp. 171-186.

BIOFISICA

Correlazioni a lungo raggio in stormi di uccelli

Stormi di uccelli, sciami di insetti e banchi di pesci, sono esempi paradigmatici di comportamenti collettivi auto-organizzati, nei quali emerge un coordinamento globale grazie al quale il gruppo si comporta come un singolo organismo. Per lungo tempo lo studio sia sperimentale che teorico di questi fenomeni si è concentrato sui meccanismi di emergenza di un moto ordinato, sebbene questo non sia sempre l'aspetto più significativo del comportamento collettivo. La cosa straordinaria di uno stormo



di uccelli, per esempio, non è tanto il moto ordinato del gruppo, quanto il modo in cui lo stormo si difende dall'attacco di un falco. La risposta collettiva, in altre parole il modo in cui il gruppo reagisce

Uno stormo di uccelli sopra la Stazione Termini (Roma), luogo di acquisizione dei dati.

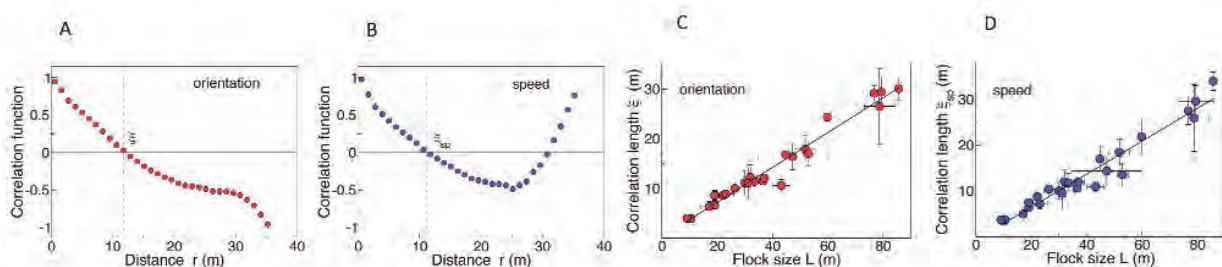
come una cosa sola agli stimoli dell'ambiente, è una caratteristica cruciale dei gruppi auto-organizzati, la quale può costituire un enorme vantaggio adattativo in presenza di forte pressione predatoria. Nel nostro lavoro abbiamo studiato per la prima volta la risposta collettiva e i meccanismi che la producono. Abbiamo mostrato che la risposta collettiva in stormi di uccelli nasce dalla presenza di correlazioni comportamentali a lungo raggio. Grazie alla ricostruzione della posizione e della velocità dei singoli uccelli in grandi stormi, siamo stati in grado di misurare fino a che punto le variazioni di velocità di un individuo influenzano quelle di un altro. Abbiamo scoperto che il rag-

gio di queste correlazioni spaziali non ha un valore costante, ma aumenta all'aumentare della taglia dello stormo. Il nostro risultato indica che le correlazioni nel comportamento degli uccelli non hanno una scala finita: i cambiamenti nel comportamento di un animale influenzano e sono influenzati da quelli di tutti gli altri animali del gruppo, indipendentemente dalla grandezza del gruppo stesso. Tali correlazioni a lungo raggio forniscono a ogni animale un raggio di percezione efficace molto più ampio del reale raggio di interazione fra individui, aumentando in questo modo la risposta collettiva alle perturbazioni esterne. Il nostro risultato suggerisce che gli stormi

si comportino come sistemi al punto critico, pronti a rispondere in modo ottimale alle perturbazioni ambientali.

A. Cavagna, A. Cimarelli, I. Giardina, G. Parisi, R. Santagati, F. Stefanini, M. Viale. "Scale Free Correlations in Starling Flocks", *Proceedings National Academy of Sciences USA*, 107 (2010), pp. 11865-11870.

Funzioni di correlazione – orientazione (A) e velocità (B) – fra uccelli a distanza r . La lunghezza di correlazione (C e D) aumenta all'aumentare della taglia del gruppo.



COMPORAMENTO

L'evoluzione dei comportamenti altruistici

L'evoluzione dei comportamenti altruistici ha costituito un rompicapo per gli scienziati a partire da Darwin. Come è possibile che la selezione naturale favorisca l'evoluzione di comportamenti che vanno a beneficio di altri individui? Fra le diverse ipotesi che sono state proposte le due più comunemente citate sono la selezione

di parentela (*kin selection*) e la reciprocità. L'importanza relativa di questi due meccanismi nello spiegare i casi di comportamento altruistico fra gli animali è poco chiara ma, nonostante la scarsità di dati disponibili, nella letteratura scientifica prevale largamente l'opinione che la selezione di parentela abbia un ruolo predominante nell'influencare il comportamento animale, mentre la reciprocità sia invece rara e poco rilevante. In questo studio, noi abbiamo svolto un confronto quantitativo dei ruoli relativi giocati dalla parentela e dalla reciprocità nel determinare la distribuzione del *grooming* nei



Grooming fra i macachi di Giava nel Parco Nazionale di Ketambe, Indonesia

primati. Il *grooming*, ovvero la pulizia del pelo di un altro individuo, è probabilmente il più comune comportamento altruistico nei mammiferi. Abbiamo applicato le moderne tecniche della meta-analisi a un campione di dati molto ampio che includeva 25 gruppi sociali di primati appartenenti a 14 specie e 9 generi diversi. In diretto contrasto con l'opinione prevalente in letteratura, la reciprocità è risultata giocare un ruolo molto

maggiore della parentela nello spiegare la distribuzione del comportamento di *grooming*. Questi risultati indicano che la reciprocità ha probabilmente avuto un ruolo nell'evoluzione dei comportamenti altruistici molto maggiore di quello che le viene ascritto comunemente. È stato suggerito che la reciprocità debba necessariamente richiedere capacità cognitive complesse paragonabili a quelle umane. Tuttavia, il suo rappresentare un feno-

meno comune in animali dalle capacità cognitive limitate come i primati non-umani suggerisce invece che meccanismi molto più semplici guidati dalle emozioni possano essere sufficienti a garantire la capacità di reciprocare i comportamenti altruistici.

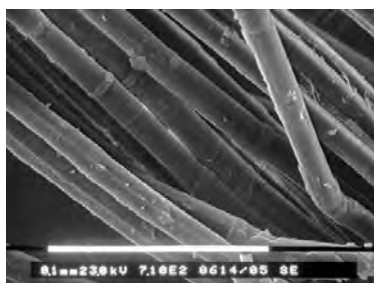
G. Schino, F. Aureli. "The relative roles of kinship and reciprocity in explaining primate altruism", *Ecology Letters* 13 (2010), pp. 45-50.

NUOVI MATERIALI

Effetto dei metodi di estrazione sulla qualità della fibra di ortica

Negli ultimi decenni le fibre naturali hanno acquisito un rinnovato interesse per svariati utilizzi nel settore tessile, nell'artigianato, ecc. ma soprattutto per rispondere alla domanda di sostenibilità e tracciabilità dei consumatori. Recentemente è stata ripresa in considerazione la fibra di ortica (*Urtica dioica* L.) in termini di utilizzo economicamente promettente per lo sviluppo locale e sostenibile di una filiera per la produzione di fibra. La macerazione è il passaggio cruciale per l'estrazione delle fibre naturali quindi nuove tecnologie sono necessarie per l'ottimizzazione della produzione. Lo scopo di questa indagine è stato quello di valutare e di confrontare gli effetti di diversi metodi di estrazione (macerazione in acqua, microbiologica, enzimatica e stigliatura meccanica) sulla qualità delle fibre di un clone selezionato di ortica. Sono state valutate le proprietà meccaniche

e morfologiche e la composizione chimica delle fibre. Il primo risultato interessante riguarda il buon grado di separazione tra le fibre e il resto dello stelo ottenuto mediante una stigliatura meccanica applicata su steli conservati per un anno, probabilmente grazie ai naturali processi di macerazione



che si verificano durante la conservazione. La macerazione microbiologica di steli interi e/o di fibra decorticata ha prodotto fibre di qualità superiore rispetto a quelle ottenute con la macerazione in acqua. Gli enzimi utilizzati hanno migliorato la qualità della fibra solo quando è stato aggiunto l'agente chelante EDTA. Il trattamento enzimatico ha dato buoni risultati sia su fibre preventivamente macerate in acqua sia su fibre solo decorticate, mentre le miscele enzimatiche applicate tramite spray hanno prodotto fibre con un diametro minore ed un contenuto in cellulosa più basso.

L. Bacci, S. Di Leonardo, L. Albanese, G. Mastromei, B. Perito. "Effect of different extraction methods on fiber quality of nettle (*Urtica dioica* L.)", *Textile Research Journal*, 81 (2011), pp. 827-837.

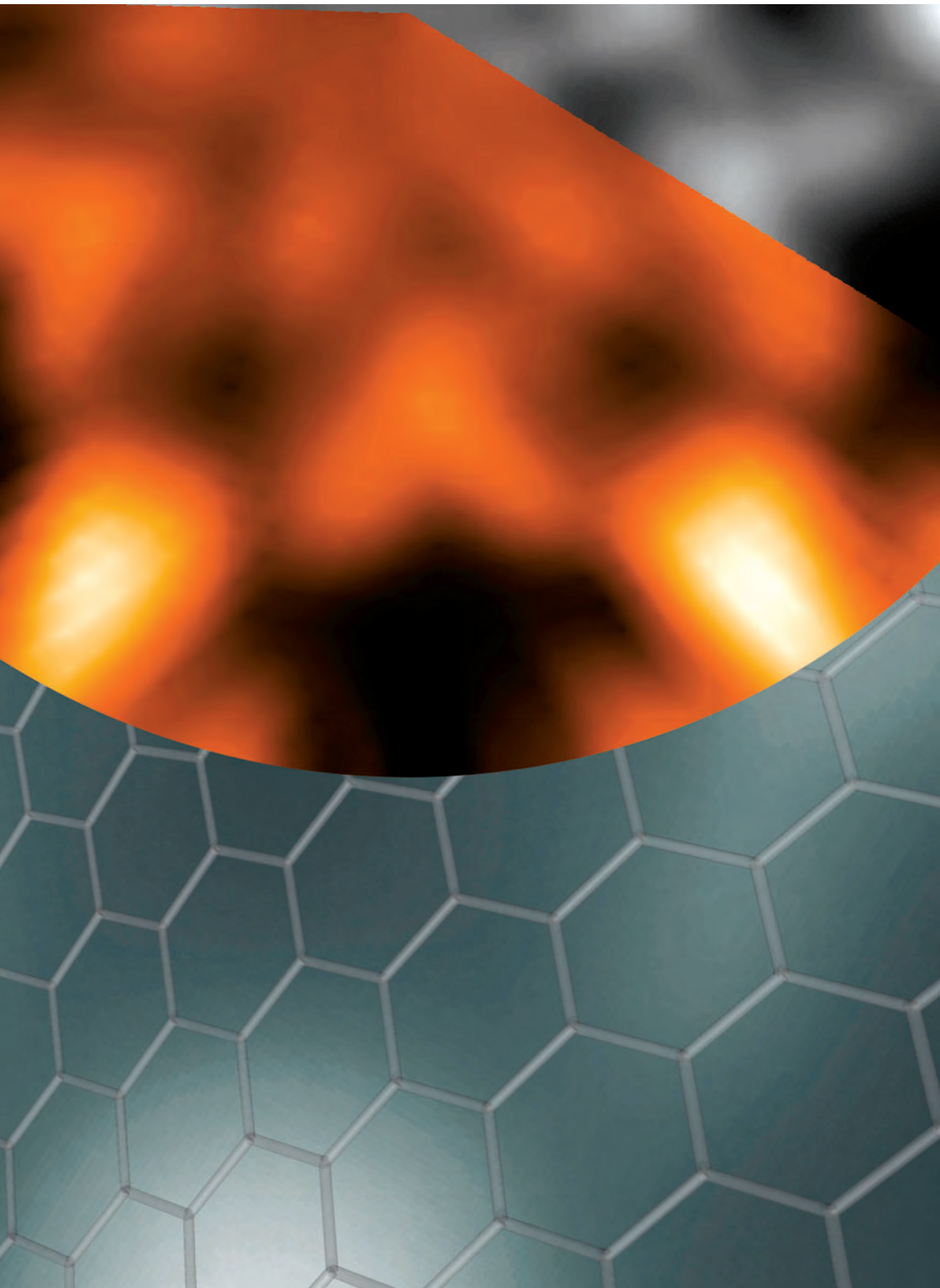
In alto. Campo sperimentale di ortica da fibra.

In basso. Vista longitudinale di fibre di ortica al SEM.

Materia & Energia

Highlights

Materiali, Elettronica,
Magnetismo, Idrodinamica,
Scienze dello spazio,
Informazione quantistica, Sensori,
Nanoscienze, Superconduttori, Semiconduttori,
Fotovoltaico, Gas quantistici, Fisica molecolare,
Nuovi materiali, Fisica computazionale,
Colloidi, Simulazioni numeriche, Nanotecnologie,
Sistemi quantistici, Catalizzatori,
Chimica computazionale, Microscopia,
Fusione laser, Dinamica dei fluidi, Misure,
Biochimica, Biosensori, Nanomedicina,
Fisica statistica, Calcolo computazionale,
Green energy, Spettroscopia,
Dinamica non lineare,
Biofisica



BIOCHIMICA

Svelato il meccanismo primario che permette la visione umana

Il meccanismo della visione si basa su uno dei processi foto-chimici più veloci esistenti in natura. Quando infatti un fotone colpisce la retina dell'occhio (o meglio una delle sue molecole denominata rodopsina), si attiva una prima reazione che dura molto meno di un milionesimo di milionesimo di secondo, tanto rapida che fino ad ora ne è stata impossibile l'osservazione sperimentale. Gli scienziati del CNR e del Politecnico di Milano, in collaborazione con l'Università di Bologna, l'Università di Berkeley (USA), l'Università di Oxford (UK) e il Max Planck Institute di Mülheim (Germania), sono finalmente riusciti nell'impresa di "fotografare" proprio i primissimi eventi di questo processo chimico.

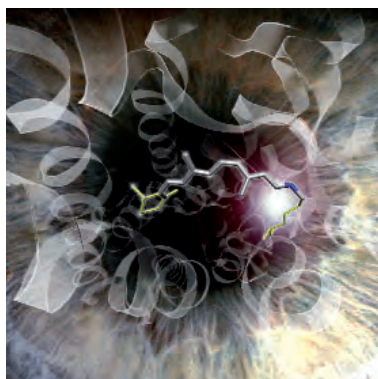
Utilizzando una macchina fotografica speciale che raccoglie i sin-

goli fotogrammi con lampi di luce laser ultraveloce (della durata di pochi miliardesimi di milionesimo di secondo), è stato possibile filmare questo processo in tempo reale. La combinazione di queste informazioni con simulazioni teoriche, grazie a elaboratori avanzati e algoritmi complessi, ha permesso di ricostruire il rapido cambiamento della struttura della molecola responsabile della visione umana.

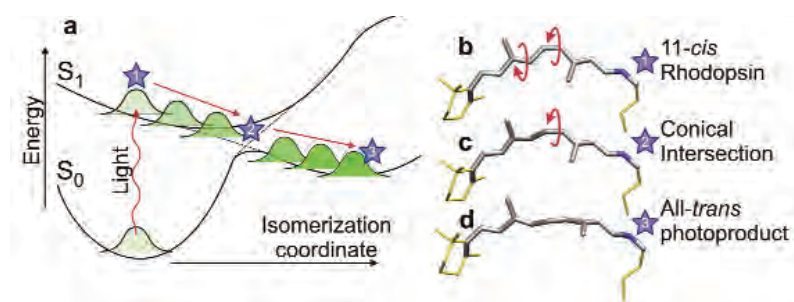
L'esperimento ha fornito la prova finora più convincente dell'esistenza di fenomeni noti come intersezioni coniche, che possono essere visti come gli equivalenti chimici dei "buchi neri": sono cioè singolarità che connettono diversi stati elettronici della materia. Questi punti catturano le molecole e accelerano fortemente una reazione chimica, rendendola estremamente efficiente. Fino ad

ora, tali singolarità sono state previste solo teoricamente, vista la difficoltà di una loro osservazione diretta. Questa ricerca ha permesso per la prima volta di osservare sperimentalmente le intersezioni coniche, dimostrando dunque la validità delle previsioni teoriche. Questo processo ultraveloce costituisce il primo passo del complesso meccanismo biochimico che darà origine alla propagazione di uno stimolo nervoso verso il cervello, consentendo di fatto la visione umana. L'evoluzione ha progettato questo meccanismo al fine di renderlo molto efficiente, molti animali, compreso l'uomo, sono in grado di rilevare anche la minima luce nel buio, perché costituisce un elemento determinante per la sopravvivenza della specie. Questa straordinaria sensibilità dell'occhio è possibile grazie alla eccezionale rapidità dell'iniziale reazione fotochimica, per la prima volta misurata grazie a questa ricerca.

D. Polli, P. Altoè, O. Weingart, K. M. Spillane, C. Manzoni, D. Brida, G. Tomasello, G. Orlandi, P. Kukura, R.A. Mathies, M. Garavelli, G. Cerullo. "Conical intersection dynamics of the primary photoisomerization event in vision", *Nature*, 467 (2010), pp. 440-443.



L'isomerizzazione della rodopsina è il primo velocissimo evento della visione.



(a) Schema delle superfici di potenziale della rodopsina in funzione della coordinata di isomerizzazione. Struttura del cromoforo nel suo stato iniziale (b), nel momento dell'intersezione conica (c), e nello stato finale (d).

BIOFISICA

Emulsificazione a membrana per lo sviluppo di micro particelle complesse *stimulus-responsive*

La formulazione di nuovi prodotti con dimensione, composizione, architettura e funzioni target, incluse quelle di rispondere a stimoli biomolecolari esterni, è tra i principali obiettivi della ricerca scientifica.

La progettazione di tali prodotti trae ispirazione dai sistemi biologici in cui ogni azione/funzione a livello cellulare è il risultato di specifiche “informazioni” inviate e ricevute tramite interazioni biomolecolari. Per fornire ai materiali le caratteristiche funzionali, senza

denaturare le biomolecole deputate al “riconoscimento” e alla “risposta”, sono necessarie nuove metodologie. L’Istituto per la Tecnologia delle Membrane del CNR ha sviluppato un sistema micro-particellare bioibrido capace di promuovere e controllare il rilascio di molecole di interesse grazie alla presenza di un biorecettore sulla superficie delle particelle capace di riconoscere e legare una specifica molecola segnale ed attivare il rilascio. Il sistema modello studiato utilizza una proteina, la con-

canalina A (ConA), come sensore del glucosio per il rilascio di insulina in funzione dei livelli di glicemia. Emulsioni multiple contenenti ConA all’interfaccia olio-acqua sono state preparate tramite emulsificazione a membrana, un processo che utilizza un sistema micro ingegnerizzato, rappresentato da una membrana artificiale, in grado di produrre particelle a livello del perimetro dei pori mediante un meccanismo “goccia a goccia” (figura 1). Il processo ha permesso di formulare emulsioni multiple di dimensioni uniformi, con l’interfaccia funzionalizzata in grado di promuovere il rilascio della molecola di interesse in funzione della presenza (figura 2a-e) e della concentrazione di glucosio (figura 2f).

E. Piacentini, E. Drioli, L. Giorno.
“Preparation of stimulus responsive multiple emulsions by membrane emulsification using ConA as biochemical sensor”, *Biotechnol. Bioeng.* 108 (2011), pp. 913-923.

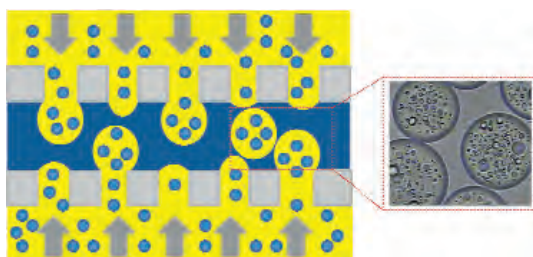
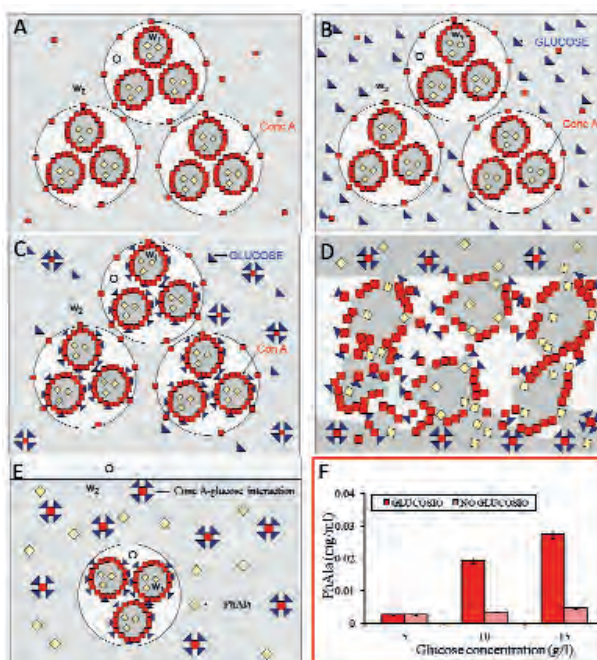


Figura 1. Rappresentazione schematica della formazione di emulsioni multiple tramite emulsificazione a membrana.

Figura 2. (A) Emulsione multipla; (B) Emulsione multipla in presenza del glucosio; (C) Interazione ConA-glucosio all’interfaccia dell’emulsione; (D-E) Modificazioni delle proprietà interfaciali della ConA con conseguente separazione di fase e rilascio della molecola di interesse; (F) Il rilascio di una molecola marker in funzione della concentrazione di glucosio.



ENERGIA

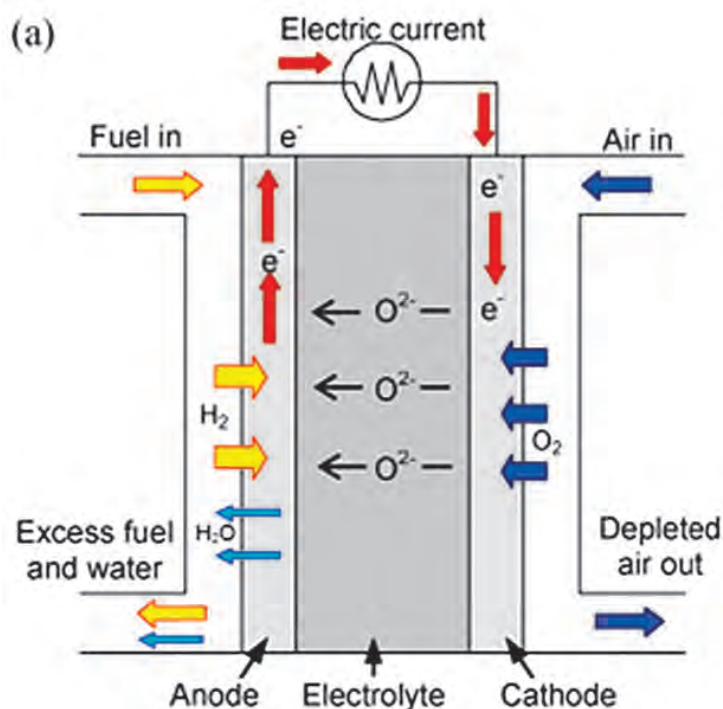
Chimica dei materiali per applicazioni nel campo delle energie pulite

76

Oggi la grande sfida a livello mondiale è lo sviluppo di fonti di energia pulite e sostenibili per affrontare la minaccia, a livello ambientale, del riscaldamento globale e delle risorse finite dei combustibili fossili. Tuttavia, non esiste un'unica soluzione. Promettenti tecnologie energetiche di conversione e stoccaggio, quali per esempio celle a combustibile e batterie al litio, sono state sviluppate per abbattere le emissioni di biossido di carbonio. Il rendimento di questi sistemi energetici

dipende in maniera determinante dalle proprietà dei materiali di cui sono composti, ciò richiede lo sviluppo di un'innovativa chimica dei materiali. Una tecnologia d'avanguardia, per quanto riguarda la generazione futura di energia, sono le celle a combustibile ad ossido solido (SOFC). Una SOFC è un dispositivo elettrochimico che converte energia chimica in elettricità e, nel caso più semplice, si basa sulla reazione chimica tra l'idrogeno (all'anodo) e l'ossigeno (al catodo) per produrre acqua. I

due compartimenti elettrolici sono separati dall'elettrolita, che funge da barriera alla diffusione di gas ma consente il trasporto sia di ioni che di protoni. In figura sono mostrati schemi di una SOFC la cui conduzione attraverso l'elettrolita avviene per ioni ossido. Il ruolo della scienza dei materiali è fondamentale per la scoperta e lo sviluppo di elettroliti che presentino elevata conducibilità ionica (e trascurabile conducibilità elettronica) a temperature più basse, insieme a una buona stabilità chimica e accessibilità sintetica. Tali innovazioni rafforzano la ricerca applicata e, allo stesso tempo, dipendono dall'esplorazione di nuove classi di composti. In questo lavoro abbiamo riportato le scoperte più importanti e recenti nel campo della chimica dei materiali applicata allo sviluppo delle SOFC dando particolare risalto alle caratteristiche strutturali e meccanicistiche del trasporto ionico.



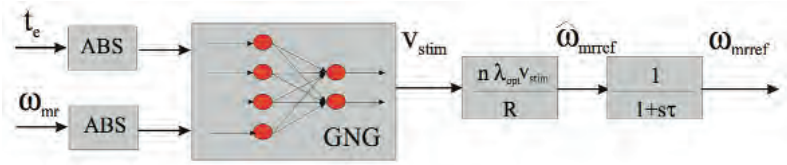
L. Malavasi, C. Fisher, S.M. Islam. "Recent developments in oxide-ion and proton conducting materials for clean energy applications: structural and mechanistic features", *Chem. Soc. Rev.* 39 (2010), 4370.

Diagramma schematico dei processi che hanno luogo in una cella a combustibile ad ossido solido (SOFC) durante il funzionamento usando un elettrolita conduttore per ioni ossigeno. Un vantaggio chiave delle SOFC è che esse permettono anche l'uso di idrocarburi come combustibile.

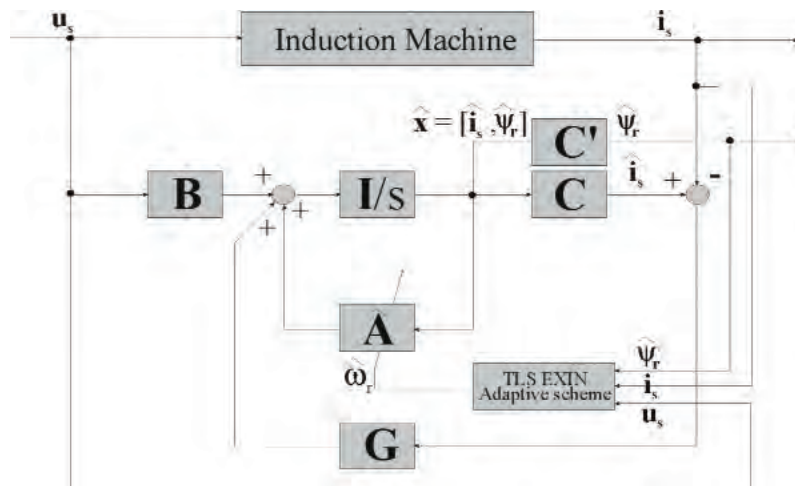
GREEN TECHNOLOGIES

Tecniche neurali per la massima potenza in generatori eolici

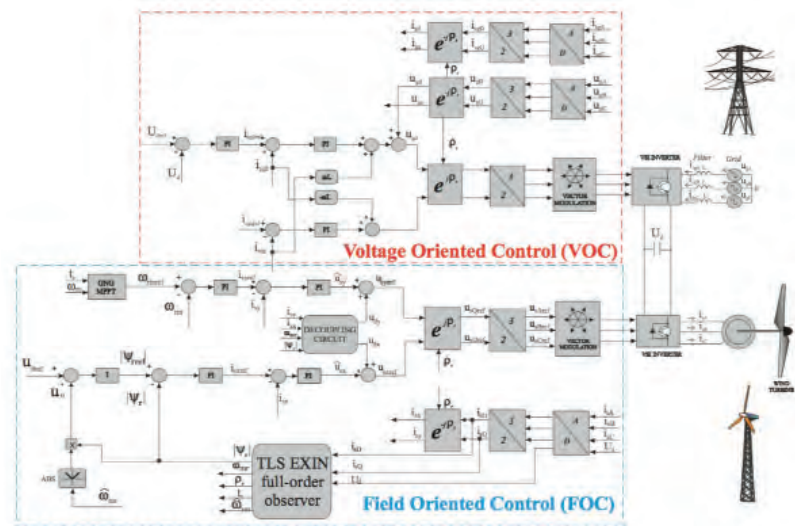
Si propone una tecnica d'inseguimento della massima potenza generabile (MPPT = *Maximum Power Point Tracking*) basata sulla rete neurale artificiale GNG (*Growing Neural Gas*) per generatori eolici con macchina asincrona. Il sistema, messo a punto da ricercatori dell'unità operativa di Palermo dell'Issia-Cnr, utilizza la rete GNG per apprendere le superfici caratteristiche (fase di *learning*) della turbina. Si sfrutta poi in tempo reale la capacità della rete GNG per stimare la velocità del vento. L'algoritmo realizza quindi un anemometro virtuale: a partire dalla velocità del vento stimata, si calcola la velocità ottimale di rotazione della turbina, che viene fornita come riferimento al sistema di controllo. In tal modo è garantito il funzionamento in corrispondenza del punto di massima potenza per ogni valore della velocità del vento. In aggiunta, al fine di evitare l'impiego di un misuratore di velocità angolare della macchina (*encoder*), si utilizza uno stimatore di velocità angolare basato su un osservatore di stato di ordine pieno con stima della velocità basata sulla rete neurale di tipo TLS EXIN. In questo senso, si può definire questo sistema *sensors-less*, in quanto non adotta né il misuratore di velocità del vento né quello di velocità angolare di macchina. Conseguentemente l'affidabilità complessiva del sistema è incrementata ed il costo



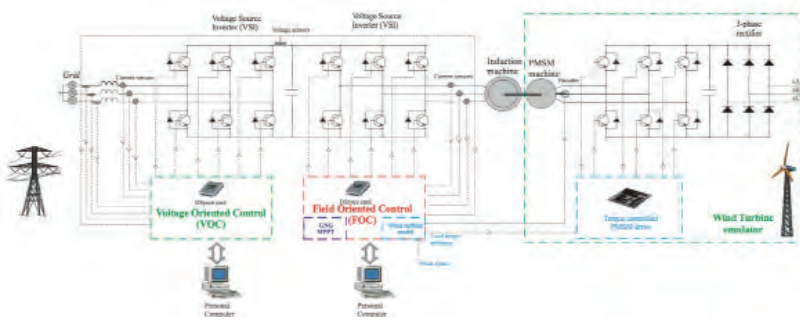
Schema a blocchi della tecnica d'inseguimento della massima potenza generabile.



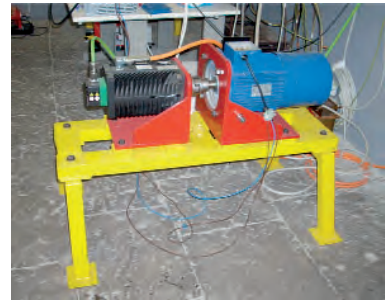
Schema a blocchi dell'osservatore di velocità di ordine pieno basato sul neurone TLS EXIN.



Schema a blocchi del sistema di controllo del generatore eolico.



Schema elettrico del generatore eolico.

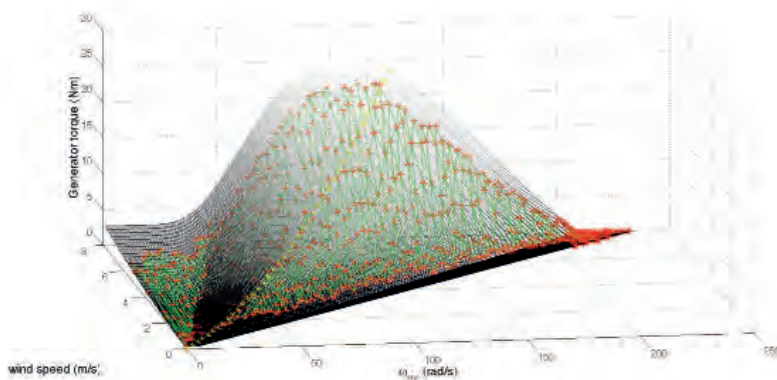


Fotografia del banco prove presso l'ISSIA-CNR uos di Palermo.

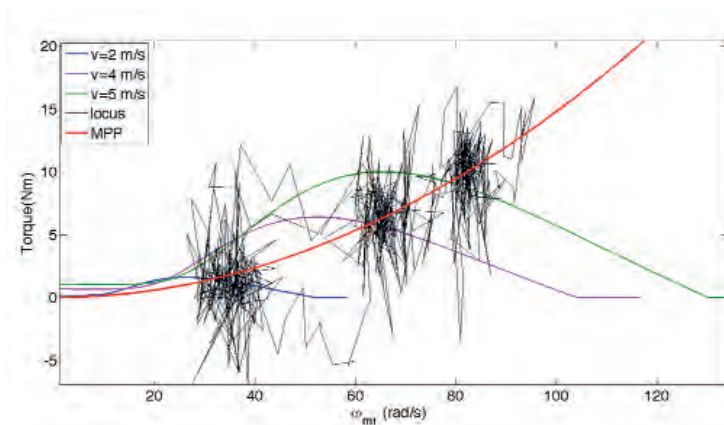
del sistema ridotto. Il sistema ottenuto presenta i seguenti vantaggi: la massima potenza generabile è ottenuta senza il ricorso ad algoritmi iterativi, il metodo è un *sensors-less* che non utilizza encoder o anemometri, per bassa velocità

del vento. La conoscenza della caratteristica della turbina, appresa dalla rete neurale, garantisce minori velocità di cut-in rispetto ai sistemi tradizionali. Ciò si traduce in un maggiore quantitativo di energia raccolta.

M. Pucci, M. Cirrincione. "Neural MPPT Control of Wind Generators With Induction Machines Without Speed Sensors", *IEEE Transactions on Industrial Electronics*, Vol. 58, n. 1 (2011), pp. 37-47. Special Section Renewable Energy Systems.



Superficie caratteristica della turbina eolica e relativo ricoprimento con i neuroni della rete GNG.



Caratteristiche della turbina eolica per diverse velocità del vento e luogo dei punti di funzionamento del generatore.

GREEN ENERGY

Film di zirconato di bario ad elevata conducibilità protonica

Film sottili di zirconato di bario drogato con ittrio ($\text{BaZr}_{0.8}\text{Y}_{0.2}\text{O}_{3-\delta}$, BZY) di elevata qualità e senza bordi di grano sono stati ottenuti utilizzando un apparato di fotodeposizione laser disponibile presso i laboratori CNR-SPIN "Tor Vergata". Questi film mostrano valori di conducibilità protonica mai osservati prima per campioni di BZY, 0.11 S/cm a 500°C e 0.01 S/cm per temperature fino a 350°C .

Questi valori di conducibilità sono molto maggiori di quelli raggiunti dal $\text{La}_{0.8}\text{Sr}_{0.2}\text{Ga}_{0.2}\text{O}_3$ e $\text{Ce}_{0.8}\text{Gd}_{0.2}\text{O}_{1.9-\delta}$ attualmente considerato il conduttore di ioni ossi-

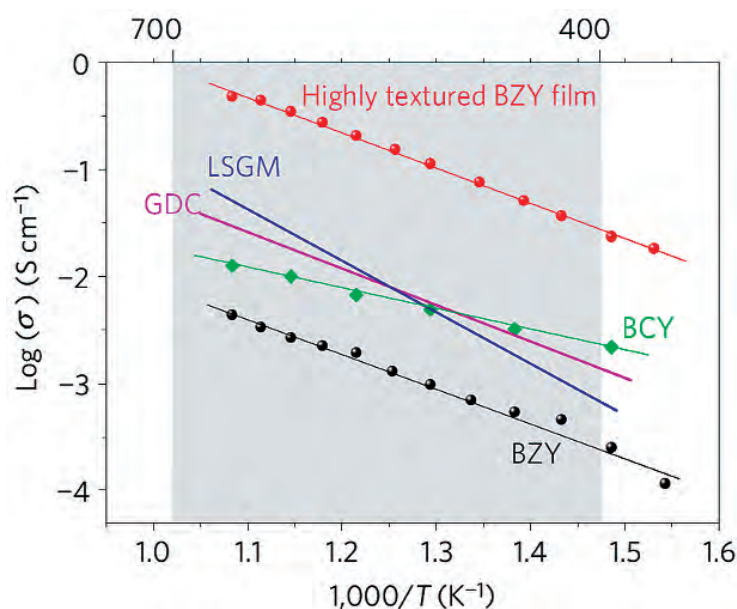
geno con la più alta conducibilità. Gli elevati valori di conducibilità dei film di BZY, inducono a ritenere questo conduttore protonico come un possibile sostituto dei conduttori elettrolitici a ioni ossigeno convenzionalmente usati nelle celle a combustibile ad ossidi solidi (SOFC).

Come gli altri conduttori protonici, il BZY offre anche l'importante vantaggio che l'acqua di scarico viene prodotta al catodo, evitando così la diluizione del combustibile, migliorandone quindi l'efficienza. Per un utilizzo in una vasta gamma di applicazioni è fondamentale riuscire ad abbassare la tempera-

tura di esercizio delle SOFC al di sotto di 700°C , in particolare, per l'utilizzo in dispositivi elettronici portatili (laptop, cellulari, ecc.), al di sotto di 450°C , consentendo quindi la sostituzione delle batterie a ioni Li. I principali vantaggi offerti dalle SOFC rispetto alle batterie a ioni Li sono l'assenza di cicli di carica-scarica e una densità di energia maggiore. I nostri risultati hanno dimostrato che i film di BZY ottenuti mediante fotodeposizione laser, sono gli elettroliti più performanti mai sviluppati per uso nel campo delle SOFC. Ciò apre nuove prospettive nella miniaturizzazione delle SOFC per applicazioni nel campo dei dispositivi elettronici.

79

D. Pergolesi, E. Fabbri, A. D'Epifanio, E. Di Bartolomeo, A. Tebano, S. Sanna, S. Licocchia, G. Balestrino, E. Traversa. "High proton conduction in grain-boundary-free yttrium-doped barium zirconate films grown by pulsed laser deposition", *Nature Materials*, 9 (2010), pp. 846-852.



Confronto della conducibilità elettrica e dei valori di energia di attivazione dei film di BZY depositati mediante fotodeposizione laser, della pasticca sinterizzata di BZY, e di altri elettroliti conduttori ionici attualmente considerati tra i più performanti (LSGM, BCY, GDC).

FOTOVOLTAICO

Silicio nanocristallino per celle solari a basso costo

Il fenomeno del confinamento quantico (QC) avviene nei materiali semiconduttori quando i suoi portatori di carica elettrica (buche ed elettroni) sono confinati all'interno di regioni spaziali di dimensione nanometrica. Per effetto del QC l'intervallo di energie elettroniche proibite del materiale (il gap semiconduttore) aumenta man mano che si riduce la dimensione spaziale di confinamento.

Questo fenomeno ha un notevole impatto tecnologico poiché rende possibile il controllo delle proprietà optoelettroniche del materiale (quali ad esempio la luminescenza e il coefficiente di assorbimento) modificando le dimensioni e la mor-

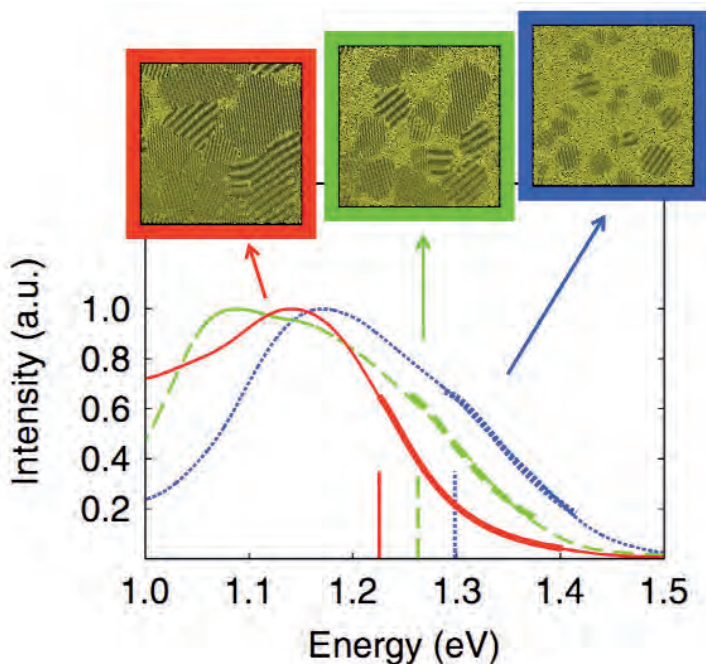
fologia delle regioni di confinamento. Tale fenomeno può avere luogo in nanoparticelle cristalline immerse in matrici isolanti o in vuoto, e di norma interessa sia gli elettroni che le buche.

In questo lavoro dimostriamo un nuovo tipo di confinamento che riguarda solo i portatori di carica positiva. Questo fenomeno si può avere in sistemi costituiti da nanoparticelle di silicio cristallino (nc-Si) immerse in una matrice di silicio amorfo idrogenato. Per chiarire questo fenomeno abbiamo calcolato le proprietà elettroniche di modelli atomistici di silicio nanocristallino usando l'approssimazione del legame forte, dimo-

strandando che le buche sono confinate all'interno dei grani mentre gli elettroni sono delocalizzati all'interno della matrice amorfa. Abbiamo validato le predizioni teoriche attraverso misure di fotoluminescenza su campioni cresciuti con tecniche di deposizione chimica da fase vapore assistita da plasma.

Questo studio dimostra che il silicio nanocristallino oltre ad essere un materiale eco-compatibile relativamente economico può avere un grosso impatto in campo fotovoltaico. Per esempio, variando la dimensione delle nanoparticelle è possibile aumentare l'assorbimento di luce di colori differenti in regioni spaziali diverse e realizzare celle solari innovative (celle tandem di terza generazione) a più alta efficienza fotovoltaica a parità di materiale.

L. Bagolini, A. Mattoni, G. Fugallo, L. Colombo, E. Poliani, S. Sanguinetti, E. Grilli. "Quantum Confinement by an Order-Disorder Boundary in Nanocrystalline Silicon", *Phys. Rev. Lett.* 104 (2010), 176803.



Lo spettro di fotoluminescenza misurato in tre diversi campioni di silicio nanocristallino (in alto) dipende dalla dimensione media dei grani (regioni giallo scuro). Le curve di colore rosso, verde e blu corrispondono a campioni con dimensione dei grani decrescente e confinamento crescente. Le linee di maggior spessore e le linee verticali sono le predizioni del presente studio teorico.

BIODIESEL

Miscela biodiesel/gasolio minerale: uso in motori a combustione interna

I biodiesel sono combustibili alternativi prodotti da sorgenti rinnovabili, oli vegetali e grassi animali, che hanno il vantaggio di essere biodegradabili e a più bassa tossicità rispetto a quelli minerali. L'uso di biodiesel nei motori, puro o in miscela con gasolio, richiede un riesame del processo di combustione a causa delle differenti proprietà chimico/fisiche. Obiettivo è studiare gli effetti sia in termini di prestazioni/consumi che di emissioni inquinanti. Processi dinamici e termodinamici di iniezione e combustione sono stati analizzati per gasolio minerale puro e miscele al 50% in volume

con oli di colza (RME) e soia (SME) in condizioni esemplificate, quali ambienti quiescenti (assenza moto d'aria) e non evaporanti (temperatura ambiente) e in sistemi complessi come i motori diesel.

Indagini non intrusive per lo studio di iniezioni da Common Rail ed elettroiniezione 7 fori hanno fatto uso di sorgenti di luce e CCD ad alta risoluzione sincrone con l'iniezione. Sono stati misurati profili di iniezione ed evoluzione spazio-temporale dei getti. Un esempio è riportato in figura 1 per una iniezione doppia (pilot+main). Diverse distribuzioni di combu-

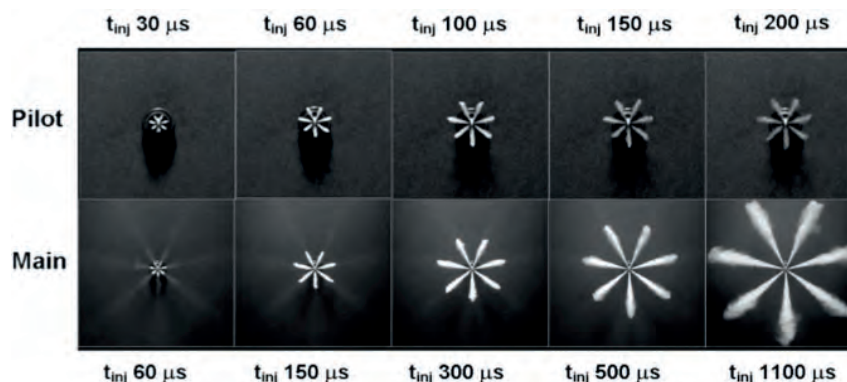


Figura 1. Sequenza di immagini dei getti per un'iniezione doppia a $P_{inj}=123$ MPa e densità del gas $\rho=33,6$ kg/m³ in condizioni non evaporanti.

stibile sono registrate per basse potenze motoristiche risultando il gasolio minerale più penetrante rispetto alle miscele. Per l'effetto sulle prestazioni ed emissioni inquinanti sono stati effettuati test con motore diesel ID 4-valvole per cilindro, turbocompressore e ricircolo dei gas di scarico (EGR). Sono state esplorate 1500 e 2500 giri/min del ciclo Europa con EGR=0 e 50%. A 2500 giri/min (figura 2) si evidenzia che i consumi specifici di RME₅₀ e SME₅₀ risultano superiori al diesel a causa del differente contenuto energetico. Riguardo alle emissioni gassose e di particolato, i test hanno mostrato valori analoghi di CO e fumo ai diversi carichi motore e un lieve incremento degli ossidi di azoto.

Gerardo Valentino, Luigi Allocca, Stefano Iannuzzi, Alessandro Montanaro. "Biodiesel/Mineral Diesel Fuel Mixtures: Spray Evolution and Engine Performances and Emissions Characterization", *Energy* 36 (2011), 3924-3932.

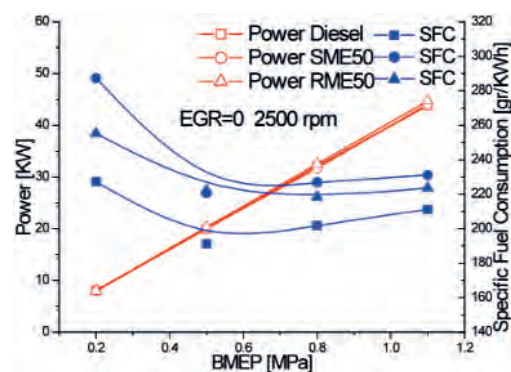


Figura 2. Potenza e consumo specifico con EGR=0 a 2500 giri/min.

FOTOVOLTAICO

Fotoanodi di ossido di zinco per celle solari ad alta efficienza

82

La ricerca è finalizzata allo sviluppo di fotoanodi di ossido di zinco (ZnO) per celle solari ibride (cosiddette celle di Graetzel) a basso costo ed alta efficienza di fotoconversione.

Presso SENSOR Lab di Brescia dell'Idasc-Cnr è stata sviluppata una nuova struttura di fotoanodo di ZnO, mediante deposizione spray, tecnica semplice ed economica. Il fotoanodo è costituito di due parti principali: (i) un *buffer layer* compatto che isola fisicamente l'elettrolita liquido presente nella cella dallo strato conduttore trasparente, inibendo i processi di ricombinazione elettronica e (ii) uno strato attivo gerarchicamente organizzato, in cui nanoparticelle del diametro di circa 20 nanometri sono aggregate in cluster di dimensioni submicrometriche. Tali aggregati presentano un'alta superficie specifica per l'assorbimento delle molecole fotoattive, ed al contempo fungono da centri di riflessione multipla per la luce incidente, innalzando il tempo di permanenza della luce stessa all'interno del fotoanodo e, di conseguenza, la probabilità di assorbimento.

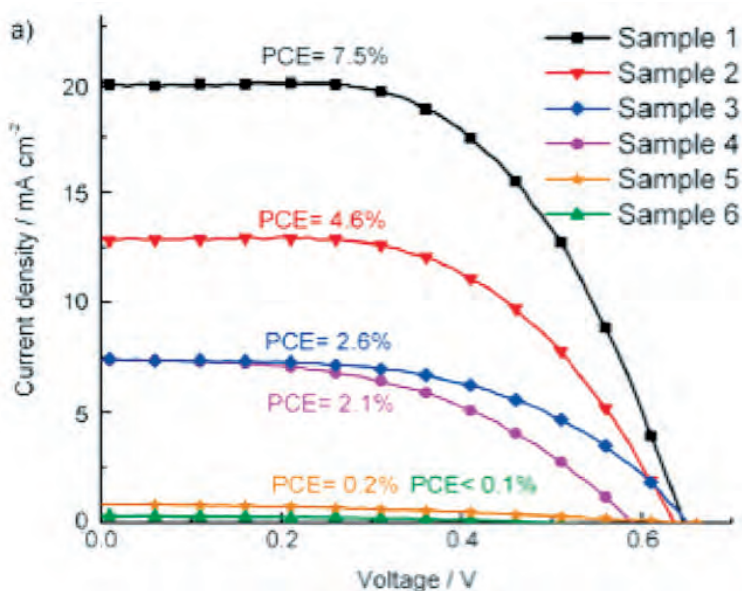
L'efficienza di fotoconversione ottenuta (7.5%) rappresenta attualmente il record per celle solari a colorante basate sull'ossido di zinco. Il risultato rappresenta un significativo avanzamento verso

la produzione di dispositivi a basso costo ed alta efficienza basati su tecniche di produzione a ridottissimo impatto ambientale, sia dal punto di vista dei materiali utilizzati che dal punto di vista energetico.

N. Memarian, I. Concina, A. Braga, S. M. Rozati, A. Vomiero G. Sberveglieri. "Hierarchically Assembled ZnO Nanocrystallites for High-Efficiency Dye-Sensitized Solar Cells", *Angew. Chemie Int. Ed.* 50 (2011), pp. 12321-12325.



Volume numero 50 della rivista *Angewandte Chemie International Edition*, che riporta in copertina l'invenzione qui descritta.



Curve tensione-densità di corrente per celle solari irraggiate mediante simulatore solare (irraggiamento: AM 1,5 G, 100 mW cm⁻²). Il campione migliore (Sample 1), che include il *buffer layer*, presenta un'efficienza di fotoconversione più che doppia rispetto al campione senza tale struttura (Sample 3).

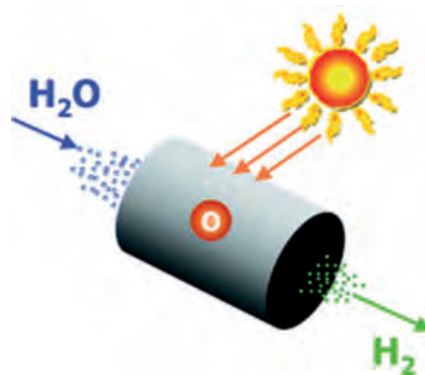
FOTOVOLTAICO

L'idrogeno solare: il combustibile del prossimo futuro

L'idrogeno rinnovabile, prodotto utilizzando l'energia solare per scindere l'acqua, è il combustibile del prossimo futuro. L'innovazione accelerata in entrambi i principali domini delle tecnologie dell'energia solare (fotovoltaico, PV, e solare a

concentrazione, CSP) ha avuto come conseguenza il rapido crollo del costo tanto dell'elettricità fotovoltaica che della tecnologia CSP, aprendo così la strada alle prime applicazioni pratiche dell'idrogeno solare. Questo articolo fornisce un'analisi approfondita di una tecnologia importantissima per il futuro comune delle nostre società.

M. Pagliaro, A. G. Konstandopoulos, R. Ciriminna, G. Palmisano. "Solar Hydrogen: Fuel of the Near Future", *Energy & Environmental Science*, 3 (2010) pp. 279-287.



La scissione fotocatalitica dell'acqua all'interno del reattore solare irradiato dalla radiazione solare concentrata.

83

ENERGIA

Batterie litio ioni nei sistemi di trazione con fuel cell ad idrogeno

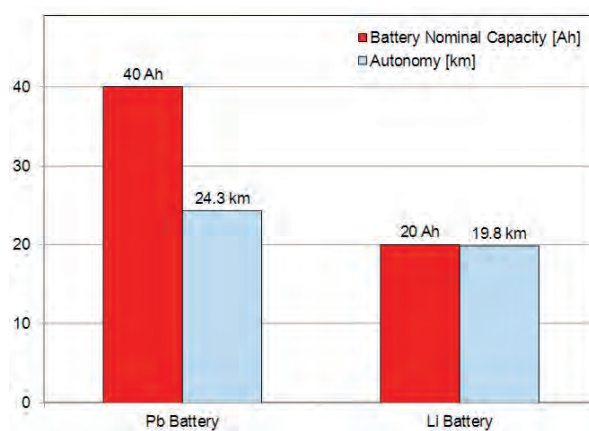
I veicoli a trazione elettrica sono considerati da vari anni una valida soluzione alla dipendenza dai combustibili fossili e ai problemi d'inquinamento ambientale dovuti ai veicoli tradizionali, in quanto consentono di ottenere elevate efficienze e ridotte emissioni inquinanti. D'altra parte la diffusione di tali veicoli si basa prevalentemente sulla possibilità di offrire prestazioni, autonomie e costi paragonabili a quelli dei veicoli convenzionali. Varie attività di ricerca hanno evidenziato i vantaggi, in termini di mobilità sostenibile, dei veicoli innovativi sia puramente elettrici che ibridi. Tra questi risultano di particolare interesse i veicoli che utilizzano celle a combustibile ad idrogeno per produrre energia a bordo. Sebbene l'autonomia dei veicoli a fuel cell dipenda

dall'idrogeno immagazzinato a bordo, la possibilità di utilizzare configurazioni ibride, con sistemi di accumulo dell'energia elettrica, consente di ottenere soluzioni tecnicamente ed economicamente più efficienti. Per queste applicazioni le batterie al litio rappresentano una tecnologia promettente grazie alle loro caratteristiche di elevata densità energetica.

In tale ambito l'Istituto Motori del CNR ha seguito progetti di ricerca volti alla valutazione delle prestazioni e strategie di gestione energetica dei sistemi di propulsione ibridi con fuel cell e delle relative infrastrutture di ricarica.

Lo studio sperimentale di power train a fuel cell è stato finalizzato ad un'analisi di confronto tra diversi sistemi di accumulo elettrochimico, evidenziando che le batterie innovative al litio ioni polimero sono in grado, soprattutto in condizioni di funzionamento dinamico, di garantire maggiori autonomie e minori consumi di idrogeno, rispetto a configurazioni basate su batterie tradizionali al piombo.

O. Veneri, F. Migliardini, C. Capasso, P. Corbo. "Dynamic behaviour of Li batteries in hydrogen fuel cell power trains", *Journal of Power Sources*, 196-21 (2011), pp. 9081-9086, ISSN 0378-7753.



Equivalenza di autonomia in km per un veicolo a due ruote su ciclo di guida ad elevata pendenza per pacchi batteria al piombo e litio ioni di capacità dimezzata.

ENERGIA

Un impianto a membrana per la produzione di idrogeno puro

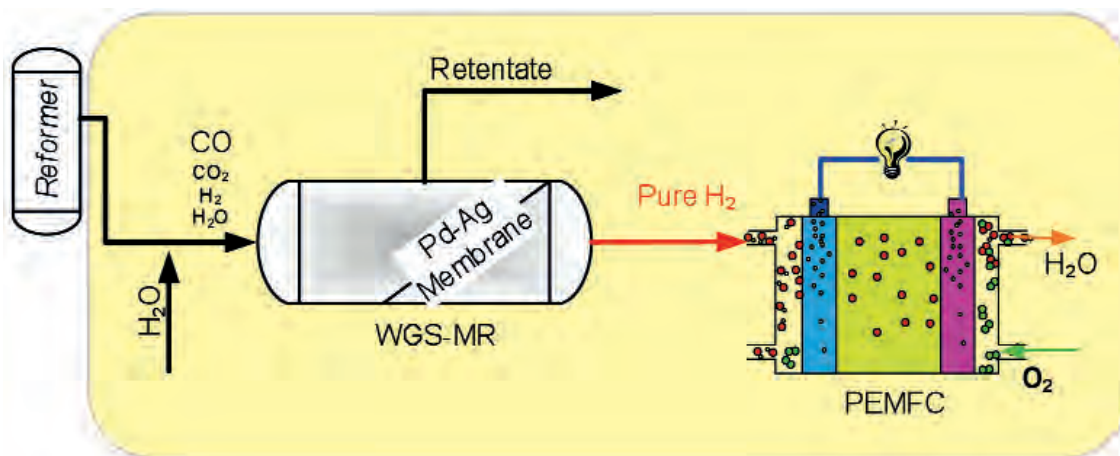
84

L'impiego dell'idrogeno come vettore energetico in tecnologie pulite e innovative, quali le celle a combustibile ad elettrolita polimerico per la produzione centralizzata di energia elettrica e per *fuel processors on-board* (sistemi di trasporto), riveste grande attenzione. Uno dei vincoli nella progettazione di sistemi integrati per la produzione di idrogeno e successivo utilizzo in celle a combustibile è che la quantità di monossido di carbonio contenuta nella corrente di idrogeno non deve superare le 10 parti per milione, per evitare l'avvelenamento

degli elettrodi della cella. Lo stadio di *upgrading* in cui viene condotta la reazione di *water gas shift* è uno stadio inevitabile per la produzione e la purificazione dell'idrogeno da idrocarburi, attualmente maggior risorsa di idrogeno. In questo lavoro è stato sperimentalmente realizzato un impianto integrato che è parte di un *fuel processor* dove i reattori tradizionali di *water gas shift* sono stati sostituiti da un solo reattore a membrana a base di palladio-argento collegato ad una cella a combustibile ad elettrolita polimerico, ed è stata analizzata l'in-

fluenza delle condizioni di funzionamento del reattore sull'intero sistema. Il reattore a membrana ha consentito di ottenere conversioni 2-3 volte superiori a quelle della tecnologia tradizionale, nonché una corrente pura in idrogeno che non richiede ulteriori stadi di trattamento. La cella collegata al sistema integrato ha mostrato prestazioni stabili e del tutto comparabili a quelle di una cella a combustibile alimentata direttamente con idrogeno da serbatoio, con un'efficienza del sistema attestata attorno all'80%. L'esperimento ha confermato che tali sistemi risultano essere una valida alternativa a quelli tradizionali, e una valida soluzione per i sistemi di produzione di energia pulita in stazionario e per i *fuel processor on-board*.

Brunetti A., Barbieri G., Drioli E. "Integrated membrane system for pure hydrogen production: a Pd-Ag Membrane Reactor and a PEMFC", *Fuel Processing Technology*, 92 (2010), 166-174.



Schema dell'impianto integrato.

MATERIALI

Verso le applicazioni del grafene nel campo della nanoelettronica

Il grafene, un singolo strato di grafite, ha recentemente attirato una grande attenzione grazie alle sue straordinarie proprietà elettroniche e strutturali, e per via della sua possibile applicazione nel settore emergente dei dispositivi elettronici basati sul grafene.

I portatori di carica nel grafene si comportano come fermioni di Dirac, cioè come particelle relativistiche prive di massa. Il grafene mostra quindi un trasporto di carica di tipo balistico, fatto che lo rende un materiale ideale per la fabbricazione di circuiti.

Tuttavia, a differenza dei materiali semiconduttori, è un materiale privo di una gap energetica al livello di Fermi, requisito essenziale per il controllo della conducibilità elettrica.

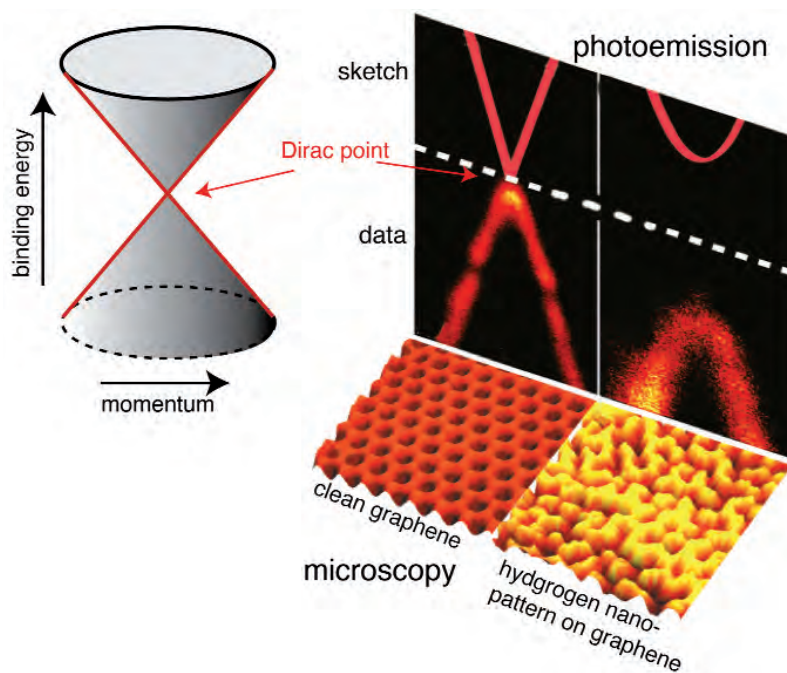
I calcoli teorici prevedono invece che si possa creare una gap sfruttando le modulazioni periodiche del reticolo grafene, ma l'evidenza sperimentale fino ad ora è mancata. Il nostro lavoro dimostra che l'apertura della gap può essere indotta se l'idrogeno atomico è assorbito sul reticolo di atomi di carbonio del grafene cresciuto su

di una superficie di un cristallo singolo di Iridio (111).

Questi risultati sono stati ottenuti ricavando informazioni sia sulla struttura elettronica, utilizzando tecniche di spettroscopia elettronica risolta in angolo con radiazione di sincrotrone, sia sulla morfologia, facendo uso della microscopia a scansione ad effetto tunnel, ed in combinazione con calcoli teorici ab initio.

Richard Balog, Bjarke Jørgensen, Louis Nilsson, Mie Andersen, Emile Rienks, Marco Bianchi, Mattia Fanetti, Erik Lægsgaard, Alessandro Baraldi, Flemming Besenbacher, Silvano Lizzit, Zeljko Sljivancanin, Bjørk Hammer, Thomas G. Petersen, Philip Hofmann and Liv Hornekær. "Bandgap opening in graphene induced by patterned hydrogen adsorption", *Nature Materials* 9, (2010) pp. 315.

85



Sinistra: Schema della struttura a bande del graphene priva di gap energetica.

Destra: Struttura elettronica e geometrica del grafene pulito e ricoperto da idrogeno.

MATERIALI

Materiali ceramici ad alta tenacità per applicazioni aerospaziali

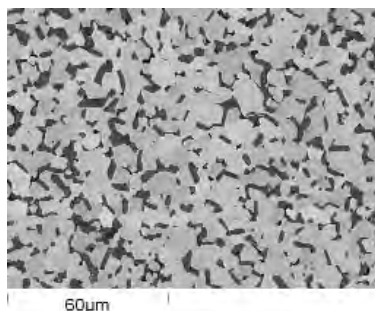
86

I materiali ceramici a base di boro di zirconio (ZrB_2) sono considerati molto promettenti per applicazioni nel settore aerospaziale, grazie a temperature di fusione superiori a $3000^\circ C$. La bassa tenacità a frattura rimane tuttavia uno dei fattori maggiormente limitanti per un loro utilizzo in condizioni di esercizio reali (ossia ambienti altamente corrosivi e temperature di $1500^\circ C$ o più alte). In questo lavoro, condotto presso ISTE-CNR di Faenza, ceramici compositi a base di ZrB_2 e carburo di silicio (SiC) sono stati ottenuti per sinterizzazione convenzionale, calibrando il ciclo termico in

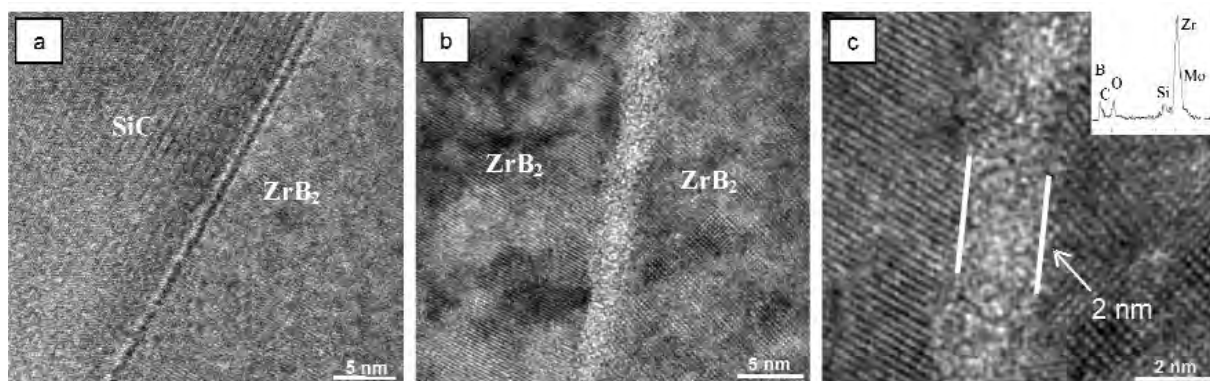
modo da ottenere l'accrescimento anisotropo del SiC da particelle a piattine. La presenza di elementi a base di SiC di forma allungata permette un considerevole aumento della tenacità alla frattura. Lo studio dimostra che cambiando l'additivo di sinterizzazione, variano significativamente le caratteristiche finali del materiale. L'aggiunta di nitrato di silicio (Si_3N_4) come aiuto sinterizzante genera grandi quantità di fase liquida durante lo stadio di consolidamento, con conseguente ingrossamento dei grani sia della matrice sia del SiC. Al contrario, l'aggiunta di siliciuro di molibdeno ($MoSi_2$) dà origine ad una microstruttura più fine con formazione localizzata

di liquido e un minor grado di allungamento dei grani di SiC. Queste differenze microstrutturali si riflettono nelle proprietà meccaniche: il materiale con $MoSi_2$ possiede infatti una tenacità e una resistenza meccanica alla flessione decisamente superiori al materiale con Si_3N_4 . Si ipotizza che queste interessanti differenze nelle proprietà di frattura derivino da fattori microstrutturali su scala nanometrica, ossia siano dovute alla diversa composizione chimica dei film sottili collocati a bordo grano lungo le interfacce ZrB_2/ZrB_2 o ZrB_2/SiC .

D. Sciti, L. Silvestroni, V. Medri, S. Guicciardi. "Pressureless sintered in situ toughened ZrB_2 -SiC platelets ceramics", *Journal of the European Ceramic Society*, 31 (2011) 2145-2153.



Micrografia SEM di una sezione lucidata del composito ZrB_2 -SiC in cui è evidente la crescita anisotropa del SiC.



Micrografia TEM che mostra una interfaccia ZrB_2/SiC nel composito con $MoSi_2$. In b) un film amorfo tra due grani di ZrB_2 . In c) la trasformata di Fourier della stessa immagine e spettro EDS corrispondente.

MATERIALI

Molteplici fasi vetrose in sistemi puramente repulsivi

La transizione vetrosa è diventata negli ultimi anni un argomento di grande interesse nell'ambito della materia soffice, ovvero una larga classe di sistemi, la cui caratteristica essenziale sono le dimensioni mesoscopiche. Trattasi infatti di particelle "colloidal" di almeno 1 nm o al massimo qualche micron, che solitamente si trovano disperse in un solvente.

Quando queste particelle sentono fra loro una forza attrattiva su distanze molto corte (che si ottiene ad esempio attraverso le cosiddette forze di "svuotamento"), è stato osservato in passato che esiste una transizione rientrante vetro-liquido-vetro. Ma cos'è un vetro? In generale si chiama così uno stato solido, dove le particelle riman-

gono intrappolate cinematicamente in maniera disordinata, mantenendo quindi l'aspetto di un liquido. Vetri diversi si ottengono in questi sistemi grazie alla competizione fra le interazioni attrattive e gli effetti di volume escluso.

In questo lavoro abbiamo mostrato che non è necessaria un'attrazione per formare fasi vetrose distinte. Infatti studiando un modello semplicissimo puramente repulsivo, un potenziale "a spalla quadrata", abbiamo osservato una nuova topologia degli stati arrestati: non solo esistono molteplici fasi vetrose, ma anche due linee di transizione vetro-vetro, ognuna delle quali termina in un punto singolare.

Inoltre uno dei due vetri si ottiene solo a partire dall'altro vetro, uno

scenario che non si conosceva nei sistemi attrattivi, dove ogni vetro era direttamente collegato alla fase liquida.

Cambiando la larghezza della spalla nel potenziale, questa transizione vetro-vetro, disconnessa dal liquido, si ricongiunge alla transizione liquido-vetro, dando origine a due fenomeni rientranti: infatti, sia raffreddando che comprimendo il sistema, esso ritorna liquido, e manifesta anche un massimo di diffusività come si osserva nell'acqua.

Questi risultati quindi dovrebbero essere rilevanti per particelle colloidali soffici, come idrogel e vescicole, ma anche per vetri metallici come cerio e cesio, sistemi granulari e micelle.

Matthias Sperl, Emanuela Zaccarelli, Francesco Sciortino, Pradeep Kumar, H. Eugene Stanley. "Disconnected Glass-Glass Transitions and Diffusion Anomalies in a Model with Two Repulsive Length Scales", *Phys. Rev. Lett.* 104, 145701 (2010).

87

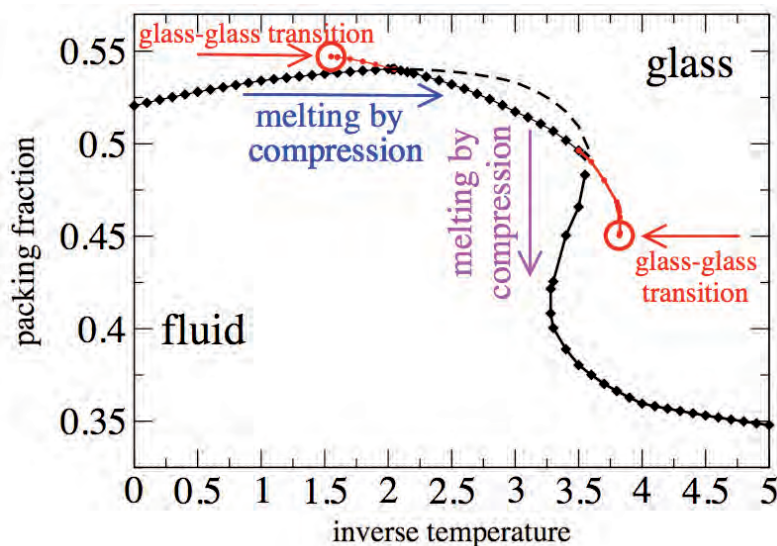


Diagramma di fase di un potenziale a spalla quadrata, che mostra rientranze nella fase liquida sia per compressione che raffreddamento, e due distinte fasi vetrose.

NUOVI MATERIALI

Nanomagneti per memorie ad alta densità

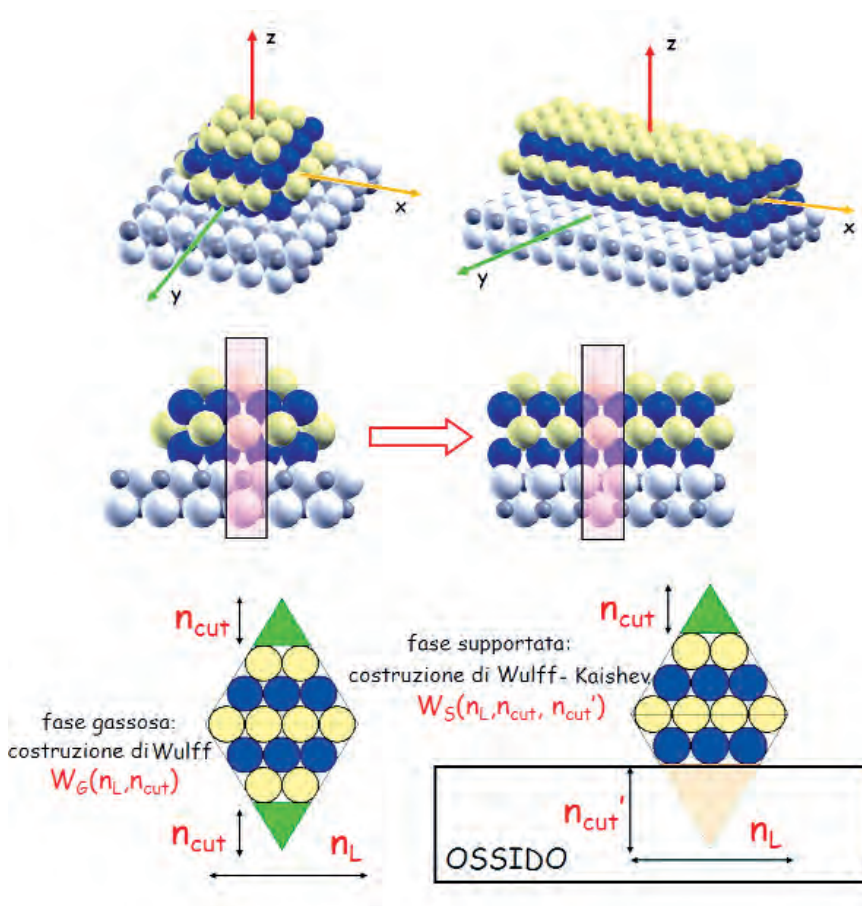
Nella ricerca del limite ultimo di miniaturizzazione delle unità di memoria nei sistemi informatici, la cosiddetta ‘nanospintronica’ rappresenta una possibilità affascinante. Per nanospintronica si intende quel settore della ricerca scientifica e tecnologica in cui si realizza un’elettronica non basata sul trasporto di cariche ma sulle proprietà magnetiche (il cosiddetto ‘spin’ del sistema) in dispositivi in cui le singole componenti abbiano

dimensioni fra 1 e 100 nanometri. Nanostrutture magnetiche dotate di spin possono funzionare in linea di principio come unità (‘bit’) di memoria per realizzare dispositivi con altissima densità di informazione come richiesto dal progresso dell’hardware informatico. Due vincoli hanno finora impedito il pieno sviluppo di questo campo: gli spin delle nanostrutture devono essere orientati perpendicolarmente alla superficie del supporto e la loro orientazione deve essere stabile a temperatura ambiente (la cosiddetta “energia di anisotropia magnetica”, la barriera energetica alla riorientazione dello spin, deve essere maggiore dell’energia termica). Il lavoro, a cura di ricercatori dell’Ipcf-Cnr, mostra come particelle di dimensioni nanometriche di una lega cobalto/platino depo-

sitate su un supporto di ossido di magnesio soddisfino pienamente ad uno dei due requisiti, cioè che la magnetizzazione delle nanoparticelle sia perpendicolare al supporto. Tuttavia, in tali particelle l’energia di riorientazione dello spin è inferiore a quella osservata in cristalli macroscopici a causa dell’interazione col supporto, e questo rende problematico il loro utilizzo pratico. Lo studio chiarisce e razionalizza i fattori alla base di tale comportamento, fornendo un quadro generale per la ricerca e la progettazione di futuri dispositivi nanospintronici.

G. Barcaro, L. Sementa, F. R. Negreiros, R. Ferrando, A. Fortunelli. “Interface effects on the magnetism of Co-Pt supported nanostructures”, *NanoLetters*, 11 (2011), pp. 5542-5547.

88



Modelli di nanostrutture su supporto di ossido: nanoparticelle e nanofili. Si mostra come costruire strutture con geometrie cubiche a facce centrate (fcc) depositate su un supporto a simmetria quadrata e quali siano i parametri di tale costruzione.

MATERIALI

Simulazioni di difetti nei semi-conduttori e isolanti

Lo studio dei difetti nei semi-conduttori ed isolanti è una delle più vecchie e più produttive branche della scienza dei materiali. Sin dai primi anni '30 è risultato chiaro che il controllo dei difetti apre la strada per realizzare buoni manufatti elettronici. Con la nascita della tecnologia legata ai Field Effect Transistors, MOSFET, a base di silicio, il diossido di silicio (SiO_2) è diventato il prototipo per i *gate oxide*. Nella vasta varietà di difetti presenti nel SiO_2 , i difetti legati all'ossigeno giocano il ruolo

principale in gran parte dei processi di degradazione che coinvolgono la funzionalità dei componenti elettronici. Malgrado gli sforzi riposti nella ricerca, rimangono ancora importanti lacune nella comprensione globale dell'auto-diffusione dell'ossigeno. In questo lavoro, i meccanismi di migrazione dell'ossigeno vengono chiariti grazie all'expertise collaudata del gruppo del CNR-IOM DEMO-CRITOS, che sviluppa e implementa i metodi teorici avanzati di simulazione numerica, in si-

nergia con la ricerca che fa capo al CNR-NANO S₃ e al CEA (Francia). È stato dimostrato che, in condizioni ambientali sperimentali, le approssimazioni teoriche tradizionali prevedono una diffusione dell'ossigeno mediata dagli atomi interstiziali carichi negativamente, in forte disaccordo con i dati sperimentali. Una descrizione precisa della cinetica dell'ossigeno può solo essere ottenuta se il costo energetico della cattura di carica include effetti *many-body*.

L. Martin-Samos, G. Roma, P. Rinke and Y. Limoge. "Charged oxygen defects in SiO_2 : going beyond Local and Semilocal Approximations to Density Functional Theory", *Physical Review Letters* 104 (2010) 075502.

TECNOLOGIA

La porta della luce

Si chiama Cnot ed è il 'cuore' dell'informazione quantistica, la porta logica del computer del futuro che per funzionare userà i fotoni, cioè la luce invece degli elettroni. A realizzarla una collaborazione fra Istituto di Fotonica e Nanotecnologie del Cnr (Roberto Osellame), Università Sapienza di Roma e Politecnico di Milano. La scoperta è stata presentata su *Nature Communications*.

Il dispositivo, di cui è stato depositato il brevetto, è costituito da un chip di vetro delle dimensioni di un paio di centimetri sul quale viene 'scritto' un circuito integrato che guida la luce, rendendo possibile il passaggio dei quanti di informazione quantistica (qu-bit). La fabbricazione della porta logica nel vetro è stata realizzata utilizzando impulsi laser di brevissima durata (circa 100 milionesimi di miliardesimi di secondo) come 'penna ottica' per scrivere direttamente nel chip i circuiti ottici necessari per l'elaborazione dei Qubit.

Grazie a questo componente miniaturizzato, i futuri computer quantistici saranno in grado di effettuare con grande velocità di calcolo operazioni di complessità inaccessibile ai computer classici.

MATERIALI

Misura del rilassamento strutturale all'interfaccia ossido-metallo

La conoscenza delle posizioni atomiche alle interfacce tra ossidi e metalli è un prerequisito per la progettazione di film ultra-sottili di ossidi. La determinazione della geometria delle interfacce è infatti un punto chiave per l'impiego dei film come strati protettivi e per tarare le proprietà elettroniche di cluster metallici supportati, un fattore determinante per l'ingegnerizzazione di nuovi catalizzatori. La rottura della periodicità di bulk spesso comporta un importante riarrangiamento strutturale confinato entro pochi Ångström dall'interfaccia, molto difficile da caratterizzare. A causa delle differenze tra i parametri reticolari, le alterazioni strutturali si estendono con periodicità laterali di alcuni nanometri, limitando l'applicabilità di tecniche diffrattive

basate sull'ordine a lungo raggio a causa delle dimensioni delle celle unitarie. La possibilità di distinguere specie chimiche non equivalenti mediante misure di spettroscopia fotoelettronica a raggi X ci ha permesso di scoprire una sostanziale modifica strutturale nel film ultra-sottile di allumina cresciuto epitassialmente sul Ni_3Al (111).

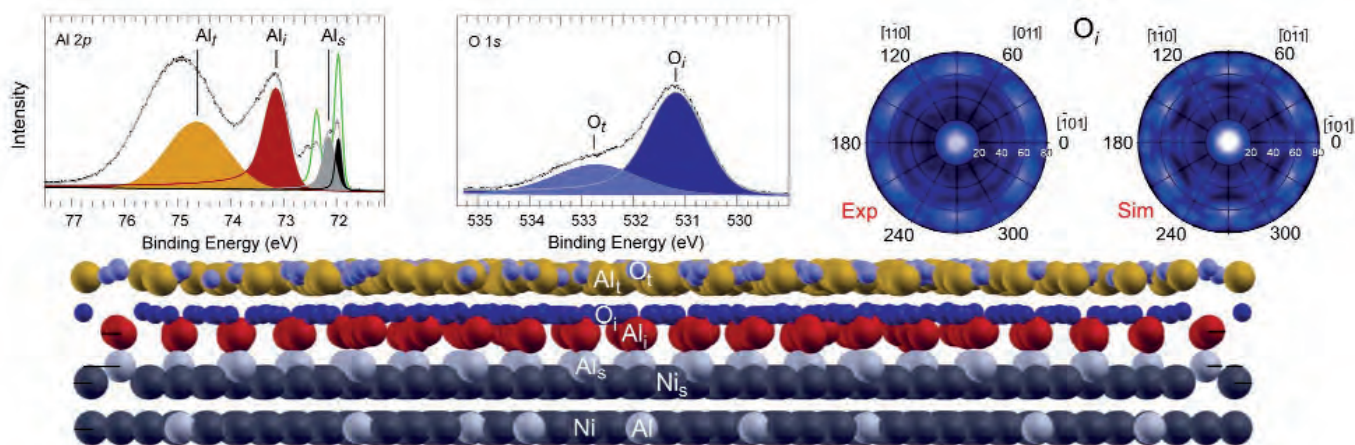
Per determinarne la struttura abbiamo confrontato le funzioni di modulazione sperimentali ottenute con la diffrazione di fotoelettroni per specie di Al ed O non equivalenti con simulazioni teoriche ottenute in regime di scattering multiplo. Il risultato sorprendente di questo studio è l'espulsione degli atomi di Al del primo strato della lega verso il film di ossido: gli atomi indicati

come Al_s sporgono con un rilassamento della distanza tra primo e secondo strato del 35%.

I nostri risultati evidenziano la formazione di uno strato metallico intermedio di Al proprio all'interfaccia metallo-ossido. La formazione di questa nuova struttura è cruciale per la spiegazione di molte proprietà dei film di ossido di alluminio.

E. Vesselli, A. Baraldi, S. Lizzit, G. Comelli. "Large Interlayer Relaxation at the Metal-Oxide Interface: the case of a Supported Alumina Ultrathin Film", *Physical Review Letters* 105 (2010), 046102.

Spettri dei livelli di core Al2p e O1s, figure di diffrazione dell'O1s simulate e misurate e modello strutturale del film ultra-sottile di allumina rilassato.



NUOVI MATERIALI

Nuove molecole e materiali dall'interazione di atomi di fosforo e metalli

Il fosforo è un elemento chimico onnipresente in natura, e compare in moltissime tipologie di composti: è, per esempio, componente fondamentale dei fertilizzanti, così come di ogni organismo vivente. Composti del fosforo sono prodotti in grande quantità in tutto il mondo per produrre farmaci, antiparassitari, additivi alimentari, materie plastiche e acciai speciali, lubrificanti e ritardanti di fiamma, solo per citare alcune tra le tante applicazioni. L'attuale tecnologia

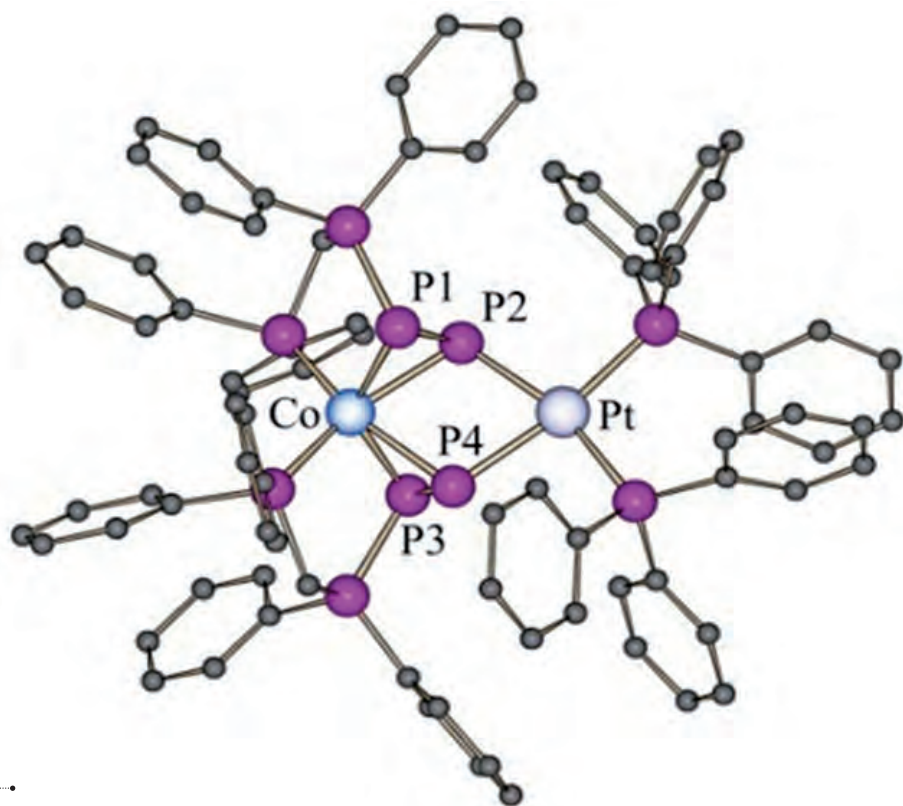
per la loro produzione è ancora basata sulla reazione di P_4 (fosforo bianco) con cloro gassoso. Questo processo ha un elevato impatto ambientale, la qual cosa rende l'attivazione diretta e la funzionalizzazione della molecola del P_4 in condizioni blande evitando l'uso di reagenti tossici altamente auspicabile.

Molti metalli di transizione possono attivare P_4 tramite coordinazione della molecola intatta o scissione di uno o più legami P-P formando

una grande varietà di unità polifosforiche P_n ($n = 1-24$). L'obiettivo ideale è quello di trasferire i frammenti P_n cataliticamente dal metallo ad un substrato organico per dare nuovi derivati organofosforici. Una sintesi esauriente dell'affascinante lavoro svolto negli ultimi 40 anni sull'attivazione del P_4 mediata da metalli di seconda transizione è il soggetto del nostro lavoro. Tra i molti risultati in questo settore, recentemente ricercatori CNR ICOM hanno dimostrato che effetti cooperativi tra due ioni metallici possono promuovere la funzionalizzazione e attivazione del P_4 . La figura mostra la struttura allo stato solido da diffrazione a raggi X di un complesso cationico bimetallico Co/Pt recante il nuovo legante catena-fosfonio (+) difosfenuro (-) ottenuto per attivazione del P_4 e che può essere utilizzato come base per composti organofosforici e materiali a base di fosforo.

91

M. Caporali, L. Gonsalvi, A. Rossin, M. Peruzzini. "P-4 Activation by Late-Transition Metal Complexes", *Chem. Rev.* 110 (2010), pp. 4178-4236.



Struttura cristallina da diffrazione di raggi X del complesso cationico bimetallico $[Co(\mu, \eta^{1:2:1}-P=P-PPh_2CH_2PPh_2)_2\{Pt(PPh_3)_2\}]^+$.

SCIENZA DEI MATERIALI

Nuove proprietà elettroniche del grafene

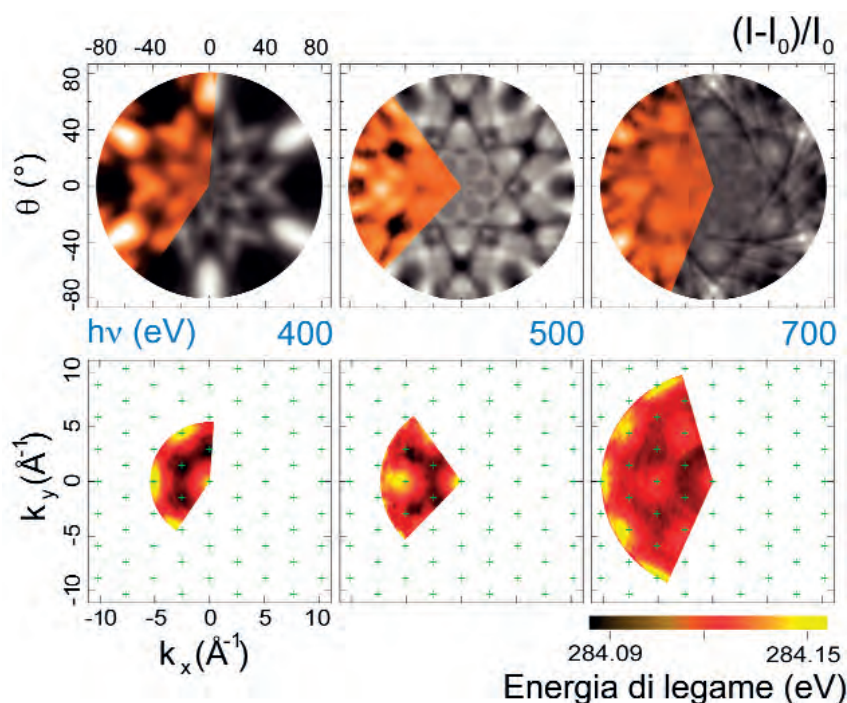
I risultati sperimentali di questo lavoro, svolto nell'ambito di una collaborazione internazionale che ha visto impegnati anche gli Istituti ISC e IOM del CNR, dimostrano per la prima volta l'esistenza della dispersione dei livelli di core (i livelli energetici corrispondenti agli elettroni più legati al nucleo atomico). Gli elettroni profondi normalmente non mostrano la dispersione tipica della struttura a bande in quanto la loro energia di legame è ben definita, non partecipando questi alla formazione dei legami poiché le loro funzioni d'onda sono localizzate sui rispet-

tivi nuclei. Al contrario è proprio dalla sovrapposizione delle funzioni d'onda degli elettroni di valenza (cioè gli elettroni che un atomo impegna nella formazione dei legami con altri atomi) che si formano orbitali molecolari estesi oppure stati di Bloch con dispersione delle bande, all'origine del legame chimico nelle molecole e nei solidi. La nostra indagine ha evidenziato la formazione di bande e la dispersione nel livello $1s$ degli atomi di carbonio che formano il grafene cresciuto sulla superficie (111) dell'Iridio. L'analisi degli spettri del livello $1s$ del carbonio ha permesso di evidenziare innanzitutto una forte modulazione dell'intensità spettrale in funzione degli angoli di emissione, causata da effetti di diffrazione dei fotoelettroni, andamento riprodotto dalle simulazioni teoriche. Parallelamente è stata riscontrata anche l'inusuale modulazione dell'energia di legame che mostra

una periodicità legata alla simmetria del reticolo di grafene. Tuttavia questa modulazione dell'energia di legame in funzione della componente parallela alla superficie del vettore d'onda non presenta la stessa periodicità del reticolo reciproco.

Il meccanismo che spiega l'osservazione sperimentale è la formazione di bande leganti ed anti-leganti tra gli stati elettronici $1s$ dei due atomi di carbonio della cella unitaria del grafene. La particolare periodicità della modulazione, causata da un peculiare effetto di interferenza, rende alternativamente visibili le bande leganti e quelle antileganti.

S. Lizzit, G. Zampieri, L. Petaccia, R. Larciprete, P. Lacovig, E. D.L. Rienks, G. Bihlmayer, A. Baraldi and Ph. Hofmann. "Band dispersion in the deep $1s$ core level of graphene", *Nature Physics* 6 (2010), pp. 345-349.

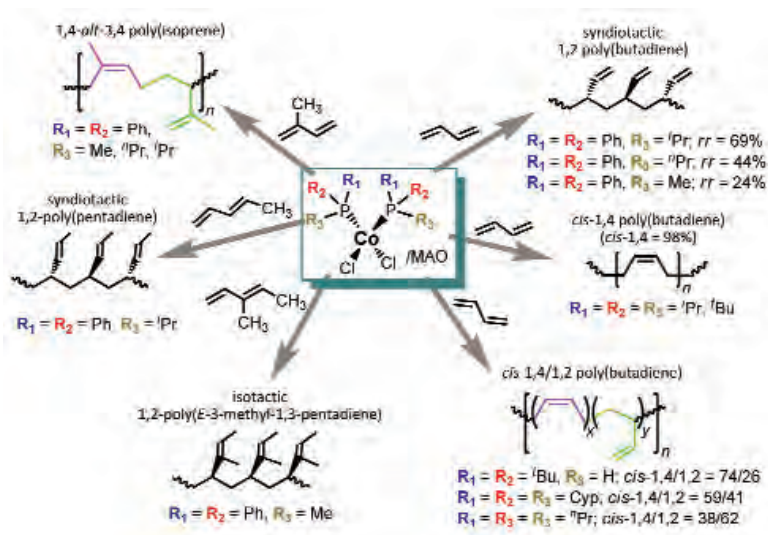


In alto. Proiezione stereografica della modulazione dell'intensità di fotoemissione del livello $1s$ del carbonio del grafene in funzione degli angoli di emissione (esperimento a colori, simulazioni in scala di grigio). In basso. Modulazione dell'energia di legame in funzione della componente parallela del vettore d'onda.

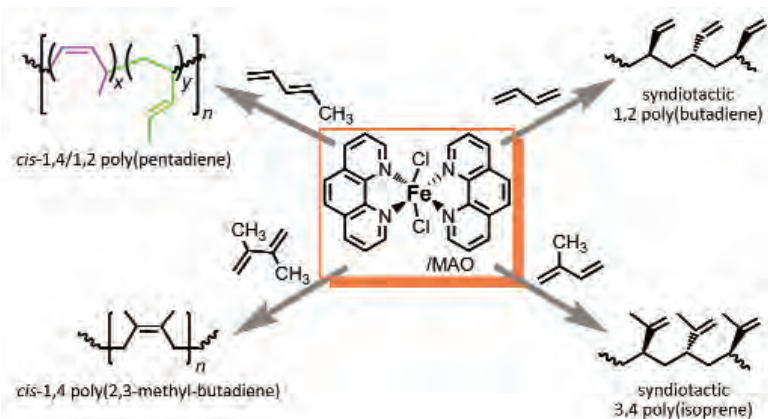
MATERIALI POLIMERICI

Polibutadieni e poliisopreni per la fabbricazione di pneumatici

Proprietà ed applicazioni di polibutadieni e poliisopreni dipendono fortemente dalla loro struttura polimerica. Questi polimeri possono infatti presentare diverse microstrutture: *cis*-1,4; *trans*-1,4; 1,2; 3,4. Inoltre, i polimeri a struttura 1,2 e 3,4 possono, a loro volta, essere isotattici o sindiotattici. Naturalmente, accanto a questi polimeri stereoregolari, si possono anche ottenere polimeri a struttura mista (e.g., *cis*-1,4/1,2). Il polibutadiene ed il poliisoprene a struttura *cis*-1,4 sono tipici elastomeri e sono utilizzati principalmente per la fabbricazione di pneumatici; il polibutadiene 1,2 sindiotattico ed il poliisoprene 3,4 sindiotattico sono invece polimeri cristallini, e sono utilizzati essenzialmente per la produzione di suole per le scarpe (l'Italia rappresenta il principale consumatore di tali polimeri). La polimerizzazione stereospecifica con catalizzatori ottenuti per combinazione di composti di metalli di transizione o di lantanidi con alluminio-alchili (catalizzatori *Ziegler-Natta*) rappresenta il metodo migliore per la preparazione dei polimeri sopra citati. La pubblicazione in questione riporta la scoperta di nuovi catalizzatori a base di complessi di metalli di transizione con leganti amminici o fosfinici, estremamente attivi e stereospecifici, in grado di fornire polimeri a microstruttura controllata da butadiene ed isoprene. Per esempio, i catalizzatori ottenuti per combinazione di complessi fosfinici di



Polidieni da catalizzatori a base di complessi fosfinici di cobalto: influenza delle strutture del catalizzatore e del monomero sulla chemo- e stereoselettività di polimerizzazione.

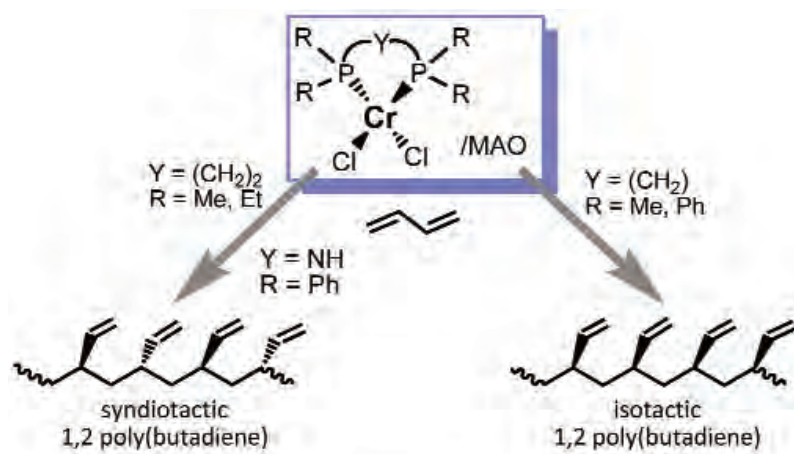


Polimeri dieni da catalizzatori a base di complessi ferrocenici di ferro: influenza della struttura del monomero sulla chemo- e stereoselettività di polimerizzazione.

cobalto con metilalluminossano possono dare dal butadiene polimeri a differente struttura semplicemente variando il tipo di fosfina coordinata all'atomo di cobalto. Tali risultati rivestono una certa importanza dal punto di vista industriale dal momento che i polimeri del butadiene e dell'isoprene sono prodotti di interesse commer-

ciale. In aggiunta, i catalizzatori di polimerizzazione descritti nella pubblicazione sono anche in grado di polimerizzare vari tipi di butadieni sostituiti, fornendo polimeri a diversa struttura dai differenti monomeri. I risultati ottenuti si sono dimostrati estremamente interessanti dal punto di vista scientifico, in quanto hanno permesso

di ampliare le conoscenze sul meccanismo di polimerizzazione dei dieni coniugati, specificatamente per ciò che concerne alcuni aspetti particolari quali l'influenza delle strutture del catalizzatore e del monomero sulla chemoselettività (*i.e.*, formazione di polimeri 1,4 vs. 1,2) e la stereoselettività (*i.e.*, formazione di polimeri sindiotattici vs. isotattici) di polimerizzazione.



G. Ricci, A. Sommazzi, F. Masi, M. Ricci, A. Boglia, G. Leone. "Well Defined Transition Metal Complexes with Phosphorus and Nitrogen Ligands for 1,3-Dienes Polymerization", *Coord. Chem. Rev.* 254 (2010), pp. 661-676.

Polibutadieni da catalizzatori a base di complessi fosfinici di cromo: influenza della struttura del catalizzatore sulla stereoselettività di polimerizzazione.

COLLOIDI

Scoperta del gel di equilibrio in sistemi colloidali

Lo studio dei sistemi colloidali, o della cosiddetta materia soffice, sta prendendo sempre più piede nell'ambito della fisica dei tempi moderni. Questo per un duplice motivo, sia perché lo studio dell'organizzazione strutturale di questo tipo di materia, con la formazione di stati solidi particolari tipo gel e glass, è molto intrigante e sia perché nella vita quotidiana siamo circondati da questo tipo di materia con caratteristiche intermedie tra quelle di un liquido

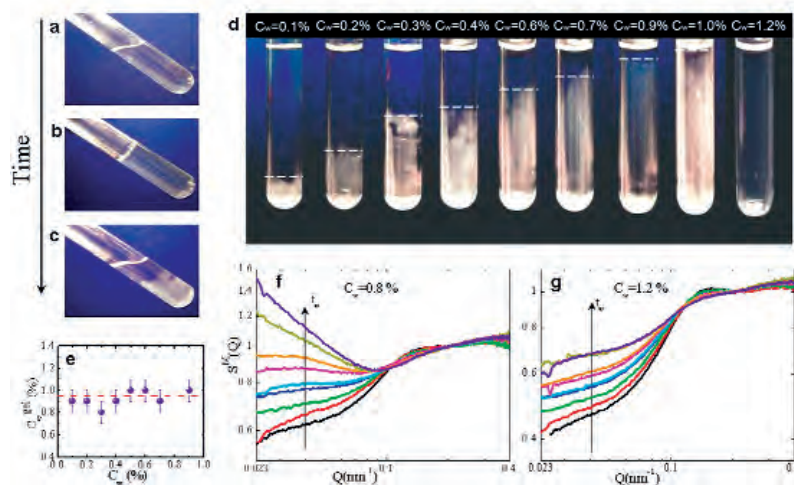


Figura 1. Comportamento sperimentale di sospensioni colloidali di Laponite a bassa concentrazione. Fotografie dell'evoluzione temporale di un campione modello (a-c). Fotografia dei campioni a varie concentrazioni con evidenza di separazione di fase (d). Concentrazione della fase densa in funzione della concentrazione (e). Evoluzione del fattore di struttura statico sperimentale dentro (f) e fuori (g) la regione di separazione di fase.

e di un solido. Esempi di sistemi colloidali sono il fumo, le gelatine, la maionese, gli inchiostri, ecc. Tuttavia, nonostante tutti gli studi degli ultimi anni c'è ancora molto da comprendere circa il comportamento su scala microscopica di questi materiali soffici.

La ricerca riportata in questo articolo presenta la prima evidenza sperimentale dell'esistenza, in una soluzione di argilla colloidale, di gel estremamente stabili (cosiddetti gel di equilibrio), mai osservati precedentemente. Normalmente le sospensioni colloidali separano

in due fasi e la fase densa si arresta formando un gel instabile. Il presente studio mostra l'esistenza di una fase liquida che, contrariamente allo standard, è molto rarefatta e che è stata definita di liquido vuoto in quanto le particelle colloidali occupano solo una piccola frazione dello spazio disponibile. Sotto opportune condizioni questi "liquidi vuoti" diventano ancora più interessanti dal punto di vista delle possibili applicazioni, in quanto le particelle si arrestano (ovvero si bloccano) in uno stato di gel a densità arbitrariamente bassa. Questo gel è stabile perché, contrariamente ai gel fino ad ora conosciuti, viene ottenuto in assenza di separazione di fase che è invece osservata a densità colloidali ancora più basse. Il confronto tra i risultati sperimentali (mostrati in figura 1) ed i risultati teorici (mostrati in figura 2) ha inoltre permesso una compressione approfondita del diagramma di fase di questo interessante sistema colloidale che mostra una grande varietà di stati arrestati (figura 3).

In conclusione, questo studio dimostra che sfruttando l'anisotropia delle particelle, una proprietà intrinseca e fondamentale di molti sistemi, dalle argille colloidali ai sistemi biologici come l'acqua e le proteine, si possono creare nuovi materiali, disordinati ma solidi, con caratteristiche di estrema leggerezza, eccezionale stabilità temporale e con grandi implicazioni di tipo tecnologico.

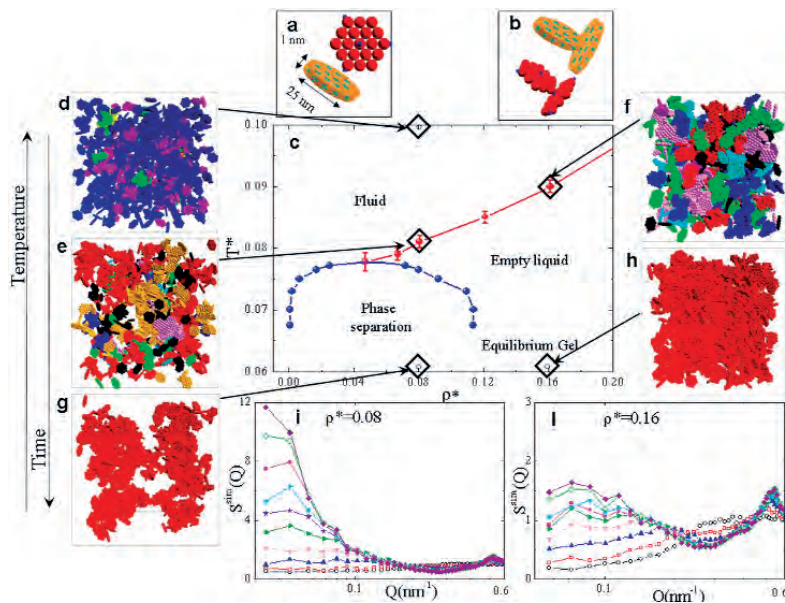


Figura 2. Comportamento numerico di sospensioni colloidali di Laponite a bassa concentrazione. Schematizzazione di dischetti di Laponite (a,b). Diagramma di fase numerico (c). Immagini 3D di simulazioni Monte Carlo in punti di stati differenti (d-h). Evoluzione del fattore di struttura statico numerico dentro (i) e fuori (j) la regione di separazione di fase.

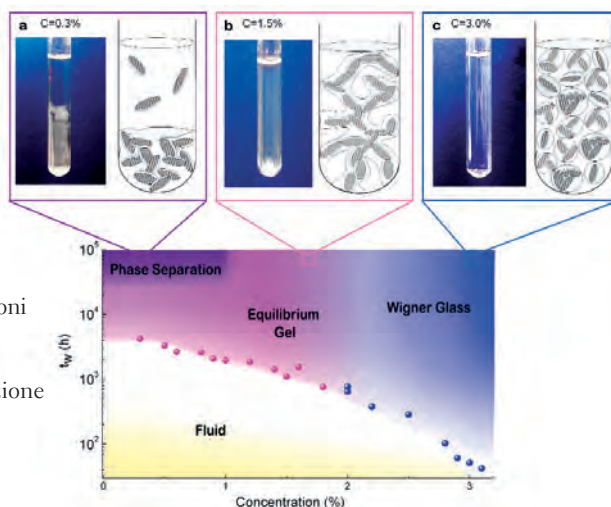
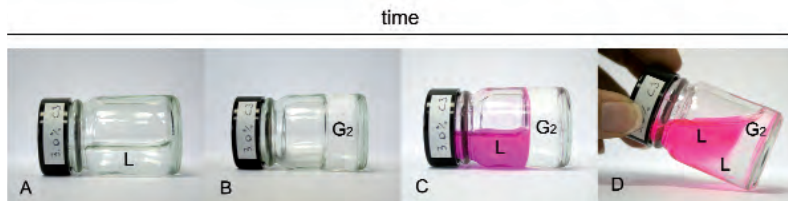


Figura 3. Diagramma di fase di sospensioni di Laponite nel piano tempo-concentrazione ottenuto dalla combinazione dei risultati sperimentali e numerici.

Barbara Ruzicka, Emanuela Zaccarelli, Laura Zulian, Roberta Angelini, Michael Sztucki, Abdellatif Moussaïd, Theyencheri Narayanan & Francesco Sciortino. "Observation of empty liquids and equilibrium gels in a colloidal clay", *Nature Materials*, 10 (2011), pp. 56-60.

COLLOIDI

Stati arrestati in sistemi colloidali



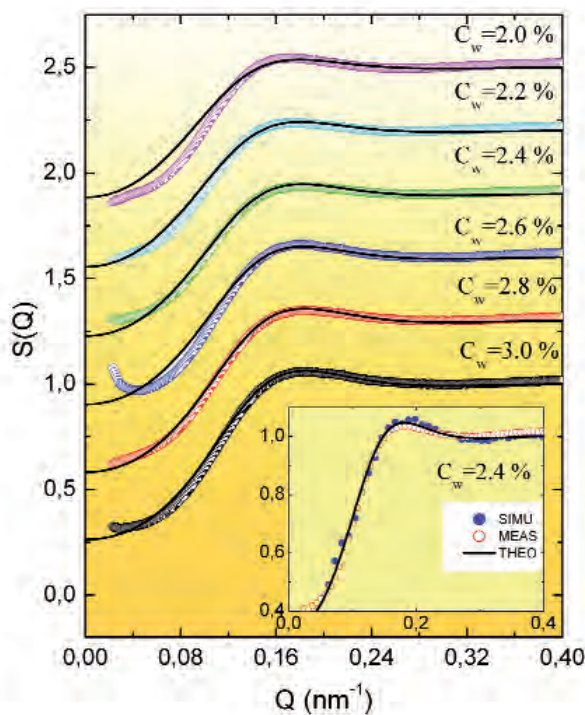
Negli ultimi anni un'intensa attività di ricerca nel campo della materia soffice ha riguardato lo studio della dinamica complessa dei sistemi colloidali che li porta a rallentare il loro moto (*aging*) fino ad arrestarsi in stati di gel e di vetro, identificati rispettivamente per basse ed alte concentrazioni colloidali. Le argille colloidali sono sistemi adatti per lo studio della formazione di stati arrestati multipli. Tra queste la Laponite, un'argilla sintetica ampiamente usata per applicazioni tecnologiche, può essere conside-

rata un sistema prototipo. La Laponite, grazie all'anisotropia delle sue particelle, combinata alla presenza di termini attrattivi e repulsivi nelle interazioni, mostra un fenomeno di *aging* molto interessante alla fine del quale si possono individuare almeno due stati arrestati, di gel e di vetro, ottenuti semplicemente aumentando la sua concentrazione. In questa ricerca riportiamo il confronto, nella regione ad alta concentrazione colloidale, tra l'andamento del fattore di struttura statico $S(Q)$ (che fornisce in-

dicazioni sull'arrangiamento strutturale delle particelle), misurato mediante diffusione dei raggi X a piccoli angoli, ed i risultati teorici e numerici. I dati sperimentali possono essere perfettamente descritti dalla $S(Q)$ teorica e sono anche in ottimo accordo con la $S(Q)$ numerica ottenuta da simulazioni Monte Carlo. Inoltre un semplice ma efficace esperimento di diluizione per campioni a bassa ed alta concentrazione permette di distinguere se le interazioni attrattive o repulsive sono dominanti nella formazione e stabilità della struttura arrestata.

L'uso combinato di esperimenti, teoria e simulazione ha permesso di identificare lo stato arrestato ad alta concentrazione come un vetro di Wigner, cioè un vetro stabilizzato dalla repulsione elettrostatica residua.

B. Ruzicka, L. Zulian, E. Zaccarelli, R. Angelini, M. Sztucki, A. Moussaïd, G. Ruocco. "Competing Interactions in Arrested States of Colloidal Clays", *Phys. Rev. Lett.*, 104 (2010), pp. 085701-085704.



Confronto tra la $S^M(Q)$ (simboli) misurata e la $S^{th}(Q)$ (linee) teorica per campioni ad alta concentrazione. Insetto: $S^M(Q)$ misurata, $S^{th}(Q)$ teorica e $S^n(Q)$ numerica.

Sopra: Fotografie dell'esperimento di diluizione. Il campione liquido (L) arresta in uno stato di vetro (G2) (b). Acqua colorata è aggiunta al sistema (c) che progressivamente fluidifica (d), (e).

FISICA MOLECOLARE

Dinamica elettronica ultraveloce in molecole

Mentre numerose reazioni chimiche richiedono un riarrangiamento degli atomi, che determina la rotura e la formazione di legami chimici, in una serie di importanti processi fisici la scala temporale in gioco è imposta dal moto degli elettroni, che può evolvere su una scala temporale molto più breve. Questo è quanto succede nei casi in cui il trasferimento di carica, cioè il movimento di un elettrone all'interno di una molecola, costituisce il passo cruciale. La biofisica offre vari esempi in cui i processi di trasferimento di carica svolgono un ruolo essenziale, come la fotosintesi e varie reazioni chimiche in peptidi e proteine. Un altro campo di ricerca emergente in cui il trasferimento di carica rappresenta un processo chiave è l'elettronica molecolare. Studi teorici hanno evidenziato che un efficiente trasferimento di carica può evolvere su scale temporali che vanno da pochi femtosecondi ($1 \text{ fs} = 10^{-15} \text{ s}$) fino a decine di attosecondi ($1 \text{ as} = 10^{-18} \text{ s}$).

In questo lavoro è stato dimostrato il primo esperimento di "pump-

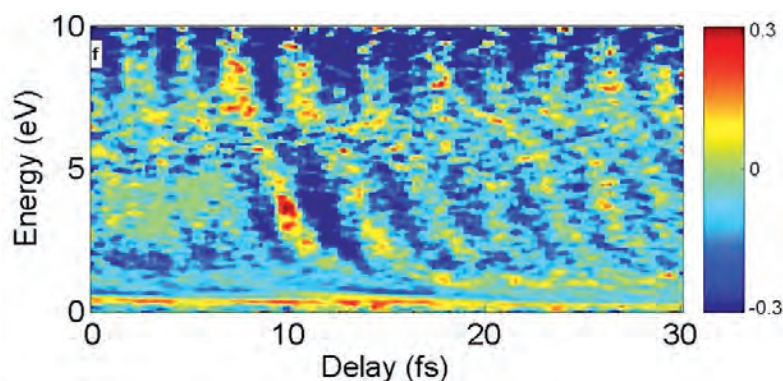
probe" ad attosecondi in molecole, con l'obiettivo di indagare il processo di migrazione di carica. In un esperimento di "pump-probe" un primo impulso di pompa (pump) eccita il campione in esame e avvia un processo di rilassamento rapido, che è sondato da un secondo impulso di sonda (probe). Impulsi di attosecondi isolati sono stati utilizzati per eccitare molecole di idrogeno (H_2) e deuterio (D_2). L'energia cinetica e le distribuzioni angolari degli ioni H^+ e D^+ prodotti sono stati misurati in funzione del ritardo temporale tra l'impulso di pompa, nella regione spettrale dell'XUV, e l'impulso di sonda, nell'infrarosso e con una durata inferiore a 6 fs. L'impulso di pompa ad attosecondi rimuove un elettrone dalla molecola e l'elettrone rimanente subisce un riarrangiamento. Successivamente, la molecola dissocia. L'esperimento ha permesso agli autori di esaminare come la carica dell'elettrone si distribuisce fra i due frammenti: dal momento che manca un elettrone, un frammento sarà neutro e l'altro avrà carica positiva. Misurando, in funzione del ritardo temporale tra gli impulsi di pompa e sonda, la distribuzione angolare del frammento carico è stato possibile seguire il processo di migrazione dell'elettrone che rimane sul frammento neutro. Utilizzando simulazioni

numeriche è stato dimostrato che l'elettrone che viene rimosso dalla molecola dall'impulso ad attosecondi gioca anche un ruolo importante nella dinamica successiva dello ione molecolare prodotto nel processo di eccitazione.

Questi risultati rappresentano il primo passo nella comprensione dei meccanismi fisici alla base dei processi elettronici in molecole. L'uso della tecnica di pump-probe con risoluzione temporale ad attosecondi può consentire lo sviluppo delle tecniche sperimentali necessarie per ottenere un controllo coerente del moto elettronico in sistemi complessi su una scala temporale puramente elettronica. L'indagine e il controllo delle dinamiche elettroniche ad attosecondi in bio-molecole possono aprire nuove prospettive nel campo della biofisica, dal momento che il processo di migrazione degli elettroni nelle molecole di grandi dimensioni è alla base di reazioni fondamentali in biologia.

G. Sansone, F. Kelkensberg, J.F. Perez-Torres, F. Morales, M.F. Kling, W. Siu, O. Ghafur, P. Johnsson, M. Swoboda, E. Benedetti, F. Ferrari, F. Lepine, J.L. Sanz-Vicario, S. Zherebtsov, I. Znakovskaya, A. L'Huillier, M. Yu. Ivanov, M. Nisoli, F. Martin, M.J.J. Vrakking. "Electron localization following attosecond molecular photoionization", *Nature*, 465 (2010), pp. 763-766.

Parametro di asimmetria (scala di colori) per la formazione di ioni D^+ dopo l'eccitazione ad attosecondi in funzione del ritardo temporale fra l'impulso di pompa ad attosecondi e l'impulso sonda nell'infrarosso (l'asse verticale corrisponde all'energia cinetica degli ioni D^+).



Visualizzare gli orbitali molecolari con l'impiego di impulsi laser

98

Le molecole sono i microscopici costituenti del mondo che ci circonda; esse sono composte da un insieme di atomi che mettono in comune alcuni dei loro elettroni esterni, formando così dei legami chimici. Sono questi elettroni condivisi, disposti nello spazio secondo una conformazione detta *orbitale molecolare*, che determinano le proprietà fisiche e chimiche della molecola.

Pertanto acquisire un'immagine diretta dell'orbitale è un obiettivo fondamentale in molte branche della scienza, quali fisica, chimica e biologia. La maggior parte degli studi riguardanti il comportamento molecolare non è in grado di visualizzare direttamente questo orbitale, ma si limita a ricavare delle informazioni in modo indiretto. In una ricerca in collaborazione tra il Dipartimento di Fisica del

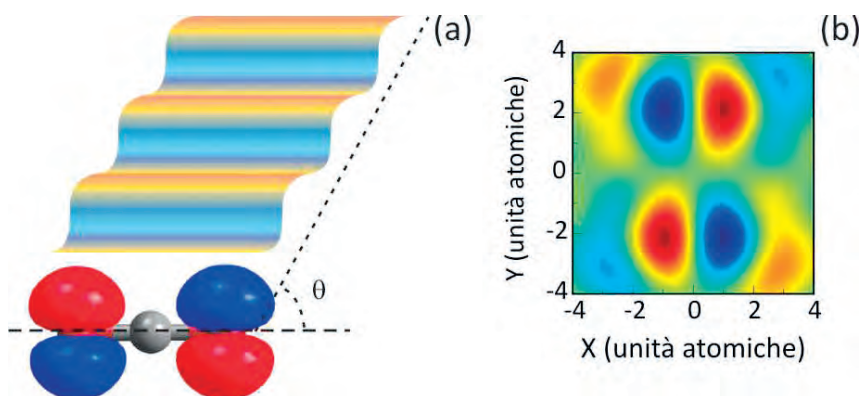
Politecnico di Milano e l'Istituto di Fotonica e Nanotecnologie del CNR è stata messa a punto una tecnica innovativa che consente di visualizzare direttamente l'orbitale di molecole complesse. Questa tecnica, detta *Molecular Orbital Tomography* (tomografia dell'orbitale molecolare), si basa sull'impiego di impulsi laser estremamente intensi e di durata assai breve, dell'ordine di decine di femtosecondi ($1 \text{ fs} = 10^{-15}$ secondi).

Il procedimento è simile alla TAC (Tomografia Assiale Computerizzata) impiegata in ambito medico, che si basa sull'acquisizione di molteplici radiografie del paziente prese a diversi angoli per ricostruire in 3 dimensioni la struttura del corpo. Analogamente, le differenti "immagini" necessarie per la ricostruzione dell'orbitale sono ottenute allineando nello spazio le

molecole con un primo impulso laser; un secondo impulso libera un elettrone della molecola, lo accelera e lo fa ricollidere con essa. Nella collisione si ottiene emissione di radiazione ultravioletta che porta con sé informazioni sulla forma dell'orbitale. Dall'acquisizione degli spettri ultravioletti per diversi orientamenti delle molecole è quindi possibile ricostruire la struttura completa dell'orbitale molecolare. La dimostrazione di principio è stata effettuata acquisendo, per la prima volta, un'immagine diretta dell'orbitale molecolare dell'anidride carbonica (CO_2).

La tecnica può essere impiegata per seguire in tempo reale il modo in cui l'orbitale molecolare cambia conformazione quando la molecola viene sollecitata; ciò sarebbe di notevole interesse per comprendere completamente il modo in cui le molecole interagiscono col mondo circostante, con ripercussioni notevoli sia in chimica che in biologia.

C. Vozzi, M. Negro, F. Calegari, G. Sansone, M. Nisoli, S. De Silvestri, S. Stagira. "Generalized molecular orbital tomography", *Nature Physics* 7 (2011) pp. 822-826.



(a) Schema dell'approccio tomografico: un campo laser orientato ad un angolo θ rispetto all'asse molecolare investe la molecola generando radiazione ultravioletta. L'insieme degli spettri ultravioletti acquisiti per angoli θ compresi tra 0 e 90 gradi viene poi utilizzato per la ricostruzione dell'orbitale.
(b) Proiezione bidimensionale dell'orbitale dell'anidride carbonica ricostruito mediante tomografia molecolare.

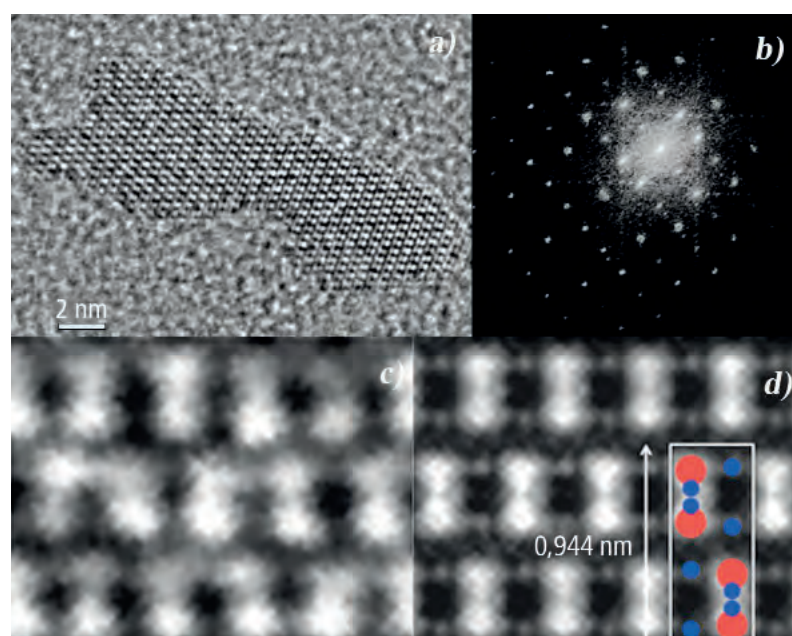
MICROSCOPIA

Osservare il mondo con occhi sub-atomici

La microscopia elettronica in trasmissione (TEM) ad alta risoluzione (HRTEM) ha rivoluzionato le nostre conoscenze sui materiali permettendoci di studiarne le proprietà strutturali su scala atomica. L'elevata risoluzione spaziale raggiungibile con un TEM dipende dalla piccola lunghezza d'onda " λ " degli elettroni usati per studiare i campioni (ad esempio, per elettroni con energia di 200kV, " λ " è 2.5 picometri, cioè 2.5 milionesimi di millimetro) tale lunghezza d'onda è direttamente legata al valore massimo di risoluzione teoricamente raggiungibile, denominato "limite di diffrazione". Nonostante i progressi tecnologici dei moderni TEM abbiano consentito di raggiungere risoluzioni del decimo di nm, il limite di diffrazione non è stato ancora raggiunto a causa delle aberrazioni e della dimen-

sione finita delle lenti. Nel 2010 un gruppo di ricercatori del CNR, dagli Istituti IC, IOM-TASC e NANO, ha dimostrato come migliorare la risoluzione di un esperimento HRTEM usando un nuovo approccio che permette di superare le limitazioni strumentali avvicinandosi al limite di diffrazione. L'idea di base è acquisire un'immagine convenzionale HRTEM dell'oggetto incognito ed allo stesso tempo il corrispondente spettro di diffrazione (n-ED), entrambi dalla stessa regione nanometrica del campione e con le stesse condizioni d'illuminazione. Nell'esperimento da loro realizzato le aberrazioni limitano la risoluzione dell'immagine a 0.19 nanometri mentre lo spettro di diffrazione contiene riflessi corrispondenti a distanze interplanari significativamente più piccole. La risoluzione dei dati contenuti nella diffrazione è quindi intrinsecamente più elevata rispetto all'immagine HRTEM. Come noto però, la diffrazione sperimentale non contiene la fase dell'onda dif-

fratta e quindi non può essere usata tal quale per ricostruire un'immagine del campione. Per risolvere questo problema i ricercatori del CNR hanno messo a punto un nuovo algoritmo che permette di ricostruire la fase persa nell'acquisizione dello spettro di diffrazione servendosi anche delle informazioni contenute nell'immagine HRTEM. Questo approccio è noto come imaging diffrattivo con elettroni (EDI). La figura mostra un'immagine EDI di un nanorod di TiO_2 a 70 picometri di risoluzione. L'incremento di risoluzione del metodo ha permesso di rivelare la presenza e la posizione anche degli atomi più leggeri nel reticolo misurando le piccole deformazioni della cella cristallina che sono responsabili delle proprietà peculiari del materiale quando è in forma di nano-aggregato. L'EDI apre la strada allo studio della materia con un dettaglio sinora irraggiungibile.



De Caro L., Carlino E., Caputo G., Cozzoli P.D., Giannini C. "Electron diffractive imaging of oxygen atoms in nanocrystals at sub-angstrom resolution", *Nat Nanotechnol.* (2010) May;5(5):360-5. Epub 2010 Apr 4.

a) immagine HRTEM di un nanorod di anatase TiO_2 in asse di zona [100]; b) combinazione della trasformata di Fourier (FFT) di a) e del pattern di nanodiffrazione n-ED del nanorod dopo la sottrazione del fondo dovuto al substrato di carbonio amorfo; c) immagine ingrandita del HRTEM in a); d) immagine EDI-retrieved, dove il rettangolo corrisponde al reticolo cristallino del TiO_2 lungo la direzione [100] (blue: atomi di O, rosso: atomi di Ti).

MICROSCOPIA

Microscopia a trasmissione elettronica per lo studio di ceramici ultra-refrattari

Con un punto di fusione superiore ai 3000°C, i carburi di afnio (HfC) e di tantalio (TaC) appartengono alla classe dei ceramici ultra-refrattari. Possiedono un'unica combinazione di proprietà fisico-chimiche ed ingegneristiche, di interesse per lo sviluppo di componenti per la propulsione e parti di veicoli spaziali. Il problema

principale nella produzione di questi ceramici riguarda la densificazione: richiede temperature maggiori di 2000°C e l'applicazione di pressione.

L'aggiunta di additivi di sinterizzazione, come il siliciuro di Tantalio (TaSi₂), permette di ridurre drasticamente le condizioni di processo con conseguente miglio-

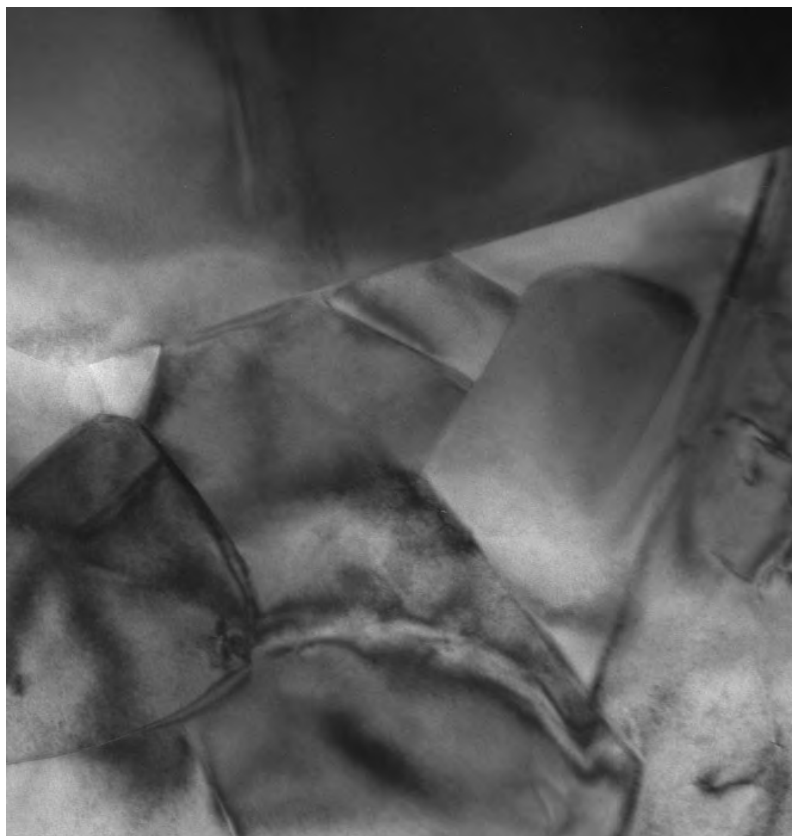
ramento della microstruttura e delle proprietà termo-meccaniche. D'altro canto, l'introduzione di questi additivi può avere una ricaduta negativa sulle proprietà a elevate temperature.

Lo scopo del lavoro condotto da ricercatori dell'Istec-Cnr di Faenza è studiare come l'aggiunta di TaSi₂ influenzi il processo di densificazione di HfC e TaC, ovvero come la microstruttura evolva in seguito alle reazioni che avvengono durante la sinterizzazione. Con la microscopia a trasmissione elettronica è possibile studiare i materiali a scala nanometrica ed è una tecnica eccezionale nel fornire informazioni su microstruttura e composizione ad altissima risoluzione spaziale. Per progettare ceramici con elevate prestazioni è necessario conoscere le strette relazioni tra processo-microstruttura-proprietà al fine di ottimizzare il materiale.

L'analisi ha permesso di stabilire che durante il trattamento termico di sinterizzazione, TaSi₂ forma una fase liquida che facilita il trasferimento di materia e si trasforma in fasi altamente refrattarie, del tipo Ta_xSi_y, grazie alle quali i materiali ottenuti possiedono un'ottima resistenza meccanica ad alta temperatura.

L. Silvestroni, D. Sciti. "Transmission electron microscopy on Hf- and Ta-carbides sintered with TaSi(2)", *J. Europ. Ceram. Soc.* 31 [15] (2011), pp. 3033-3043.

Esempio di un punto triplo contenente fasi del tipo Ta_xSi_y nel materiale a base di HfC.



SPETTROSCOPIA

La via ottica per la rivelazione del radiocarbonio

Da oltre trent'anni la spettrometria di massa con acceleratore (AMS) è la tecnica più efficiente per stabilire l'età dei reperti archeologici di origine organica (legno, carta, ossa, tessuti, ecc.) attraverso il metodo del radiocarbonio (^{14}C). Tali apparecchiature, costose e imponenti, sono però disponibili solo nei più grandi e attrezzati laboratori di fisica nucleare. Nell'analisi AMS, ciascun atomo di carbonio deve essere estratto dalla molecola di anidride carbonica che lo contiene e che viene prodotta con la combustione dei reperti. Poiché in natura solo una molecola su mille miliardi contiene ^{14}C invece del normale ^{12}C , è però necessaria

una grande sensibilità per misurarne la quantità.

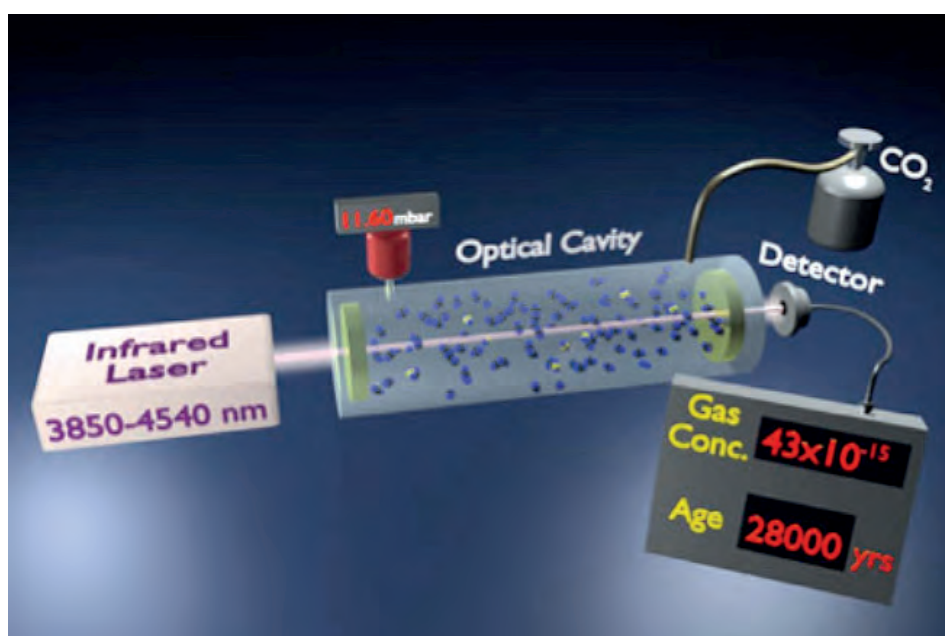
Un'alternativa vantaggiosa e pratica giunge dalla strumentazione messa a punto dall'Istituto Nazionale di Ottica di Firenze. Luce laser infrarossa, invisibile all'occhio umano ma assorbita con particolare facilità solo dalle molecole di $^{14}\text{CO}_2$, viene intrappolata in una cavità ottica formata da due specchi altamente riflettenti, attraversando il gas da analizzare migliaia di volte. In questo modo, è possibile misurare direttamente il numero di molecole contenenti l'atomo di radiocarbonio. Il sistema proposto occupa inoltre uno spazio di quasi 100 volte inferiore ed è più economico

I. Galli, S. Bartalini, S. Borri, P. Cancio, D. Mazzotti, P. De Natale, G. Giusfredi. "Molecular gas sensing below parts per trillion: radiocarbon-dioxide optical detection", *Phys. Rev. Lett.* 107 (2011), 270802.

di almeno 10 volte rispetto agli apparecchi finora utilizzati.

La nuova metodologia, che si basa su una tecnica spettroscopica ad altissima sensibilità, denominata SCAR (*saturated-absorption cavity ring-down*), potrà consentire la rivelazione di molecole in concentrazione estremamente ridotta, con importanti ricadute in settori quali il monitoraggio dell'inquinamento ambientale, la ricerca medica e farmaceutica, la rivelazione di sostanze tossiche o pericolose, il test di teorie di fisica fondamentale.

101



Schema dell'apparato sperimentale per la rivelazione ottica del radiocarbonio.

SPETTROSCOPIA

Interferenza quantistica tra eccitazioni di carica in isolanti di Mott

Tradizionalmente, la natura di isolante o conduttore di un materiale è determinata dalla sua struttura a bande. Nei cosiddetti “materiali fortemente correlati”, invece, le proprietà ottiche ed elettriche sono dettate dalle interazioni elettrone-elettrone. Un esempio importante sono gli isolanti di Mott, materiali che sarebbero conduttori in base alla loro struttura a bande ma diventano isolanti a seguito dell'interazione tra elettroni. La fotoeccitazione, che ridistribuisce le cariche, può controllare queste interazioni a molti corpi su scale temporali ultraveloci e indurre in tali materiali transizioni di fase, che trovano interessanti ap-

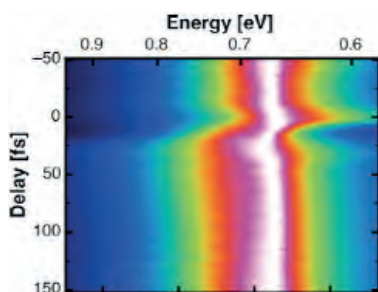
plicazioni per la realizzazione di dispositivi optoelettronici innovativi.

Numerosi esperimenti di spettroscopia ottica ad elevata risoluzione temporale hanno studiato la dinamica delle transizioni di fase in materiali fortemente correlati. Tuttavia la dinamica quantistica a molti corpi delle pure eccitazioni elettroniche è finora rimasta inesplorata a causa della scala temporale molto rapida su cui avviene. In questo lavoro abbiamo misurato, mediante la tecnica del pump-probe con impulsi infrarossi di durata inferiore a 10 femtosecondi, le eccitazioni elettroniche coerenti in un isolante di Mott unidimensionale, il sale organico E-T-

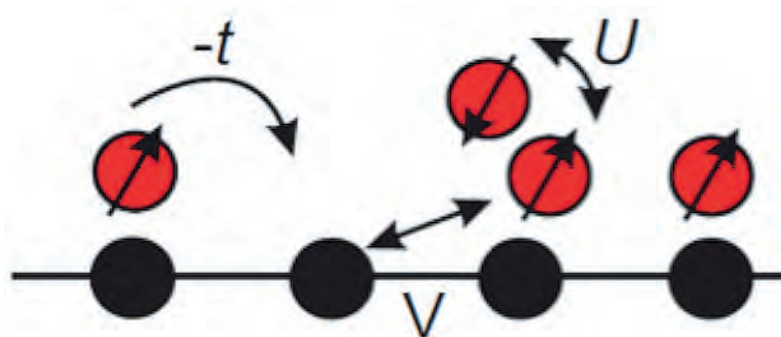
S. Wall, D. Brida, S. R. Clark, H. P. Ehrke, D. Jaksch, A. Ardavan, S. Bonora, H. Uemura, Y. Takahashi, T. Hasegawa, H. Okamoto, G. Cerullo, and A. Cavalleri. “Quantum interference between charge excitation paths in a solid-state Mott insulator”, *Nature Physics* 7 (2011), 114-118.

F₂TCNQ. In seguito alla fotoeccitazione impulsiva e alla corrispondente delocalizzazione di carica, compare una nuova risonanza che oscilla alla frequenza di 25 THz. Le nostre simulazioni tempo-dipendenti e rigorose a livello quantomeccanico della risposta ottica del materiale permettono di riprodurre le oscillazioni e mostrano che la delocalizzazione elettronica avviene attraverso l'interferenza quantistica tra stati legati e stati ionizzati.

Il risultato degli esperimenti ha quindi svelato per la prima volta, negli isolanti di Mott, le dinamiche ultraveloci sulle scale di tempo associate all'*hopping* degli elettroni e alle correlazioni intersito.



Mappa normalizzata della risonanza del trasferimento di carica in funzione del ritardo tra impulso di eccitazione ed impulso di sonda. Il picco del segnale oscilla con una frequenza pari a 25 THz.



Schema di un isolante di Mott.

Gli elettroni (rossi) possono saltare tra siti reticolari guadagnando l'energia t . La repulsione tra elettroni causa una perdita di energia pari ad U e l'interazione tra primi vicini corrisponde all'energia V . Questi termini di interazione causano lo stato di isolante, che può essere perturbato otticamente inducendo una risposta metallica nel materiale.

CATALIZZATORI

Cluster osso-metallici: nuovi catalizzatori per processi chimici eco-compatibili

L'industria chimica moderna richiede che le sintesi di composti ad elevato valore aggiunto prevedano il minor numero di passaggi e siano il più possibile efficienti, selettive ed eco-compatibili. Questi obiettivi possono essere raggiunti utilizzando un catalizzatore selettivo, stabile e attivo che promuova in piccole quantità (elevato numero di *turnover*, TON) una

trasformazione veloce dei reagenti nei prodotti (alta frequenza di *turnover*, TOF). Un catalizzatore eco-sostenibile ideale deve essere facilmente recuperato e riciclato, deve evitare la formazione di grandi quantità di sottoprodotti, essere atossico e garantire un'elevata efficienza atomica della reazione. L'efficienza atomica è definita come la percentuale degli atomi presenti nel prodotto finale che derivano da tutti i reattivi usati in ogni stadio del processo.

Tenendo presenti questi concetti, è stata sviluppata una metodologia di sintesi di ciclopropani, composti ad attività biologica e farmaceutica. L'utilizzo di catalizzatori non convenzionali come i cluster osso-metallici detti POM presenta diversi vantaggi sintetici. La struttura di questi complessi può essere modificata e presenta un'elevata

robustezza chimica. Si sono ottenuti ciclopropani diversamente sostituiti con rese fino al 98% utilizzando derivati del rame dei POM ed etildiazoacetato (EDA) come sorgente carbenica. I rapporti catalitici catalizzatore/EDA/olefina sono di 1:100000:100000. L'impiego di quantità equimolari di EDA e olefina e la formazione di N₂ come sottoprodotto conferiscono al metodo un'elevata efficienza atomica. Inoltre la bassa quantità di catalizzatore usato (TON = 100000) elimina i problemi correlati al recupero dei catalizzatori e getta le basi per un loro possibile utilizzo a livello industriale.

I. Boldini, G. Guillemot, A. Caselli, A. Proust, E. Gallo. "Polyoxometalates: Powerful Catalysts for Atom-Efficient Cyclopropanations", *Advanced Synthesis and Catalysis*, 352 (2010), pp. 2365–2370.

CATALIZZATORI

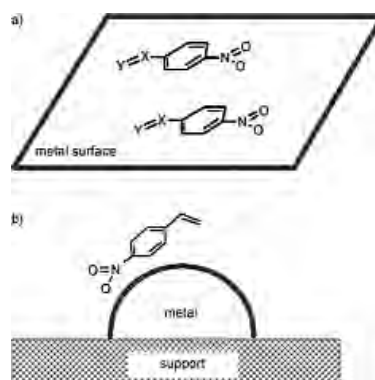
Una nuova serie di catalizzatori eterogenei a base di platino

Ricercatori dell'Istituto per lo Studio dei Materiali Nanostrutturati del Cnr di Palermo in collaborazione con colleghi dell'azienda canadese SiliCycle hanno messo a punto una nuova serie di materiali catalitici multi potenti, commercializzati con il nome di SiliCat Pt(0), a base di nano particelle di platino incapsulate in matrici di silice modificata organicamente (ORMOSIL).

Fra le reazioni catalizzate con ele-

vata selettività e in condizioni particolarmente blande, è stata effettuata l'idrogenazione dei nitroareni funzionalizzati per la produzione di ammine aromatiche, fra cui le aniline sostituite, ovvero una delle principali reazioni della chimica fine. I nitroareni sono composti contenenti l'anello benzenico con uno o più gruppi nitro, largamente utilizzati dall'industria della chimica fine e specialistica. I materiali sono altamente stabili, e dunque possono essere riciclati numerose volte mentre i prodotti di reazione sono esenti da metalli pesanti o altri contaminanti. Tali catalizzatori sono multipotenti perché possono essere utilizzati in una serie di reazioni di elevato interesse applicativo. Infine, poiché richiedono quantità minime di platino, rappresentano lo stato dell'arte della tecnologia della catalisi eterogenea a base di platino.

Valerica Pandarus, Rosaria Ciriminna, Francois Béland, Mario Pagliaro. "A new class of heterogeneous Pt catalysts for the chemoselective hydrogenation of nitroarenes", *Advanced Synthesis & Catalysis*, 353 (2011), pp. 1306-1316.



Rappresentazione schematica di una molecola di nitroarene adsorbita: a) su una superficie metallica piana; b) su una nanoparticella metallica.

ELETTROCATALIZZATORI

Un approccio nuovo per la produzione elettrochimica di idrogeno

104

L'idrogeno potrà svolgere in futuro un ruolo importante come vettore di energia. La produzione di idrogeno tramite elettrolisi in un elettrolizzatore PEM, basato su membrane a scambio protonico, è caratterizzata da elevate efficienze e prestazioni. I vantaggi riguardano l'assenza di impatto ambientale, l'elevata densità di energia, l'elevata purezza del gas prodotto e la possibilità di ottenere il gas ad alta pressione. L'elevato sovrapotenziale per l'evoluzione di ossigeno durante la scissione dell'acqua rappresenta il fattore limitante dell'intero processo. Risulta quindi importante sviluppare catalizzatori in grado di ridurre le perdite di efficienza associate a questa reazione. In questo lavoro è stato sviluppato un elettrocatalizzatore nanostrutturato a base di ossido di iridio (IrO_2) ottenuto attraverso un nuovo processo di sintesi. La peculiarità del catalizzatore ottenuto riguarda la presenza di particelle cristalline di IrO_2 da 2-3 nm immerse in una matrice amorfa. Questa particolare morfologia è in grado di ridurre i fenomeni di sinterizzazione e rappresenta un ottimale compromesso tra attività specifica ed area superficiale. Il materiale è stato validato in un stack PEM. Sono state ottenute elevate prestazioni in termini di densità di corrente (1.26 A cm^{-2}) a un potenziale relativamente basso (1.8 V) per il processo di elettrolisi.

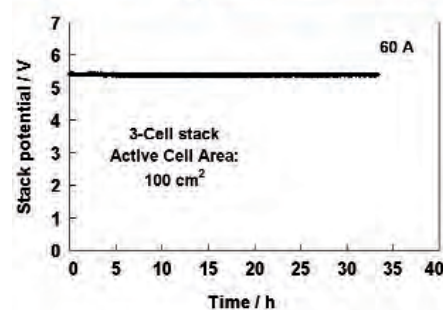
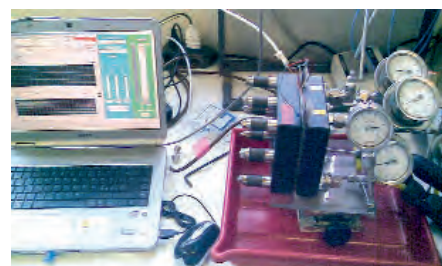
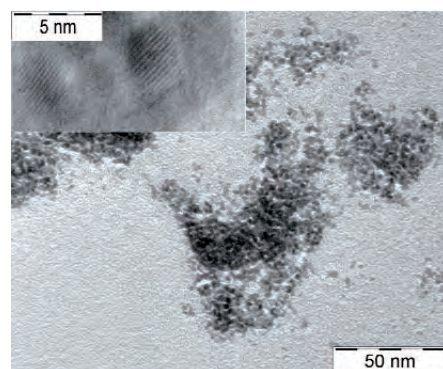
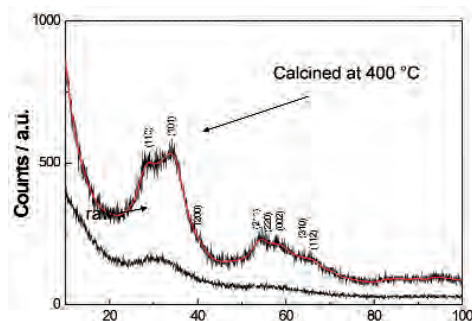
È stata anche verificata l'ottimale stabilità durante il funzionamento in condizioni stazionarie e l'appropriata performance in condizioni di intermittenza simulando il comportamento tipico di una fonte rinnovabile. Il consumo di un piccolo stack in grado di produrre 80 litri per ora di idrogeno era inferiore a 330 W con una corrispondente efficienza elettrica pari circa all'81%. Questi risultati sono certamente promettenti per la generazione di idrogeno da fonti rinnovabili.

S. Siracusano, V. Baglio, A. Di Blasi, N. Briguglio, A. Stassi, R. Ornelas, E. Trifoni, V. Antonucci, A. S. Aricò. "Electrochemical characterization of short stack PEM electrolyzers based on a nanosized IrO_2 anode electrocatalyst", *International Journal of Hydrogen Energy*, 35 (2010) 5558-5568.

Dall'alto:
Diffattogramma dell'iridio ossido colloidale (curva inferiore) e di quello calcinato utilizzato come catalizzatore nel processo di evoluzione di ossigeno.

Foto al microscopio elettronico TEM del catalizzatore a base di ossido di iridio calcinato a 400°C .

Elettrolizzatore basato sullo stack PEM durante il funzionamento.



SENSORI

Esplorazione dei limiti ultimi di sensori di *strain* in fibra ottica

La misura di spostamenti e deformazioni è importante in diversi settori quali l'ingegneria strutturale o aerospaziale, la geofisica e le nanotecnologie. I sensori in fibra ottica sono oramai divenuti strumenti chiave per misure di questo tipo in quanto presentano svariati vantaggi: insensibilità al rumore elettromagnetico, facilità di implementazione in strutture e materiali, possibilità di misure non invasive e non distruttive, utilizzo in ambienti pericolosi o di difficile accesso.

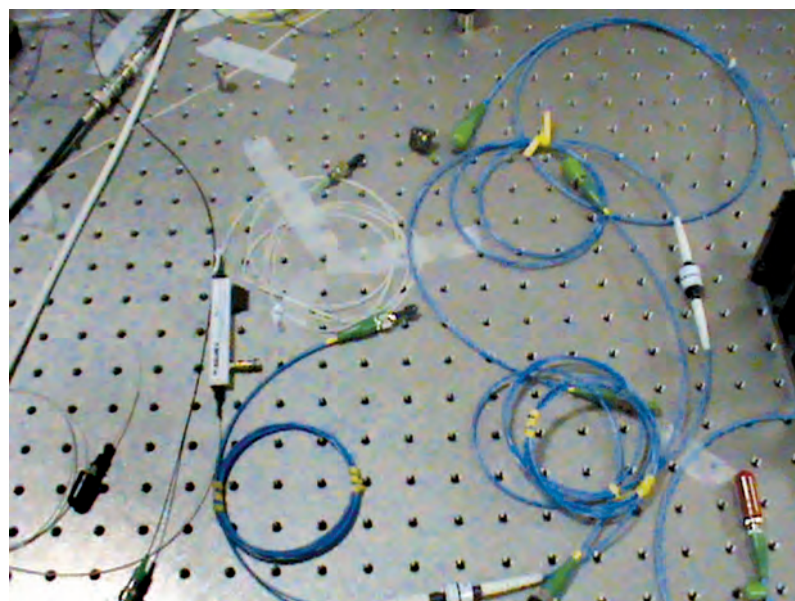
Molto spesso, le prestazioni di questi sensori sono limitate dal rumore

di fase della sorgente utilizzata per l'interrogazione. I livelli di risoluzione raggiungibili in termini di strain (variazione relativa di lunghezza) sono in genere ristretti all'intervallo 10^{-6} - 10^{-9} Hz^{-1/2}. Per applicazioni dove è necessaria una elevata precisione (ad es. geofoni, accelerometri, sismometri, gravimetri), si possono usare sorgenti laser ad impulsi ultracorti con altissima stabilità in frequenza. I ricercatori del CNR-Istituto Nazionale di Ottica (INO) di Napoli hanno sviluppato un sistema di interrogazione basato su un risonatore in fibra ed un pettine di frequenze ottiche (*Optical frequency Comb*), dimostrando risoluzioni dell'ordine di 10^{-13} Hz^{-1/2}, fino al range infrasonico. La sensibilità ultima del sensore è apparentemente limitata dalle fluttuazioni termodinamiche della stessa fibra ottica. Il sistema è basato su un risonatore Fabry-Perot formato da una coppia di reticoli di Bragg (FBG) alta-

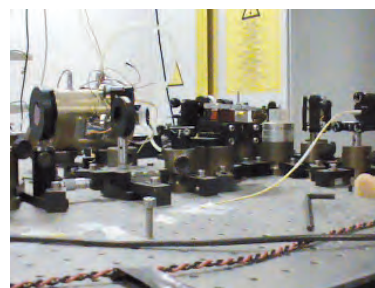
mente riflettenti scritti attraverso processi litografici in una fibra a singolo modo. La cavità viene interrogata da un diodo laser a 1560 nm stabilizzato sul pettine di frequenze a sua volta riferito ad un oscillatore al quarzo.

Spostamenti delle risonanze della cavità in fibra, risultanti da perturbazioni meccaniche, vengono trasformate in variazioni di frequenza rispetto allo spettro di riferimento del pettine. Una tale sensibilità può consentire agli scienziati di progettare nuove tipologie di sensori finalizzate alla misura di quantità fisiche fondamentali per le più svariate applicazioni.

G. Gagliardi, M. Salza, S. Avino, P. Ferraro, P. De Natale. "Probing the Ultimate Limit of Fiber-optic Strain Sensing", *Science* 330 (2010), pp. 1081-1084.



Tipici dispositivi in fibra ottica utilizzati per i sensori di deformazione.



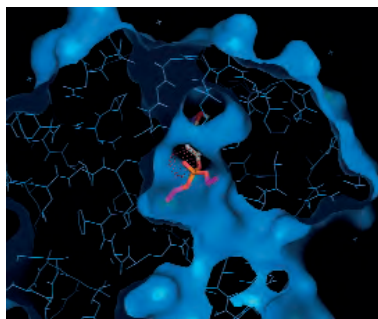
Dettaglio di sistema ottico usato per la lettura dei sensori in fibra.

BIOSENSORI

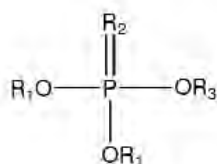
Dagli enzimi la strada per la rilevazione di agenti neurotossici

I pesticidi sono composti chimici neurotossici, molto persistenti, a basso costo, e largamente diffusi nell'ambiente a causa dell'uso agricolo e domestico. Sebbene siano socialmente ed economicamente essenziali, la recente letteratura indica che essi rappresentano una delle principali cause di cancro e di alcune malattie neurologiche come Alzheimer e Parkinson.

Poiché la loro determinazione nei cibi e nell'ambiente richiede l'utilizzo di complesse e costose apparecchiature da parte di operatori altamente specializzati, la ricerca si è progressivamente indirizzata



Rappresentazione del sito catalitico nella struttura dell'esterasi 2 nella quale è stato modellato mediante docking il pesticida paraoxon. La specificità dell'enzima verso questo pesticida potrebbe essere collegata al differente ingombro sterico dell'atomo di ossigeno (rappresentato in dots) rispetto a quello di zolfo presente in altri organofosfati.

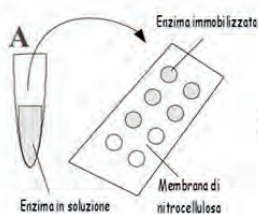


$R_1 =$	$-Cl_2Cl_3$	$-Cl_3$
$R_2 =$	O	S
$R_3 =$	gruppi alchilici, alcossi, alchiltio, arilici, eterociclici, arilossi.	

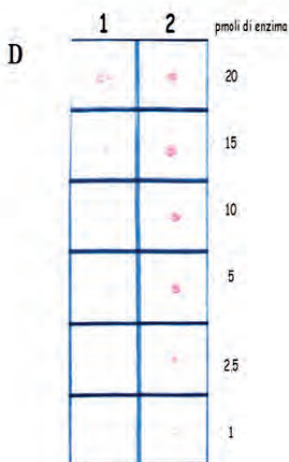
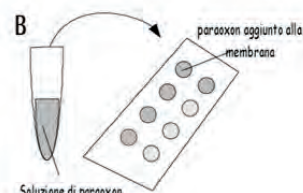
Formula molecolare generale dei pesticidi organofosfati.

106

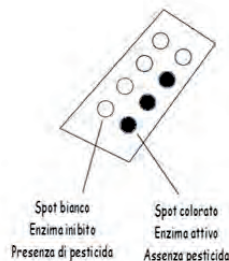
Preparazione del Biosensore grezzo



Reazione con il pesticida



C Determinazione della concentrazione di pesticida dopo l'aggiunta del substrato



Rappresentazione schematica del processo di immobilizzazione dell'esterasi 2 (A) e della determinazione dell'attività residua (C) dopo l'aggiunta di paraoxon (B). (D) È mostrata l'acquisizione digitale della membrana di nitrocellulosa dopo la determinazione dell'attività residua dell'esterasi 2.

Gli spot contengono concentrazioni di enzima da 1 a 20 picomoli alle quali sono state aggiunte in (1) 5 picomoli di paraoxon. La scomparsa completa del colore si osserva quando la concentrazione di pesticida è uguale o superiore a quella dell'enzima.

verso la costruzione di biosensori. In questo articolo realizzato da ricercatori dell'IBP-CNR di Napoli, è stata valutata la possibilità di utilizzare l'esterasi 2 (enzima che catalizza l'idrolisi del legame estere) da *A. acidocaldarius* come parte bio-attiva di un biosensore verso i pesticidi organofosfati, esteri dell'acido fosforico che agiscono sull'acetilcolinesterasi, enzima chiave del sistema nervoso. La novità nell'uso di questo enzima risiede nella sua elevata stabilità alla temperatura, ai solventi organici e ai detergenti, ma soprattutto ad una affinità e selettività verso i pesticidi paragonabile all'acetilcolinesterasi.

L'elevata sensibilità e riproducibilità è stata dimostrata determinando la concentrazione di uno specifico pesticida come il paraoxon sia in soluzioni acquose che in succhi di frutta intenzionalmente contaminati. Inoltre, la metodologia, impiegata in un biosensore grezzo, ha consentito la determinazione fino a 2.75×10^{-3} parti per milione dell'agente tossico, valori paragonabili a biosensori basati sull'acetilcolinesterasi. Sono in corso collaborazioni nazionali ed internazionali per sviluppare l'idea allo scopo di realizzare un biosensore che possa avere un uso innovativo e reale sul mercato.

F. Febbraio, L. Merone, G. P. Cetrangolo, M. Rossi, R. Nucci, G. Manco.
"Thermostable Esterase 2 from *Alicyclobacillus acidocaldarius* as Biosensor for the Detection of Organophosphate Pesticides", *Anal. Chem.*, 83 (5), (2011) pp. 1530-1536.

BIOSENSORI

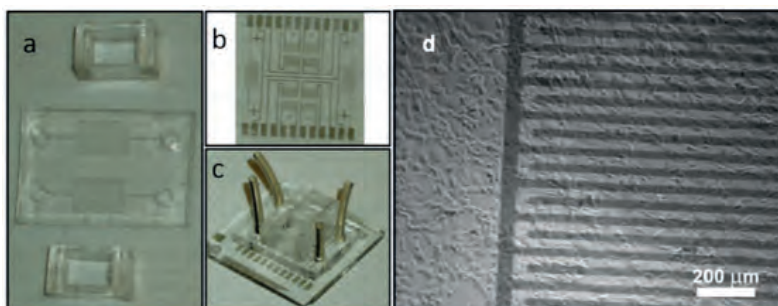
Biochip elettrochimici per la caratterizzazione di cellule vive: nuovi strumenti per studi di tossicologia e caratterizzazione di nuovi farmaci

Un importante obiettivo della ricerca biomedica è lo sviluppo di strumenti per la caratterizzazione su larga scala di nuovi farmaci e dei loro possibili effetti collaterali. I metodi biochimici tradizionali, pur essendo ampiamente utilizzati, sono laboriosi, richiedono tempi lunghi, numerosi passaggi e consumano costosi reagenti. Inoltre, queste tecniche sono generalmente invasive per le cellule rendendo impossibile lo studio di un processo dinamico. Pertanto si rendono necessari nuovi strumenti per lo screening veloce e in tempo reale.

Test su celle vive effettuati su *biochip* si stanno imponendo come una valida alternativa ai metodi convenzionali ed in particolare la spettroscopia di impedenza elet-

trochimica (EIS) rappresenta una tecnica di trasduzione non-invasiva che permette la caratterizzazione in tempo reale del comportamento delle cellule. Nei laboratori del CNR-Nano a Lecce, è stato realizzato un dispositivo in grado di rilevare adesione cellulare e cambiamenti morfologici. Per la prima volta questa tecnica è stata usata in combinazione con metodologie *off-chip* quali microscopia a forza atomica (AFM), test di vitalità come MTT (3 - (4,5-dimetiltiazol-2-il) -2,5-difeniltetrazolio bromuro) e *western blot* per eseguire una caratterizzazione completa delle variazioni indotte da ioni rame su due linee cellulari (B104 e HeLa).

I risultati hanno rivelato una forte correlazione tra dati EIS e quelli

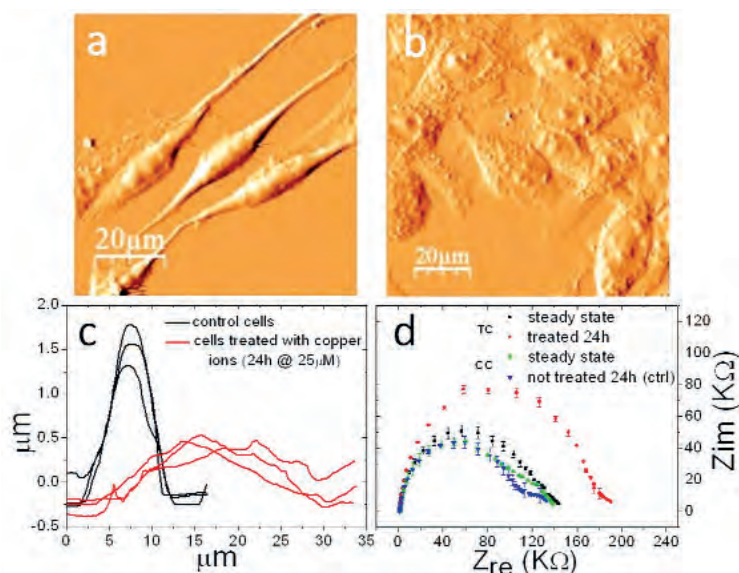


Schema delle componenti del dispositivo: immagini di (a) camera in PDMS, (b) elettrodi interdigitati e (c) dispositivo assemblato. (d) Immagine al microscopio ottico delle cellule sugli elettrodi: durante le misure EIS le cellule sono otticamente accessibili attraverso un microscopio invertito.

MTT ed AFM, ma è necessario sottolineare come, rispetto alle altre tecniche, l'indagine EIS consente di monitorare in tempo reale i processi cellulari. Grazie alla possibilità di effettuare test multipli ed all'integrazione con reti microfluidiche complesse, questi *bio-chip* possono essere particolarmente utili nella scoperta di farmaci per testare una grande libreria di farmaci ad alta velocità o per valutare l'effetto di un farmaco su differenti linee cellulari.

108

E. Primiceri, M. S. Chiriaco, E. D'Amone, E. Urso, R. E. Ionescu, A. Rizzello, M. Maffia, R. Cingolani, R. Rinaldi and G. Maruccio. "Real-time monitoring of copper ions-induced cytotoxicity by EIS cell chips", *Biosensors and Bioelectronics*, 25 (2010), pp. 2711-2716.

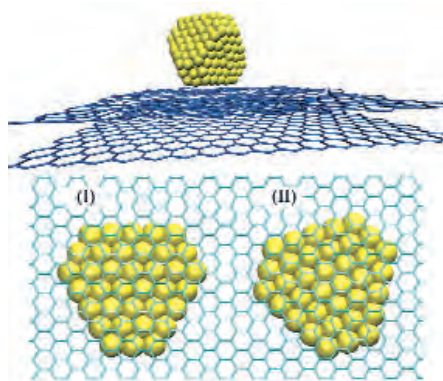


Effetto degli ioni rame su cellule B_{104} monitorate tramite AFM e EIS: immagini AFM di cellule B_{104} in condizioni fisiologiche (a) e dopo il trattamento con ioni rame (24h -25 μM) (b). (c) Il profilo delle cellule varia significativamente dopo il trattamento. (d) Spettri EIS corrispondenti alle cellule B_{104} nella camera di controllo e in quella del trattamento.

NANOSCIENZE

Nanoattrito balistico

Lo studio dell'attrito è di grande interesse per ragioni sia scientifiche che tecnologiche; ancora oggi, cinque secoli dopo Leonardo da Vinci, si cerca di capire la fisica da cui origina, e in particolare si cercano nuove spiegazioni che includano



i nanosistemi. In quell'area, un'indagine finora trascurata è quella dell'attrito ad alte velocità; i più fondamentali studi tribologici e di nanoattrito si concentrano su velocità estremamente basse. Invece, esistono situazioni nelle quali può rivelarsi importante conoscere cosa succede nel dettaglio, ad esempio quando una molecola adsorbita o un cluster slittano su una superficie solida a centinaia di metri al se-

Cluster di oro simulato a contatto con una superficie di grafite. Geometrie in-registro (I) e fuori-registro (II) per la faccia del cluster e la grafite.

condo. Attraverso uno studio simulativo di "dinamica molecolare" i ricercatori del CNR hanno cominciato a rivelare i meccanismi fondamentali che governano le dinamiche di attrito di nano-oggetti che slittano velocemente su superfici cristalline. Il sistema scelto per l'originale studio è una nanoparticella di oro su grafite. È noto infatti che piccoli cluster di oro diffondono termicamente quando sono depositati sulle "scivolose" superfici di grafite. Simulando il moto di cluster di oro su grafite, sia che diffondono e slittano lentamente, che mossi velocemente a seguito di "calci" iniziali, lo studio dimostra analogie e differenze tra lo slittamento a bassa velocità, il quale è diffusivo e da tempo conosciuto, e quello ad alte velocità fin qui inesplorato. Ad alte velocità emerge un nuovo re-

gime di attrito, qui nominato “balistico”. La diminuzione della velocità del cluster appare come il risultato di ripetute collisioni con le eccitazioni termiche della superficie; come risultato l’attrito balistico cresce con la temperatura, diversamente dall’attrito diffusivo standard il quale è ben noto decrescere. Inoltre, l’interazione tra rotazione e traslazione è completamente opposta nell’attrito a basse velocità, dove le due lavorano in fase, e nell’attrito balistico dove

invece sono fuori fase, e l’energia cinetica oscilla continuamente tra il modo traslazionale e quello rotazionale. Si identifica quindi un ampio regime di transizione con velocità intermedie tra attrito diffusivo e balistico. Infine, e forse sorprendentemente in vista dei loro diversi meccanismi, la forza di attrito balistica cresce all’incirca linearmente con la velocità, similmente all’attrito viscoso a basse velocità. Mentre questi risultati evidenziano squisitamente gli aspet-

ti della fisica dell’attrito ad alte velocità, il concetto dell’attrito balistico potrebbe diventare rilevante per future applicazioni in nanosistemi come ad esempio sistemi nanomeccanici e nanomotori, così come per altri problemi che riguardano collisioni di gas ad alta velocità con superfici solide.

R. Guerra, U. Tartaglino, A. Vanossi, E. Tosatti. “Ballistic nanofriction”, *Nature Materials*, 9, 634 (2010). [Highlighted by A. Schirmeisen in ‘News & Views’ of *Nature Materials*, *Nature Materials*, 9, 615 (2010)].

NANOSCIENZE

Costruita con la luce la ‘molecola elettronica’

Due elettroni intrappolati nello spazio di pochi nanometri all’interno di un nanocristallo semiconduttore - un punto quantico: a eseguire per la prima volta la misura della loro configurazione, definita di ‘molecola elettronica’ (del tutto analoga a quella di una molecola biatomica) un team di ricerca internazionale che ha coinvolto scienziati di CNR-NANO (i centri NEST e S3 rispettivamente a Pisa e a Modena), della Columbia University e dei Bell laboratories.

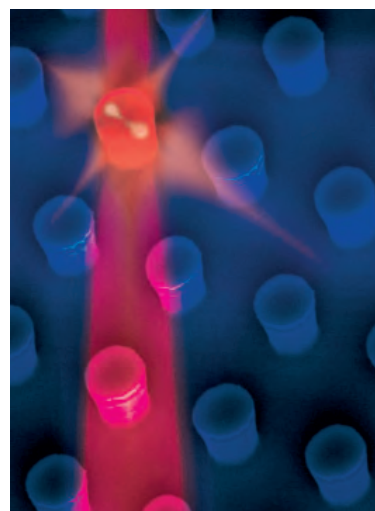
Il risultato è stato ottenuto grazie a una nuova tecnica per controllare il numero di elettroni all’interno del punto quantico: illuminando questa ‘nanotrappola’ con un fascio di luce laser, i ricercatori hanno potuto rimuovere o aggiungere gli elettroni, uno alla volta. Con questa tecnica ultra-precisa ne sono stati isolati due soli misurando le loro energie: i

calcoli teorici hanno poi chiarito che all’interno della nanotrappola questi elettroni si muovono con moto vibratorio del tutto analogo a quello che si osserva per gli atomi di una molecola biatomica. Gli elettroni confinati in un nanocristallo sono di grande interesse per la computazione quantistica, per questo la sfida è manipolarli con precisione. Solitamente questa precisione si ottiene con metodi elettrici, con l’inconveniente però che un cristallo di pochi nanometri raggiunto da contatti elettrici viene inevitabilmente ricoperto da strati di metallo. La nuova tecnica ha la stessa capacità di rimuovere un singolo elettrone ma non è invasiva: la manipolazione con la luce lascia intatti i nanocristalli e questo rende più facile studiare le proprietà degli elettroni confinati all’interno.

La ‘molecola elettronica’ è uno stato predetto dalla teoria ma finora mai misurato direttamente. Il moto degli elettroni confinati è dettato dalla combinazione di due effetti: uno che tende a farli stare lontani, dovuto alle cariche negative che si respingono, l’altro che al contrario li costringe vicini, dovuto al confinamento nella nanostruttura. Il risultato è che gli

elettroni oscillano con un moto vibrazionale classico, come se fossero collegati da una molla. Questo studio è la prima misura di queste energie vibrazionali fondamentali di una molecola elettronica.

A. Singha, V. Pellegrini, A. Pinczuk, L. N. Pfeiffer, K. W. West, M. Rontani. “Correlated electrons in optically tunable quantum dots: Building an electron dimer molecule”, *Physical Review Letters* 104, 246802 (2010).



Rappresentazione pittorica dell’esperimento di misura delle energie vibrazionali fondamentali di una molecola elettronica usando la luce.

NANOPARTICELLE

Materiali avanzati per celle fotovoltaiche di terza generazione

110

Negli ultimi anni, si stanno sviluppando nuove tecnologie fotovoltaiche che mirano alla realizzazione di celle solari più economiche rispetto a quelle del tradizionale fotovoltaico e con una migliore integrazione architettonica. Tra queste tecnologie innovative, dette fotovoltaico di terza generazione, si collocano le celle solari a base di semiconduttori nano-cristallini sui quali sono assorbiti coloranti ibridi organico-inorganici in grado di assorbire la luce solare, dette celle di Grätzel o “dye-sensitized solar cells” (DSCs). La DSC, è costituita da tre principali componenti: il fotoanodo, l’elettrolita e il catodo. L’insieme dei componenti viene assemblato e tenuto insieme da un sigillante. Il fotoanodo è costituito da un supporto trasparente (vetro o plastica) reso conduttore mediante deposizione di un sottile strato di ossido trasparente; su di esso viene depositato un film di nanoparticelle di biossido di titanio sul quale viene assorbito il colorante sensibilizzatore in genere un complesso di Rutenio. L’elettrolita è una miscela di iodio e ioduro sciolta in solventi organici. Il catodo più comune è a base di platino o carbonio. La ricerca condotta dai ricercatori dell’Istituto per i Processi Chimico-fisici del Cnr ha consentito di sviluppare un nuovo tipo di catodo trasparente basato su nanoparticelle di platino con diametro di 5 nanometri (nm).

Mettendo in relazione il fattore di rugosità ricavato dalle analisi delle immagini acquisite con tecniche di microscopia SEM (vedi foto) e AFM dei catodi fatti con tre diversi metodi con le prestazioni fotovoltaiche (Curve I_V) delle rispettive celle, si dimostra che un aumento della rugosità corrisponde ad una migliore attività catalitica del catalizzatore nei confronti dell’elettrolita misurata con la voltammetria differenziale pulsata (DPV). Tale attività è stata condotta nell’ambito dei Progetti EFOR del CNR (MIUR) e DYE-CELLS (MATTM).

G. Calogero, P. Calandra, A. Irrera, A. Sinopoli, I. Citro, G. Di Marco. “A new type of transparent and low cost counter-electrode based on platinum nanoparticles for dye-sensitized solar cells”, *Energy Environ. Sci.*, 4 (2011), pp. 1838-1844.

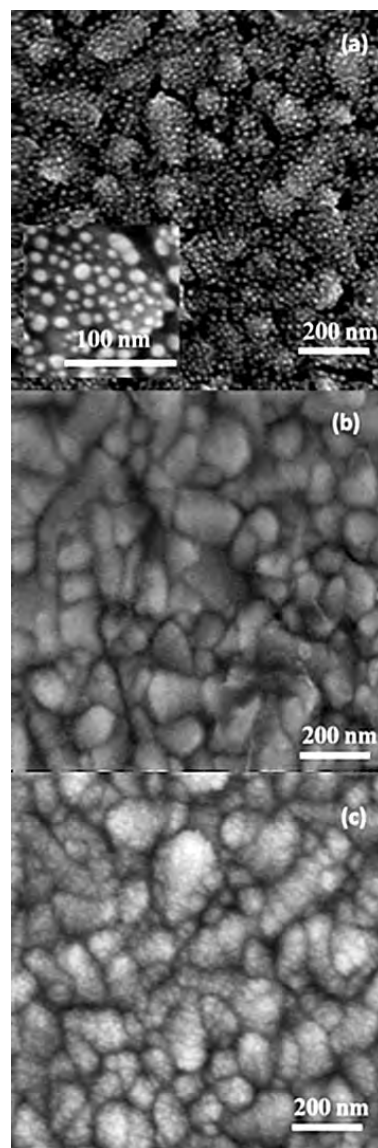


Foto SEM dei tre tipi di catodi studiati: a) catodi preparati con le nanoparticelle di platino; b) catodi preparati con la decomposizione termica dell’acido esacloroplatinico; c) catodi metallici di platino preparati per tecnica di “sputtering”.

NANOSCIENZE

Un termometro molecolare basato su eliche peptidiche legate a nanoparticelle d'oro

Sebbene l'oro sia uno degli oggetti di studio più vecchi nella storia della scienza, la sua rinascita porta oggi ad un aumento esponenziale nel numero di pubblicazioni, in particolare nei campi emergenti delle nanoscienze e delle nanotecnologie basate sulle nanoparticelle (AuNPs). Le AuNPs, che sono le nanoparticelle metalliche più stabili, presentano aspetti affascinanti, ad esempio i loro numerosi metodi di autoassemblaggio che coinvolgono le scienze dei materiali, il comportamento delle particelle individuali, le proprietà elettroniche, magnetiche e ottiche collegate alle loro dimensioni variabili, e le loro applicazioni alla catalisi e alla biologia. I nostri gruppi di ricerca sono interessati alle AuNPs riscaldate plasmonicamente che trovano numerose

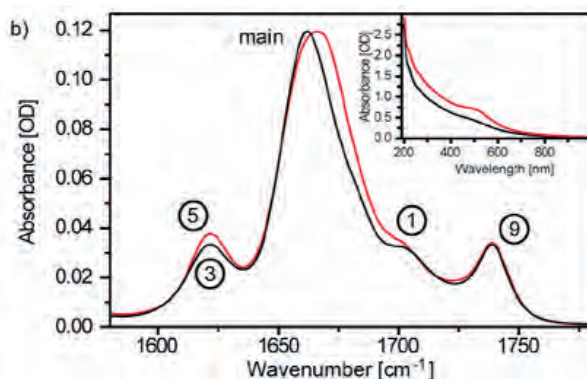
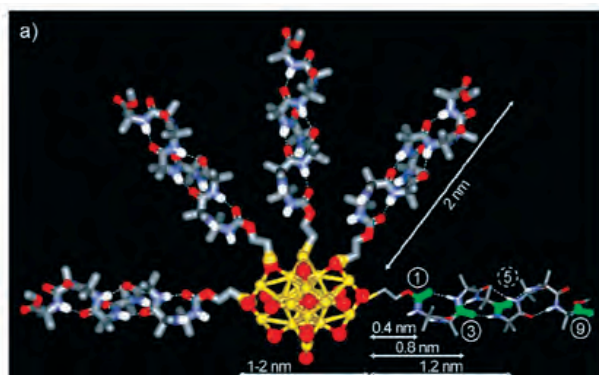
applicazioni terapeutiche nel campo della scienza della vita. Ad esempio, nella terapia ipertermica del cancro AuNPs riscaldate plasmonicamente sono utilizzate per la deposizione localizzata del calore nei tessuti cancerogeni umani che provoca una distruzione cellulare termica irreversibile. Per la sintesi di AuNPs una miscela di precursori molecolari viene addizionata con reagenti opportuni così da produrre una serie di oggetti nanodispersi e ben organizzati nei quali la parte interna inorganica è ricoperta da un monostrato tridimensionale di molecole organiche strettamente impacchettate. Un obiettivo a cui si è puntato frequentemente negli ultimi anni consiste nella preparazione di nanoparticelle ricoperte da peptidi dotati di una struttura elicoidale ben definita. Viste dall'esterno, queste nanoparticelle assomigliano da vicino a proteine globulari artificiali nelle quali la biocompatibilità dell'organizzazione spaziale chirale dell'involucro con l'affollamento dei gruppi funzionali può consentire la realizzazione di sistemi complessi. Nella nostra applicazione specifica abbiamo utilizzato la spettroscopia risolta nel tempo pompa visibile/rivelatore visibile al fine di determinare i tempi di raffreddamento

di particelle eccitate a livello del plasmone. Abbiamo quindi ottenuto dati di conducibilità termica dell'interfaccia metallo/strato di ricoprimento/solvente che hanno consentito di capire meglio il meccanismo attraverso il quale il calore viene trasportato su uno strato di ricoprimento biocompatibile e ideato in modo mirato.

M. Schade, A. Moretto, P. Donaldson, C. Toniolo, P. Hamm. "Vibrational energy transport through a capping layer of appropriately designed peptide helices over gold nanoparticles", *Nanoletters*, 10 (2010), pp. 3057-3061.

111

(a) Rappresentazione della struttura di una nanoparticella ricoperta da molecole peptidiche. Sono marcate le posizioni dei vari "termometri" relative alle estremità N-terminale della catena peptidica legata allo strato esterno della nanoparticella d'oro. (b) Spettri di assorbimento FTIR e UV-Vis (quest'ultimo nell'insero) in acetonitrile, d_3 registrati per nanoparticelle ricoperte da ottapeptidi marcati nelle posizioni 2 (curva nera) o 4 (curva rossa) a concentrazione peptidiche uguali.



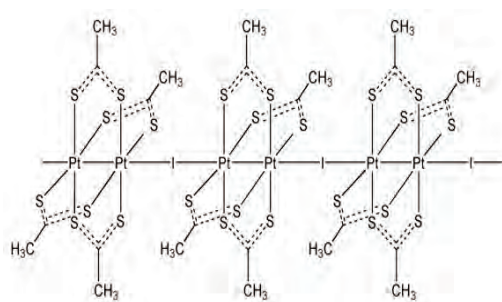
NANOTECNOLOGIE

Fasci di polimeri di coordinazione altamente conduttivi

I polimeri MMX rappresentano un sistema chiave per lo sviluppo futuro di dispositivi elettronici ad alta prestazione e altamente integrati.

L'elettronica molecolare è la promettente soluzione proposta per

112



Schema di singolo polimero MMX $[Pt_2I(S_2CCH_3)_4]_n$.

il superamento dell'attuale tecnologia basata sul silicio. Un'intensa attività di ricerca è stata dedicata all'individuazione di nuovi componenti organici che possano essere ancorati a supporti inorganici ed integrati in dispositivi elettronici. Ai fini della nanoelettronica, un sistema molecolare deve soddisfare due presupposti fondamentali: deve sostenere il trasporto di carica con basse resistenze e avere capacità strutturali, attraverso l'autoaggregazione dei suoi elementi costitutivi. Il numero di sistemi che soddisfa entrambe le condizioni è molto limitato: i nanofasci di polimeri MMX lo fanno.

Abbiamo svolto uno studio congiunto teorico-sperimentale sulle proprietà di conducibilità elettrica di polimeri di coordinazione MMX - $[Pt_2I(S_2CCH_3)_4]_n$ - autoaggregati su substrati isolanti, ottenuti attraverso la sublimazione diretta dei cristalli polimerici. La caratteristica principale di questi polimeri è l'inclusione di centri metallici all'interno di un'unità organica ordinata, in grado di formare sovrastrutture modulari in 1, 2 e 3 dimensioni.

Le misure elettriche sono ottenute attraverso tecniche di microscopia conduttiva a forza atomica (AFM) a temperature ambiente. La caratterizzazione teorica della struttura elettronica è basata sulla teoria del funzionale densità.

I nostri risultati mostrano che i polimeri MMX 1-dimensionali possono essere isolati dalla matrice cristallina e presentano ottime proprietà di trasporto elettrico.

Le correnti misurate superano, di ordini di grandezza e su lunghezze molto più lunghe, quelle sostenute da molti degli aggregati organici e metallo-organici depositati su superfici finora proposti. Questo dimostra il potenziale dei polimeri MMX nella realizzazione di futuri dispositivi. L'analisi teorica descrive e giustifica la struttura elettronica e l'accoppiamento delle interfacce ibride polimero/substrato risultanti.

L. Welte, A. Calzolari, R. Di Felice, F. Zamora, and J. Gómez-Herrero. "Highly conductive nanoribbons of coordination polymers", *Nat. Nanotech.* 5, 110 (2010). doi:10.1038/nnano.2009.35.

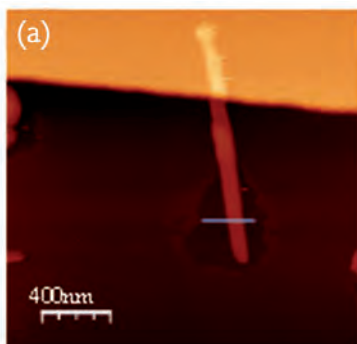
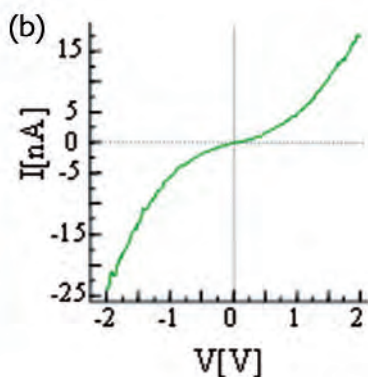
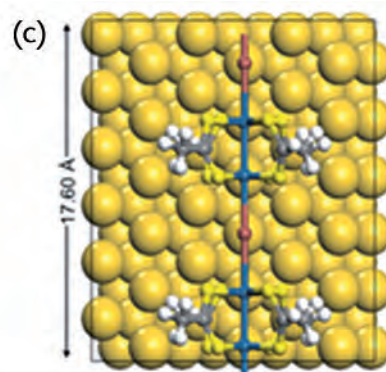


Immagine di tomografia AFM di un polimero MMX adsorbito su mica.



Caratteristica corrente-potenziale ottenuta contattando il fascio di polimeri 100 nm da un elettrodo di oro.



Vista dall'alto di un polimero MMX infinito depositato sulla superficie Au(111).

NANOTECNOLOGIE

Controllare la polarizzazione neuronale mediante 'nanotopografia'

L'interazione tra cellule nervose in fase di differenziamento e l'ambiente extracellulare sono fattori molto importanti per il raggiungimento della corretta polarizzazione cellulare durante lo sviluppo del sistema nervoso, funzione vitale essenziale. I neuroni leggono le proprietà fisiche e chimiche locali della matrice extracellulare (ECM) mediante contatto, interpretando ed integrando numerosi

stimoli di guida dipendenti dalla direzione che si considera.

Lo studio di questo fenomeno *in vitro* è oggi possibile grazie alla recente introduzione di una nuova tipologia di strumenti di coltura cellulare, con i quali è possibile selezionare specifici stimoli fisico-chimici ed applicarli alle cellule. Le cellule infatti, aderendo a queste superfici, sono in grado di leggerne le proprietà mediante specifici strumenti biomolecolari.

Gli studi condotti presso l'Istituto di Nanoscienze del Cnr di Pisa hanno dimostrato che mediante semplici regole geometriche è possibile produrre substrati nanostrutturati capaci di interferire con la maturazione delle placche cellulari di adesioni (adesioni focali) durante il differenziamento neuronale, guidando la selezione della polarità cellulare. In particolare,

utilizzando nano-reticoli in plastica biocompatibile, e variandone un singolo parametro topografico, sono stati modulati l'orientamento e la maturazione delle adesioni focali in modo da selezionare indipendentemente il numero finale di neuriti (prolungamenti citoplasmatici) per cellula, e la loro direzione di crescita.

Questo risultato propone un approccio nuovo e promettente per il disegno razionale di substrati biocompatibili nanostrutturati per applicazioni di ingegneria tissutale, ed in particolare per la realizzazione di dispositivi per la rigenerazione di lesioni da trauma a nervi periferici.

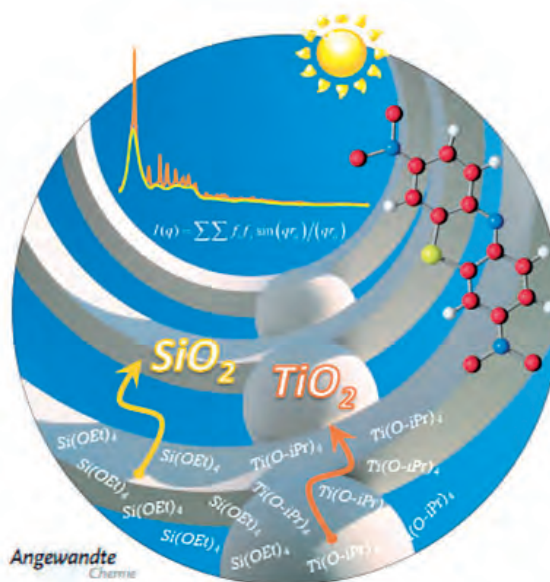
A. Ferrari, M. Cecchini, A. Dhawan, S. Micera, I. Tonazzini, R. Stabile, D. Pisignano, and F. Beltram. "Nanotopographic Control of Neuronal Polarity", *NanoLetters* 11 (2011), pp. 505-511.

113

NANOTECNOLOGIE

Metodi di Total Scattering per lo studio di materiali alla nanoscala

I materiali ibridi hanno il vantaggio di combinare in modo sinergico le proprietà funzionali dei singoli componenti e di poterle modulare in sistemi ad alta tecnologia. Una delle combinazioni più interessanti è costituita da sistemi ibridi cristallini/amorfi. Tra questi, nanocompositi di SiO₂ (biossido di silicio) amorfo (e poroso) e TiO₂ (biossido di titanio) nanocristallino, disperso nella matrice silicea sotto forma di particelle di pochi nano-

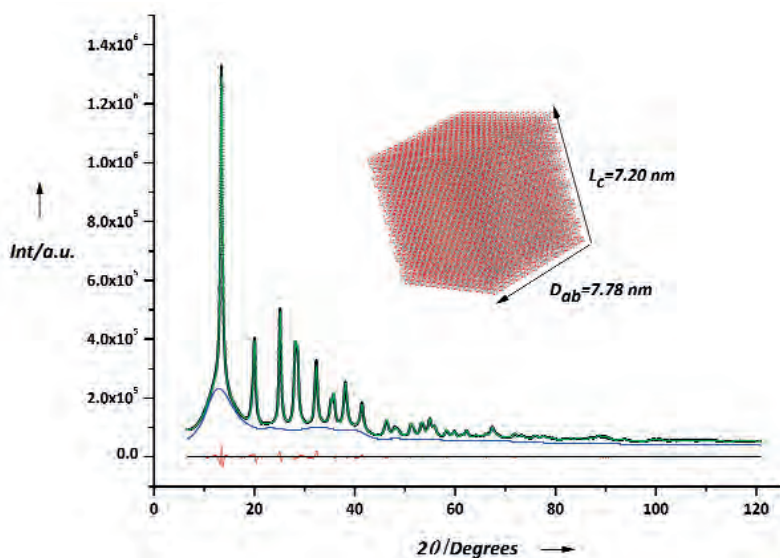


Rappresentazione figurativa (attraverso elementi architettonici), dei vari ingredienti della ricerca: la matrice di SiO₂ porosa (gli anelli) e le nanoparticelle di TiO₂ (le sfere), a cui si sovrappongono l'irraggiamento solare, la molecola di inquinante, gli elementi della modellizzazione, sviluppata presso l'IC-CNR, sede di Bari, in collaborazione con l'Università dell'Insubria ed il Paul Scherrer Institut di Villigen, CH.

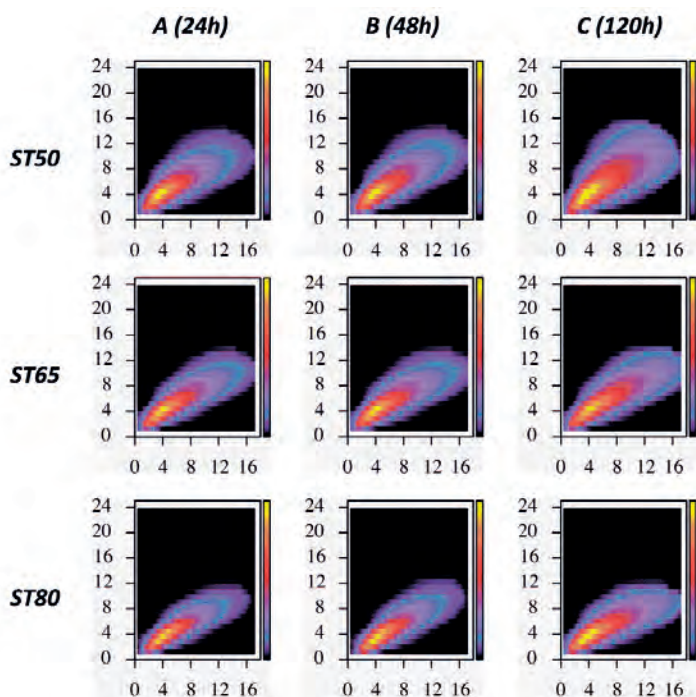
metri ($1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$), riescono a combinare elevate proprietà di assorbimento (SiO_2) e di fotocatalisi (TiO_2), di rilevante interesse ambientale (purificazione di inquinanti organici), energetico (fotovoltaico e produzione di idrogeno) e industriale (vernici e tessuti autopulenti). Per caratterizzare quantitativamente le proprietà strutturali e microstrutturali di entrambe le

componenti e le loro reciproche influenze in condizioni di sintesi diverse (di tipo *sol-gel*), sono stati sviluppati metodi innovativi di modellizzazione, utilizzando misure di diffrazione di raggi X di sincrotrone, effettuate presso la Material Science Beamline MS4@SLS (Swiss Light Source). Tali metodi, cosiddetti di *Total Scattering*, si basano sull'uso combinato dei me-

todi di analisi "Debye Function" e "Radial Distribution Function". L'approccio ha consentito di descrivere gli effetti sistematici della matrice amorfa su forma e dimensione dei nanocristalli, di investigare l'interfaccia $\text{SiO}_2/\text{TiO}_2$ e di correlare la loro influenza sulle proprietà ottiche, elettroniche, fotocatalitiche e di assorbimento dei compositi. Le tecniche di Total Scattering qui introdotte, sono particolarmente adatte a caratterizzare sistemi nanocristallini e disordinati e (contrariamente alle microscopie) costituiscono metodi di indagine non locale, di fondamentale importanza per effettuare analisi ad alta significatività statistica ed in processi di scale-up.



Modellizzazione del dato sperimentale tramite tecniche di Total Scattering.



Distribuzione di forme e dimensioni dei nanocristalli di TiO_2 nei vari campioni studiati, secondo una legge bivariata che ne descrive la crescita lungo due direzioni correlate, riportate sugli assi orizzontale e verticale.

G. Cernuto, S. Galli, F. Trudu, G.M. Colonna, N. Masciocchi, A. Cervellino, A. Guagliardi. "Investigating the Amorphous-Crystalline Interplay in $\text{SiO}_2/\text{TiO}_2$ Nanocomposites by Total Scattering Methods", *Angew. Chem. Int. Ed.* 50 (2011), pp. 10828-10833.

NANOMEDICINA

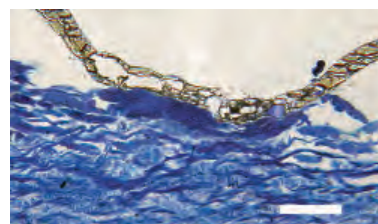
Adesivi laser attivabili per la riparazione di tessuti biologici

Lo sviluppo di materiali che rispondono a stimoli esterni come luce o temperatura, per questo detti "intelligenti", sta attirando un interesse crescente in diversi ambiti della biomedicina a partire dal rilascio controllato di farmaci fino alla riparazione tissutale. L'Istituto di Fisica Applicata "Nello Carrara" del CNR, in collaborazione con l'Università di Firenze, ha recentemente sviluppato un materiale ibrido sotto forma di

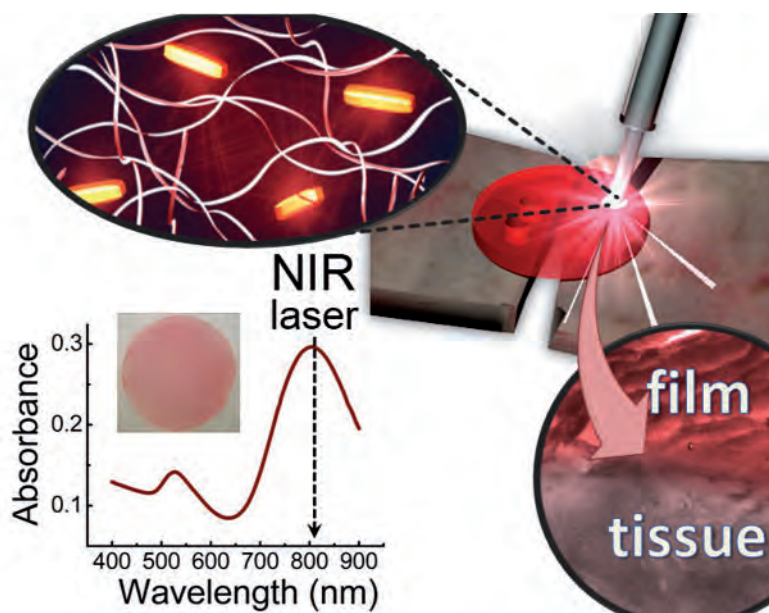
film di un polimero naturale, il chitosano, drogato con particelle d'oro, che può aderire a substrati di tipo biologico posti in contatto se sottoposto a irraggiamento laser. Le particelle d'oro impiegate (nano cilindri) assorbono la luce nella cosiddetta "finestra terapeutica", nel vicino infrarosso, dove i tessuti biologici sono per lo più trasparenti, consentendo una conversione selettiva dello stimolo luminoso in calore. L'aumento di temperatura indotto provoca un'attivazione delle catene del chitosano che in questo modo esercitano un effetto di adesione. La matrice di chitosano impartisce una eccellente stabilizzazione e distribuzione delle particelle contenute, che si traduce in una risposta ottica affidabile e in una conversione fototermica che può

essere efficacemente sfruttata per applicazioni quali la riparazione dei tessuti e il rilascio stimolato di molecole. I film ibridi sono resistenti e maneggevoli e si degradano nell'organismo dopo diverse settimane dall'applicazione. Il chitosano stimola inoltre la rigenerazione del tessuto, fornisce attività antibatterica e può essere usato per contenere farmaci. Il materiale ibrido intelligente proposto è stato testato con successo per la chiusura di ferite vascolari e della pelle.

115

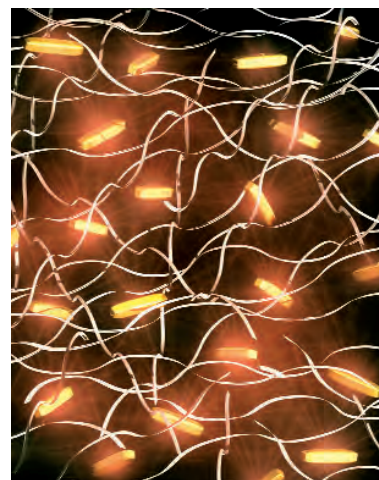


Sezione trasversale di una saldatura indotta da luce laser tra un film ibrido e un campione di arteria carotidea (bar = 100 μm).



P. Matteini, F. Ratto, F. Rossi, S. Centi, L. Dei, R. Pini. "Chitosan films doped with gold nanorods as laser-activatable hybrid bioadhesives", *Advanced Materials*, 22 (2010), pp. 4313-4316.

Funzionamento dei film ibridi come adesivi laser-attivabili.



Rappresentazione dell'attivazione di particelle d'oro disperse all'interno della matrice di chitosano nel film ibrido.

Svelati i meccanismi che limitano la mobilità elettronica del grafene

Il grafene, un foglio bidimensionale di atomi di carbonio, ha attratto negli ultimi anni un notevole interesse, soprattutto per le sue eccellenti proprietà elettriche come l'elevata mobilità degli elettroni. Queste proprietà ne fanno un candidato ideale per sostituire il silicio nei futuri dispositivi elettronici ultraveloci.

A partire dal 2004, quando il grafene fu isolato dalla grafite mediante la tecnica dell'esfoliazione meccanica, sono stati sviluppati vari metodi per la produzione di questo materiale, fra cui la crescita sul carburo di silicio e sui metalli

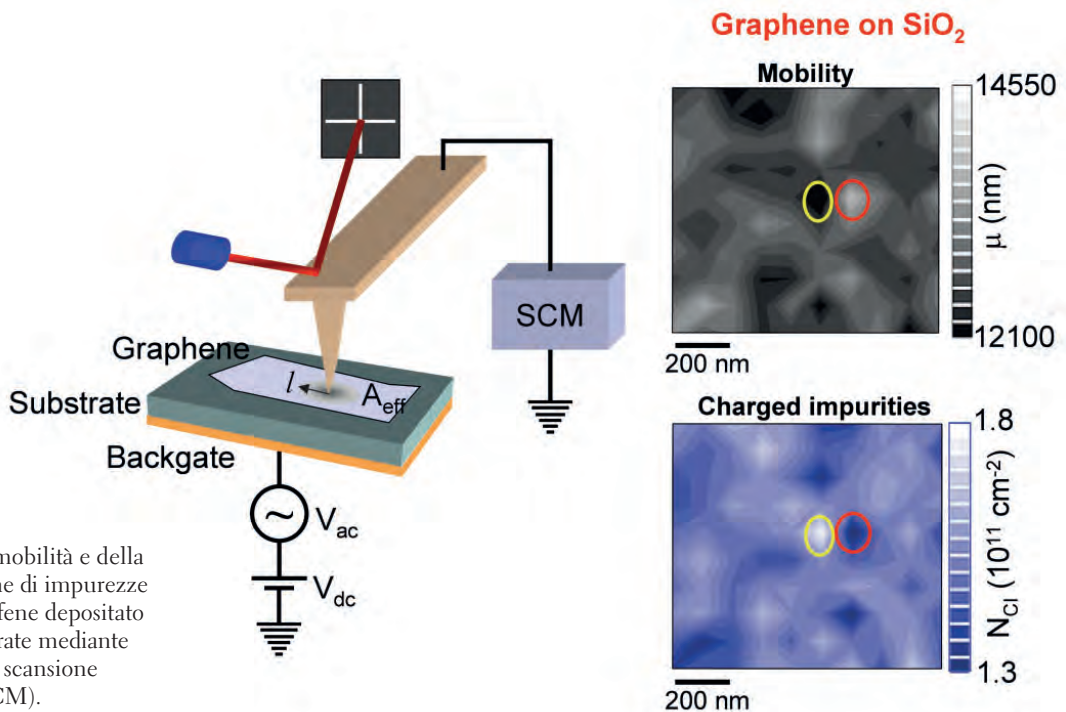
catalitici (nichel, rame, ecc.). La mobilità degli elettroni nel grafene dipende sia dal metodo di produzione che dal tipo di substrato utilizzato e dalle condizioni di misura. I valori più alti ($>100000 \text{ cm}^2/\text{Vs}$, dove ' cm^2/Vs ' è l'unità di misura della mobilità degli elettroni) sono stati ottenuti in condizioni di vuoto spinto su membrane di grafene "sospese" fra due elettrodi (cioè isolate dal substrato), mentre quelli tipicamente misurati in condizioni ordinarie, cioè nel grafene posto un substrato e in condizioni ambientali, sono notevolmente inferiori (fra 1000 e $10000 \text{ cm}^2/\text{Vs}$).

I meccanismi fisici che limitano la mobilità del grafene sono stati oggetto di ampio dibattito negli ultimi anni.

Nel lavoro condotto presso l'IMM-CNR di Catania, l'uso di tecniche avanzate di microscopia a scansione di sonda ha consentito per la prima volta di ottenere immagini ad alta risoluzione che mostrano la distribuzione sul grafene degli oggetti nanometrici (le impurezze cariche e i difetti) che ne limitano la mobilità. È stata fatta finalmente chiarezza sul ruolo svolto da tali oggetti nel grafene a contatto con vari substrati come l'ossido di silicio e il carburo di silicio.

Questi risultati avranno un notevole impatto sulla realizzazione dei dispositivi elettronici del futuro basati sul grafene.

F. Giannazzo, S. Sonde, R. Lo Nigro, E. Rimini, V. Raineri. "Mapping the Density of Scattering Centers Limiting the Electron Mean Free Path in Graphene", *Nano Lett.* 11 (2011), pp. 4612-4618.



Mappe della mobilità e della concentrazione di impurezze cariche in grafene depositato su SiO₂, misurate mediante microscopia a scansione capacitiva (SCM).

NANOELETRONICA

Una pompa di elettroni per indurre corrente

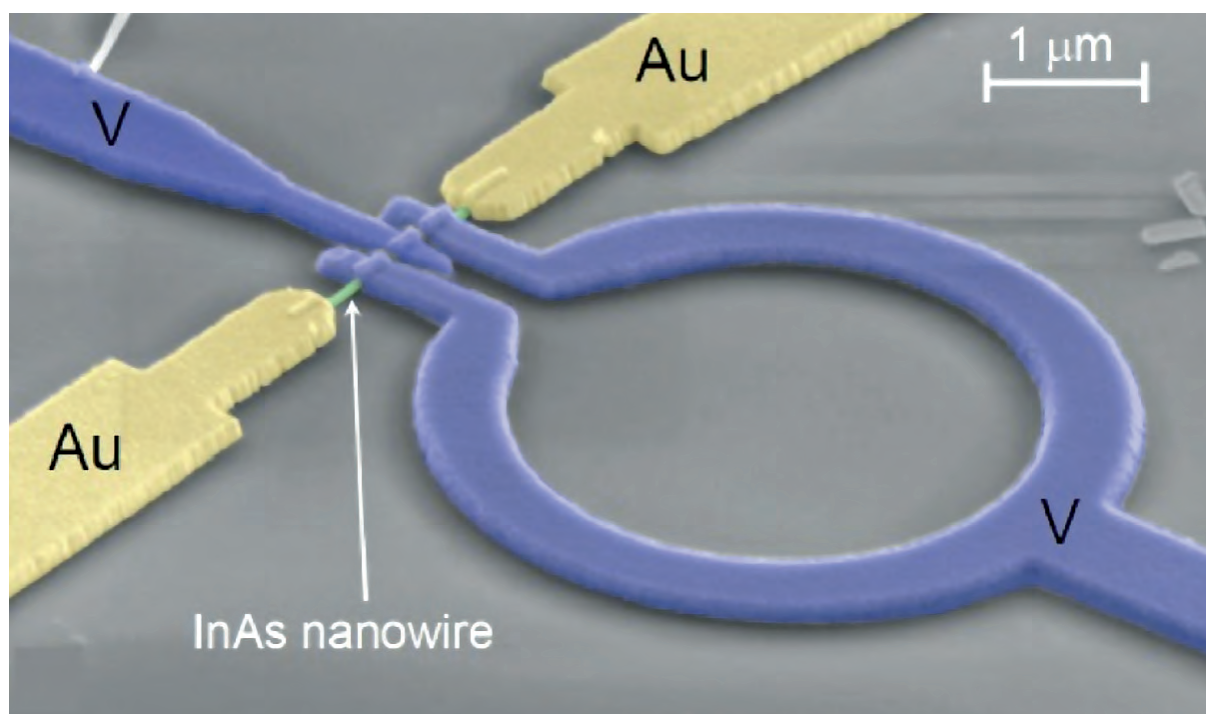
Il “pompaggio mesoscopico di carica”, proposto teoricamente alcuni decenni or sono, è un meccanismo di trasporto di cariche elettriche in un conduttore nanoscopico (di dimensioni del milionesimo di metro) che, anziché essere causato dall'applicazione di una tensione ai capi del conduttore, utilizza le caratteristiche di un sistema quantistico e la loro dipendenza temporale esplicita. Ad oggi il pompaggio mesoscopico è stato realizzato solamente in sistemi dominati dalle interazioni Coulombiane, in

cui cioè la dinamica degli elettroni è governata dalla legge di Coulomb. In questo lavoro dimostriamo la possibilità di ottenere una corrente elettrica in un nanofilo di arseniuro di indio (InAs) non polarizzato ed inserito in uno SQUID (*superconducting quantum interference device*), in assenza di interazioni Coulombiane. In questo sistema il pompaggio è dovuto alla modulazione ciclica (a frequenza fissata) della fase del parametro d'ordine dei diversi elettrodi superconduttivi (effetto Josephson ac). La prova

discriminante del pompaggio è fornita dalle particolari proprietà di simmetria che la corrente presenta rispetto ai parametri di controllo. La dipendenza della corrente che scorre nel nanofilo dalla frequenza di modulazione mostra un andamento lineare crescente per piccole frequenze (il cosiddetto regime adiabatico) e una soppressione ad alte frequenze. Nel regime adiabatico abbiamo stimato una carica pompata per ciclo dell'ordine di 10^{-3} elettroni. Le misure sono supportate da un'analisi teorica, basata sull'approccio di scattering dinamico, dei diversi meccanismi che danno luogo ad una corrente diretta nel nanofilo.

F. Giazotto, P. Spathis, S. Roddaro, S. Biswas, F. Taddei, M. Governale, L. Sorba, A. Josephson. “Quantum Electron Pump”, *Nature Physics* 7, 857 (2011).

117



Un nanofilo di Arseniuro di indio (InAs) è connesso a 3 contatti superconduttivi di vanadio (V), di larghezza di circa 250 nm, a formare 2 giunzioni Josephson lunghe circa 50 nm, che realizzano uno Squid (*superconducting quantum interference device*). Le estremità del nanofilo sono collegate a due elettrodi di oro (Au) che permettono la misura della corrente. La struttura è stata fabbricata con litografia a fascio elettronico ed evaporazione di metalli.

SUPERCONDUTTORI

Microstrutture frattali migliorano la superconduttività

I superconduttori ad alta temperatura critica (HTS) promettono applicazioni tecnologiche di alto impatto socio-economico, come ad esempio lo sviluppo di nuovi dispositivi elettronici per computer quantistici super-veloci, la realizzazione di treni a levitazione ad altissima velocità e nuove reti di distribuzione elettrica senza perdita di energia. Questi materiali, HTS, sono costituiti da strati paralleli di ossido di rame (nel caso dei cuprati), alternati con strati isolanti. La superconduttività si ottiene al di sotto di una temperatura critica, T_c , drogando questi materiali: ovvero si introducono atomi droganti

nei blocchi isolanti che rilasciano cariche itineranti nei piani di rame. Così facendo, è possibile passare da uno strato isolante ad uno superconduttivo cambiando giusto la concentrazione degli atomi droganti.

In tale contesto, abbiamo dimostrato che la temperatura critica, T_c , oltre che dalla concentrazione degli atomi droganti è determinata anche dalla disposizione di questi nel reticolo cristallino. Presso l'Istituto di Cristallografia del CNR a Monterotondo (Roma), si sono presi in esame cuprati superconduttori $\text{La}_2\text{CuO}_{4+y}$, dove i droganti sono costituiti da ioni di ossigeno interstiziali mobili (iO), inseriti nei blocchi $[\text{La}_2\text{O}_{2+y}]^{2-\delta}$.

Lo studio delle posizioni atomiche degli iO è stato condotto sulla linea di luce XRD₁ al ELETTRA; qui abbiamo individuato riflessioni satelliti nelle nostre misure di diffrazione, associate a superstruttura ordinata in 3D, chiamata Q_2 , dei droganti iO nel reticolo cristallino. Una volta individuata tale superstruttura, abbiamo studiato la sua

distribuzione spaziale utilizzando raggi X focalizzati su scala micrometrica, sulla beamline ID13 di ESRF. Qui abbiamo trovato che la distribuzione spaziale (figura 1a, 1b) di questi domini ordinati segue un comportamento *scale-free*, descritto da una legge a potenza (figura 2a) tipica delle strutture frattali. È stato davvero sorprendente, in seguito, scoprire che una maggiore estensione di questi domini frattali, (figura 2b) dava luogo ad una superconduttività con temperatura critica più alta. Questi risultati aprono nuove strade sia per la comprensione e il controllo del meccanismo superconduttivo, sia per la sintesi e il design di nuovi dispositivi superconduttivi.

M. Fratini, N. Poccia, A. Ricci, G. Campi, M. Burghammer, G. Aeppli & A. Bianconi. "Scale-free structural organization of oxygen interstitials in $\text{La}_2\text{CuO}_{41+y}$ ", *Nature*, 466 (2010) pp. 841-844.

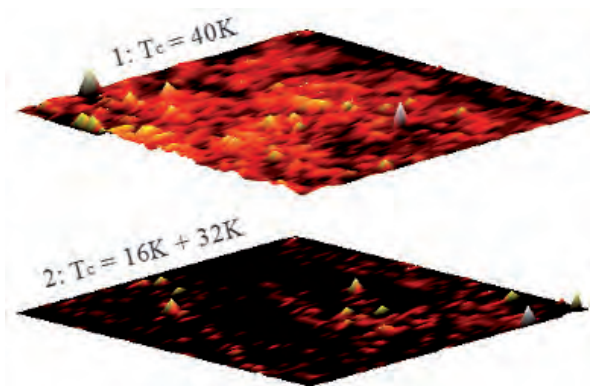


Figura 1. Mappa delle intensità della superstruttura Q_2 per due campioni [600 x 400] microns: a) il primo con $T_c = 40\text{K}$ e b) il secondo con due fasi superconduttive a T_c più bassa (16K e 32K).

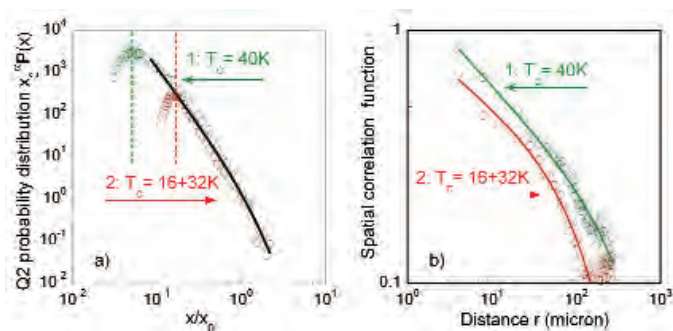


Figura 2. a) distribuzioni di probabilità e (b) funzioni di correlazione spaziale dell'intensità della superstruttura Q_2 per i due campioni (1 e 2) di Fig. 1. Il regime *scale-free* rappresentato dagli andamenti a potenza, (linee nere in a), è associato alla geometria frattale della microstruttura Q_2 ; le lunghezze di correlazione spaziali sono più grandi per i campioni con grande T_c .

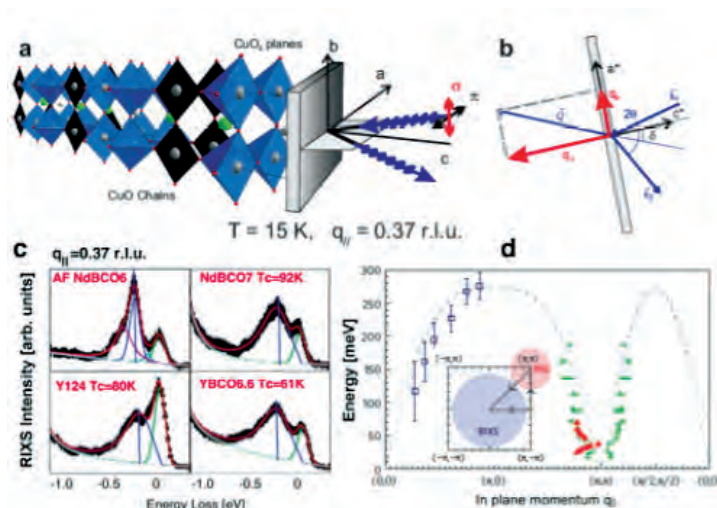
SUPERCONDUTTIVITÀ

Eccitazioni magnetiche e superconduttività ad alta temperatura critica

Lo stato di conduzione elettrica di tipo superconduttivo nei solidi trae origine da un'interazione attrattiva tra i portatori di carica, siano essi elettroni o lacune. La temperatura critica (T_c) della transizione superconduttiva dipende dall'energia caratteristica dell'interazione. Nel caso dei superconduttori tradizionali l'interazione è di tipo fononico, cioè mediata da "quanti" di vibrazioni reticolari che hanno un'ener-

gia dell'ordine di poche decine di meV, così che T_c è di pochi kelvin. Nei superconduttori ad alta temperatura critica (HTS), la T_c è maggiore di un ordine di grandezza, fino a 125K. A 25 anni dalla scoperta degli HTS, non è ancora stata chiarita la natura dell'interazione all'origine di T_c così elevate. Tutti gli HTS si ottengono drogando per via chimica dei composti "genitori" isolanti e caratterizzati da un ordine antiferromagnetico molto stabile. Per questa ragione si ipotizza che le elevate T_c possano essere spiegate da eccitazioni (o fluttuazioni) magnetiche, che in questi materiali hanno energie dell'ordine di alcune centinaia di meV. Mancava sinora un'evidenza sperimentale diretta che lo spettro di tali eccitazioni magnetiche sia abbastanza intenso.

Il Politecnico di Milano e l'Istituto CNR-SPIN, in collaborazione con il Max-Planck Institut di Stoccarda, hanno condotto esperimenti fondamentali sulle eccitazioni magnetiche negli HTS. I risultati, ottenuti presso il sincrotrone svizzero SLS, del Paul Scherrer Institut, sono frutto dei recenti progressi nelle tecniche di diffusione anelastica risonante di raggi X (*Resonant Inelastic X-ray Scattering, RIXS*). È stato utilizzato SAXES, lo spettrometro ad alta risoluzione della beamline ADDRESS di SLS progettato e costruito presso il Politecnico di Milano. Nel lavoro è stata studiata l'evoluzione in funzione del drogaggio, e quindi di T_c , delle eccitazioni elementari magnetiche in un'ampia famiglia di HTS di composizione chimica $YBa_2Cu_3O_x$ [1-3]. Contrariamente a quanto precedentemente ipotizzato sulla base di esperimenti di diffusione di neutroni, si è scoperto che tali eccitazioni magnetiche coesistono con la superconduttività, e che il loro peso spettrale è sostanzialmente conservato a tutti i livelli di drogaggio. Tali risultati, quindi, rivelano che l'alta temperatura critica potrebbe effettivamente essere attribuita a un'interazione magnetica tra i portatori di carica. Naturalmente, ulteriori studi teorici e sperimentali sono necessari per chiarire la relazione tra eccitazioni magnetiche e superconduttività ad alta T_c .



a,b) Rappresentazione della geometria di scattering usata nell'esperimento RIXS.
 c) Tipici spettri RIXS sui seguenti composti: $Nd_{1.2}Ba_{1.8}Cu_3O_6$ (NdBCO6), antiferromagnetico (AF) e non drogato; ottimamente drogati $Nd_{1.2}Ba_2Cu_3O_7$ (NdBCO7 $T_c=92K$) e $Y_{1.24}Ba_2Cu_4O_8$ (Y124 $T_c=80K$); sotto-drogato $Y_{1.24}Ba_2Cu_3O_{6.6}$ (YBCO6.6 $T_c=61K$). Le linee verticali blu indicano la posizione approssimativa del picco associato alle eccitazioni magnetiche.
 d) Relazione di dispersione energia-momento ottenuta dai dati RIXS sul composto YBCO6.6 (quadrati blu) e risultati ottenuti mediante diffusione anelastica di neutroni (INS) (croci verdi e triangoli rossi). Le linee mostrano i risultati teorici validi per i composti "genitori" antiferromagnetici, usando un modello di Heisenberg. Il pannello interno mostra la zona di Brillouin e le regioni accessibili dalle tecniche RIXS e INS.

[1] M. Le Tacon, et al. "Intense paramagnon excitations in a large family of high-temperature superconductors", *Nature Physics*, 7 (2011), 725-730. [2] Matthias Vojta. "Magnetic fluctuations revealed", *Nature Physics news&views*, 7 (2011), pp. 675-676. [3] Johanna Miller. "Short-range spin waves may underlie high-temperature superconductivity", *Physics Today search&discovery*, September (2011), pp.13-14.

SUPERCONDUTTORI

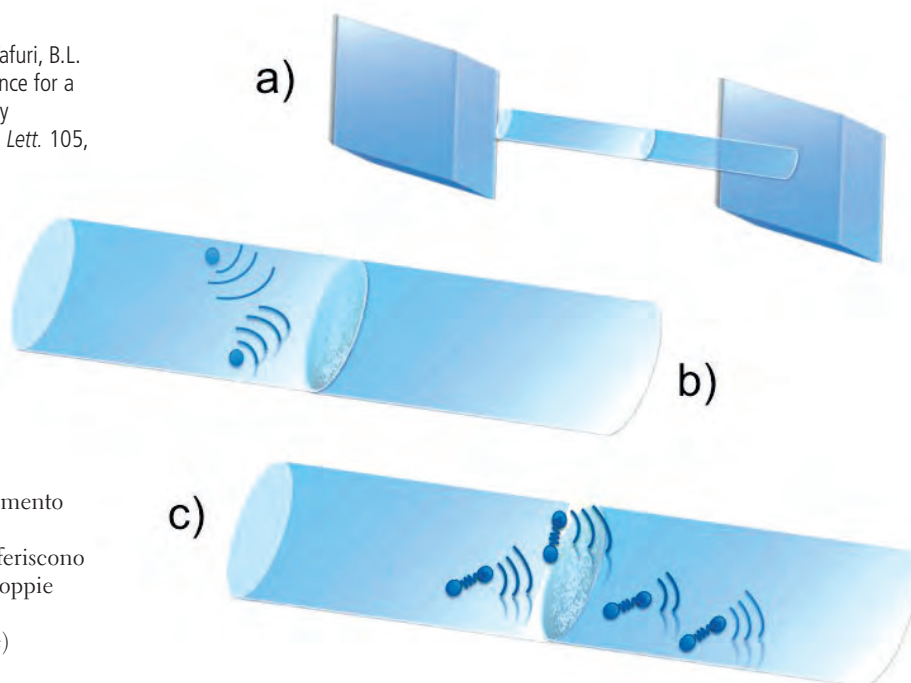
Dispositivi superconduttivi mesoscopici ad alta temperatura critica

La futura tecnologia dell'informazione e la prossima generazione di computer beneficerà degli sviluppi nel campo dei dispositivi quantistici. La nanolitografia moderna permette di costruire dispositivi elettronici sempre più piccoli ma è molto vicina ai suoi limiti fisici. La superconduttività di elettroni non-dissipativi realizza stati quantistici macroscopici (MQS). Giunzioni superconduttore-isolante-superconduttore (Josephson) rappresentano il sistema d'eccellenza per misurare e manipolare MQS. Superconduttori cuprati ad alta temperatura critica T_c

(HTS) sono materiali con proprietà esotiche, dovute alla forte correlazione elettronica, ancora in parte incomprese. Durante gli scorsi anni è stato possibile costruire dispositivi ibridi su scala mesoscopica in cui andamenti quantistici, dipendenti dal campione, a bassa temperatura danno luogo a robusti fenomeni universali, indipendenti dal disordine, molto promettenti in vista di applicazioni in metrologia e computazione quantistica. Uno degli obiettivi del nostro gruppo, presso il CNR-SPIN, è di investigare la competizione tra coerenza superconduttiva e disor-

dine mesoscopico. La natura intrinseca degli HTS genera una gerarchia anomala di scale di lunghezze tali che la coerenza mesoscopica prevalga sull'ordine superconduttivo nel nanocontatto realizzato al bordo di grano tra due regioni superconduttive. Ciò rende molto stabile il canale di conduzione in cui quasiparticelle antinodali di alta energia riescono ad interferire coerentemente con tempi di decadimento estremamente elevati. Questo ci ha consentito di comprendere in dettaglio il tunnel quantistico macroscopico misurato a bassissime temperature nelle nostre giunzioni Josephson di $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-x}$. Nel nostro lavoro, riportiamo l'osservazione di una nuova manifestazione di coerenza mesoscopica: una minigap nello spettro di eccitazione di una giunzione Josephson HTS a bordo di grano, che nessuno ha mai osservato in misure di trasporto prima del nostro contributo. Ci aspettiamo che lo studio di superconduttori nanostrutturati offrirà ancora risultati molto interessanti.

P. Lucignano, D. Stornaiuolo, F. Tafuri, B.L. Altshuler, A. Tagliacozzo. "Evidence for a minigap in YBCO grain boundary Josephson Junctions", *Phys. Rev. Lett.* 105, 147001 (2010).



a) Schema del nano-canale di YBaCuO ; b) e c) ingrandimento del bordo di grano (GB). Le quasi particelle che interferiscono e il processo di trasporto di coppie attraverso il bordo di grano GB sono raffigurate in b) e c) rispettivamente.

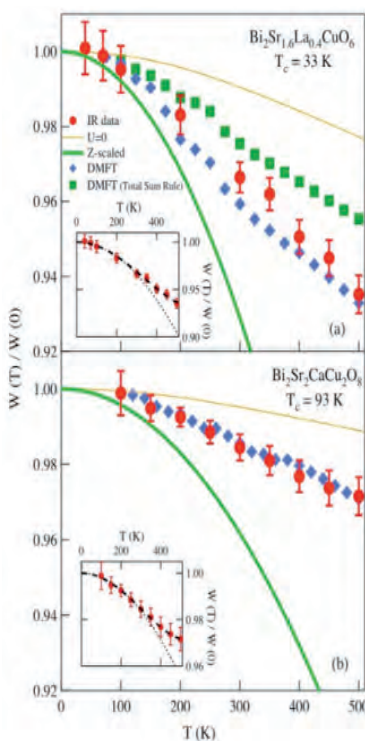
SUPERCONDUTTORI

Studio ottico ad alta temperatura dei cuprati basati sul bismuto

Fin dalla loro scoperta nel 1986, la ricerca sui cuprati superconduttori (perovskiti contenenti uno o più piani rame-ossigeno per cella unitaria) si è ovviamente concentrata sulle loro proprietà di bassa temperatura, come la superconduttività e la cosiddetta pseudogap. Quest'ultima è una zona di stati vuoti che si apre nella superficie di Fermi dei portatori quando il drogaggio è più basso di quello ottimale. Tuttavia, gli stessi effetti che causano questi fenomeni, come la repulsione di Hubbard elettrone-elettrone (anche detta correlazione), possono influenzare anche le proprietà di alta T .

Per esempio, il limite Ioffe-Regel per la saturazione della resistività (dove la diffusione dei portatori dai fononi è così forte da localizzarli) non viene osservata alle temperature previste. Inoltre, il comportamento ad alta T può fornire molte informazioni sulla vera natura delle eccitazioni fermioniche che, a bassa T , possono essere mascherate da fenomeni di ordinamento di carica.

Nonostante ciò, le proprietà di alta T dei cuprati sono state poco studiate fino ad oggi. Il lavoro che viene presentato qui è, per quanto ne sappiamo, il primo studio ottico di due cuprati basati sul Bi, dalla loro temperatura cri-



Il peso spettrale $W(T)$ del Bi-2201 (a) e del Bi-2212 (b), entrambi a drogaggio ottimale, normalizzato al valore estrapolato a $T = 0$ (punti rossi) viene confrontato con i risultati dei calcoli DMFT (rombi azzurri) del modello di Hubbard a una banda. L'inserito mostra la deviazione dei dati ad alta T dal consueto sviluppo di Sommerfeld arrestato al primo ordine (curva punteggiata). La linea tratteggiata, che si adatta bene ai dati, è invece lo sviluppo di Sommerfeld con l'inclusione del secondo termine in T^4 .

D. Nicoletti, O. Limaj, P. Calvani, G. Rohringer, A. Toschi, G. Sangiovanni, M. Capone, K. Held, S. Ono, Yoichi Ando, and S. Lupi. "High-Temperature Optical Spectral Weight and Fermi-liquid Renormalization in Bi-Based Cuprate Superconductors", *Physical Review Letters*, 105 (2010), 077002, pp. 1-4.

tica T_c (dove scompare la superconduttività) fino a 500 K. Abbiamo misurato la loro conducibilità ottica $\sigma(\omega)$ e il peso spettrale $W(\Omega, T)$ (l'integrale di $\sigma(\omega)$ fino a una frequenza di taglio Ω).

La dipendenza da T dell'energia cinetica dei portatori (che è proporzionale a $W(T)$) viene descritta in termini dello sviluppo di Sommerfeld, che di solito è arrestato al primo termine in T^2 . Noi abbiamo trovato che, sopra 300 K, $W(T)$ devia dal comportamento T^2 in entrambi i composti, sebbene l'estrapolazione alla conducibilità in continua $\sigma(\omega \rightarrow 0)$ rimanga ben lontana dal limite di Ioffe-Regel. Come è mostrato nella figura, la deviazione è ben descritta secondo termine dello sviluppo di Sommerfeld, cioè quello in T^4 . È sorprendente che, a dispetto di tutte le anomalie che presenta il comportamento dei superconduttori ad alta T_c , essi possano venire descritti da un modello di liquido di Fermi fino a una temperatura così alta come 500 K. Tuttavia, abbiamo anche trovato che i coefficienti di T^2 e di T^4 sono fortemente accresciuti dalle correlazioni, come hanno dimostrato i calcoli in campo medio dinamico (DMFT) che completano il nostro lavoro e che sono riportati nella figura.

SUPERCONDUTTIVITÀ

I raggi X disegnano dispositivi superconduttivi su scala sub-micrometrica

122

La disposizione di “difetti” (per esempio atomi droganti) in una struttura atomica rappresenta un elemento chiave per la determinazione della funzionalità in molti materiali utilizzati (ad es. come catalizzatori, dispositivi semiconduttori, superconduttori, ecc.). Nei materiali superconduttori, la superconduttività ad alta temperatura critica, T_c , si ottiene grazie all'introduzione di difetti, costituiti p. es. da ossigeni mobili interstiziali, i-O. In un recente lavoro, condotto presso il sincrotrone ESRF a Grenoble e pubblicato su *Nature* nel 2010, abbiamo dimostrato che tale temperatura critica, oltre che dalla concentrazione degli i-O è determinata dalla di-

sposizione di questi nel reticolo cristallino: in particolare, un maggiore ordinamento di i-O dà luogo a T_c più elevate.

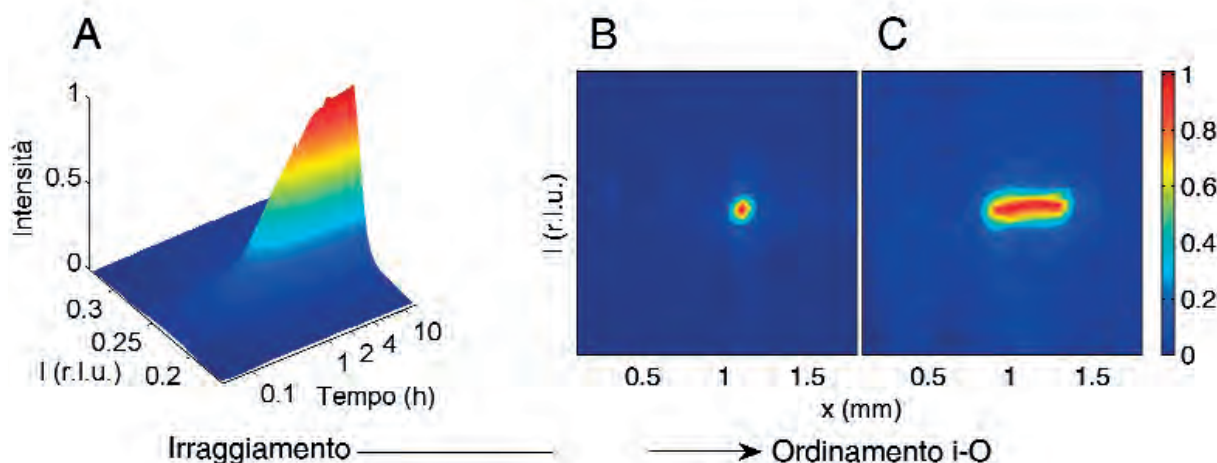
Data quindi l'importanza di tali difetti, assume grande interesse la possibilità di controllare e manipolare la loro disposizione ed il loro ordinamento mediante stimoli esterni quali p. es. trattamenti termici, ed elettromagnetici. In questo contesto, il nostro lavoro propone una nuova tecnologia per la produzione di regioni superconduttive, derivanti dall'ordinamento “controllato” di i-O, y , in composti ceramici, ossidi di lantanio e rame, La_2CuO_{4+y} . Tale tecnologia è basata sulla seguente osservazione sperimentale: opportune dosi di radiazione, al di sopra di una certa soglia e ad una determinata temperatura, sono in grado di ordinare gli i-O (figura 1a). Tale effetto risulta inoltre, essere confinato nelle zone colpite dalla radiazione (figura 1b, 1c), dando luogo ad un significativo aumento della temperatura critica superconduttiva. In questo modo, un dispositivo elettronico superconduttivo potrebbe essere prodotto tracciando domini ordinati di i-O attraverso l'irraggiamento

di un fascio di raggi X utilizzato come “pennello”, la cui dimensione può spingersi sino a scale nanometriche grazie alle moderne ottiche focalizzanti.

Tale controllo della superconduttività su scala nanometrica apre nuove possibilità tecnologiche in diversi settori; importanti ricadute potrebbero aversi nel campo medico, aumentando le capacità di mezzi diagnostici, (ad es. MEG), rendendoli in grado di localizzare le sorgenti patologiche, con alta precisione.

N. Poccia, M. Fratini, A. Ricci, G. Campi, L. Barba, A. Vittorini-Orgeas, G. Bianconi, G. Aeppli, A. Bianconi. “Evolution and Control of Oxygen Order in a Cuprate Superconductor”, *Nature Materials*, 10, (2011), pp. 733-736.

Figura 1. (A) Intensità del picco di diffrazione associato alla superstruttura creata dall'ordinamento i-O, in funzione del tempo di irraggiamento, lungo la direzione l del reticolo reciproco. Ordine i-O, ottenuto mediante irraggiamento sulla posizione x del campione, in una zona (B) $[100 \times 100] \mu\text{m}$ e in una zona (C) $[400 \times 100] \mu\text{m}$.



SEMICONDUTTORI

Scoperta di un nuovo meccanismo di stabilizzazione delle superfici semiconduttrici

Nella corsa alla miniaturizzazione la maggior parte dei dispositivi è costituita da superfici e interfacce. Perciò è cruciale capire e controllare i processi che determinano la formazione della superficie e la sua struttura. Le superfici si organizzano in modo da raggiungere l'energia più bassa possibile. In un'ampia gamma di superfici orientate nella direzione (001), questo avviene attraverso la formazione di legami tra dimeri in superficie che non sono presenti nel cristallo sottostante. Esiste una regola generale che determina quali configurazioni di dimeri rendono la superficie stabile e semi-

conduttrice. La superficie di Antimoniuro di Gallio ($\text{GaSb}(001)$), nella fase ricca di antimonio, è stata considerata un caso esemplare in cui questa regola non vale. Gli esperimenti hanno infatti dimostrato che la superficie è metallica piuttosto che semiconduttrice e i calcoli teorici hanno determinato che la sua energia di superficie è molto alta. Mentre superfici simili formano catene di dimeri corte, $\text{GaSb}(001)$, caso unico, forma catene lunghe e questa sua caratteristica per anni è rimasta un mistero per la scienza delle superfici.

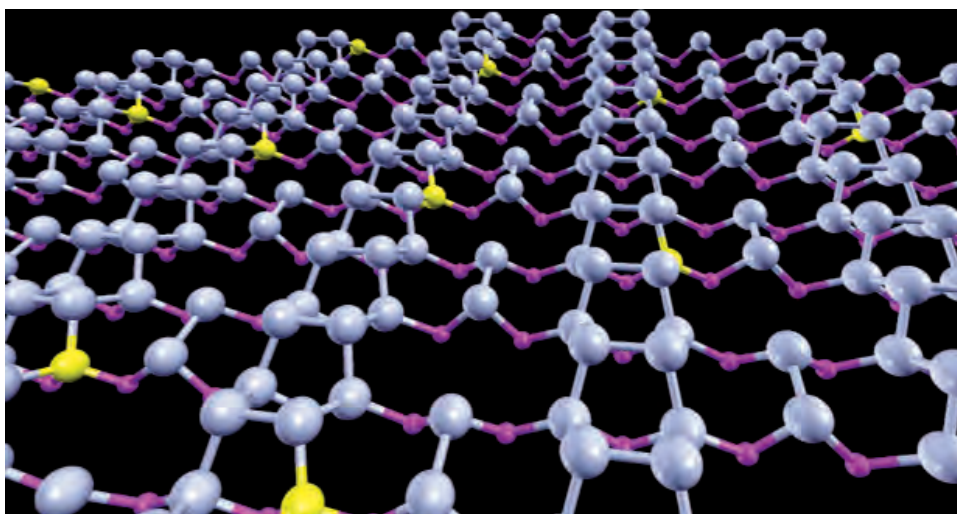
I ricercatori dell'Istituto per i Si-

stemi Complessi di Roma e dell'Istituto di Nanoscienze di Modena S3 hanno risolto questo enigma effettuando precise simulazioni atomistiche della struttura e delle proprietà ottiche del $\text{GaSb}(001)$. Hanno così trovato una prova evidente che, al di sotto della catena di dimeri, si formano dei difetti che intrappolano gli elettroni in eccesso. Questo meccanismo rende stabili le lunghe catene di dimeri. Inoltre hanno dimostrato che è proprio l'esistenza delle lunghe catene ricche di elettroni a determinare la formazione dei difetti, come parte di un equilibrio delicato tra le energie di deformazione e di legame superficiali. La comprensione di questo insolito meccanismo apre nuove possibilità per la ingegnerizzazione controllata di superfici e interfacce attraverso l'uso di sonde elettroniche durante la loro crescita.

Conor Hogan, Rita Magri, Rodolfo Del Sole. "Spontaneous formation of surface antisite defects in the stabilization of the Sb-rich $\text{GaSb}(001)$ surface", *Physical Review Letters* 104, (2010) pp. 157402.

123

I difetti di Ga (in giallo) aiutano a stabilizzare le ricostruzioni con lunghe catene della superficie $\text{GaSb}(001)$.



SEMICONDUTTORI

Verso una nuova classe di simulatori quantistici a stato solido

Nel rapido sviluppo della fisica e della tecnologia dei materiali, fenomeni quantistici sempre più raffinati e complessi assumono un ruolo centrale: comprendere e predire il comportamento della materia può diventare un compito piuttosto arduo. Moltissimi sono i gradi di libertà in gioco, spesso tra loro strettamente intrecciati. I modelli sono talmente complessi che anche il più potente dei computer può fare ben poco. In questo contesto, apparentemente senza speranza, la natura stessa ci offre una via di uscita: sfruttare sistemi artificiali per emulare le proprietà di stato fondamentale e la dinamica di tali modelli complessi. Sono questi i simulatori quantistici,

che permettono agli scienziati di studiare, controllare e manipolare fenomeni quantistici in laboratorio. L'onerosa soluzione di sofisticati modelli non è quindi affidata a potenti supercomputer ma alla natura stessa. A partire dall'iniziale intuizione di R.P. Feynman, varie tecnologie sono state sperimentate per la realizzazione di questi simulatori quantistici: atomi freddi, cristalli fotonici, trappole ioniche, ecc. Tra queste promettenti proposte s'inserisce il nuovo dispositivo di cui tratta questo lavoro, che rappresenta il primo simulatore quantistico a semiconduttore. Il prototipo rappresenta un primo passo verso la realizzazione di una nuova classe di simulatori quantistici a stato solido, che potrebbero portare a importanti sviluppi verso la comprensione dei comportamenti quantistici della materia. Grazie alle più evolute tecniche di nanofabbricazione gli autori sono stati infatti in grado di realizzare un reticolo a nido d'ape sulla superficie di un'eterostruttura a semiconduttore basata

sull'arseniuro di gallio. Gli elettroni confinati all'interno di questo reticolo risultano fortemente interagenti, rendendo questo sistema interessante per investigare l'impatto delle interazioni elettrone-elettrone sulle proprietà di cristalli con struttura a nido d'ape, come ad esempio il grafene, un materiale di grande interesse tecnologico. Le misure di diffusione anelastica di luce condotte dagli autori hanno evidenziato la presenza di nuovi modi collettivi (figura 1b), che descrivono il comportamento di un insieme di molte particelle in forte interazione, radicalmente diverso da quello di una di esse presa singolarmente o anche dalla sovrapposizione di tutte. Un'accurata analisi teorica ha permesso di ricondurre l'origine di questi modi alle interazioni coulombiane (in cui cioè l'interazione tra due cariche elettriche è data dalla legge di Coulomb) tra gli elettroni nel reticolo. In questo modo è stato possibile intuire che il sistema simula un noto modello della fisica della materia: il modello di Hubbard.

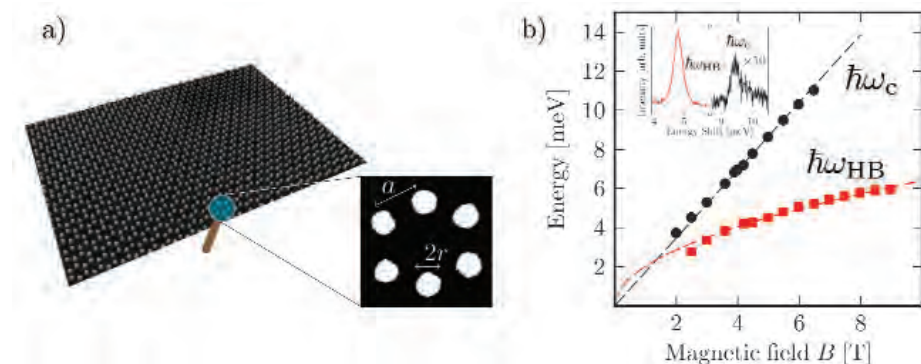
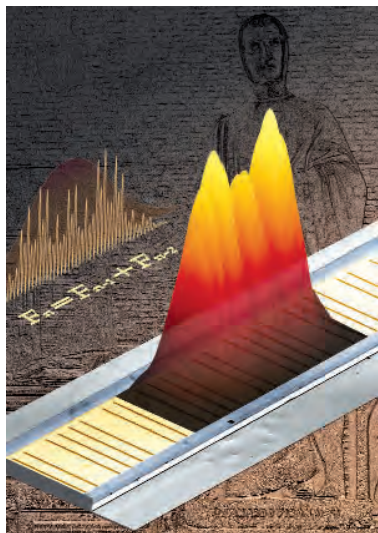


Figura 1. a) Immagine SEM (al microscopio elettronico a scansione) del reticolo artificiale a nido d'ape sulla superficie dell'eterostruttura a semiconduttore. Ingrandimento di una singola cella unitaria del reticolo ($2r \sim 60$ nm, $a \sim 130$ nm). b) Evoluzione dell'energia del modo di ciclotrone (simboli circolari neri) e del nuovo modo collettivo di frequenza ω_{HB} (quadrati rossi) ad una temperatura $T = 1.7$ K. La linea tratteggiata nera rappresenta il risultato di un fit lineare $\omega_c = eB/(mb c)$, da cui si ricava una massa efficace per l'elettrone $mb = 0.067$ me, consistente con il valore noto per GaAs (me è la massa dell'elettrone nel vuoto). La linea tratteggiata rossa rappresenta un fit con $\omega_{HB} = \alpha B^{1/2}$. Riquadro: spettri di diffusione anelastica risonante di luce in cui si possono notare il modo di ciclotrone a energia $\hbar\omega_c$ e il nuovo modo a energia più bassa, $\hbar\omega_{HB}$. Gli spettri si riferiscono a un campo magnetico $B = 5.48$ T e ad una temperatura $T = 1.7$ K.

A. Singha, M. Gibertini, B. Karmakar, S. Yuan, M. Polini, G. Vignale, M.I. Katsnelson, A. Pinczuk, L.N. Pfeiffer, K.W. West, and V. Pellegrini. "Two-dimensional Mott-Hubbard electrons in an artificial honeycomb lattice", *Science*, 332 (2011), pp. 1176-1179.

SEMICONDUTTORI

Un laser a semiconduttore in un quasi-cristallo



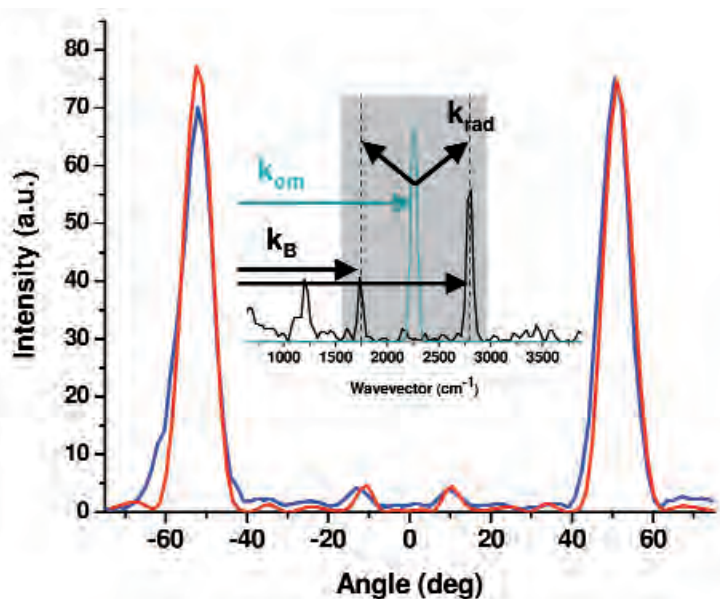
Leonardo Pisano, meglio conosciuto come Fibonacci, fu uno dei matematici più brillanti del Medioevo. Difficilmente avrebbe immaginato però che la famosa sequenza numerica, da lui originariamente sviluppata per descrivere la crescita della popolazione in una famiglia di conigli, sarebbe stata alla base di un nuovo tipo di laser a semiconduttore.

I laser a semiconduttore hanno avuto un impatto enorme sulla vita di tutti i giorni: come è risaputo, infatti, rappresentano l'elemento caratterizzante dei sistemi di archiviazione ottici (CD, blu-ray, ecc.), delle comunicazioni in fibra, dei sensori ottici, dei puntatori laser, ecc. Quando è richiesta un'alta purezza spettrale, come in spettroscopia e nelle telecomunicazioni, questa caratteristica si

ottiene in genere inserendo nella cavità laser un reticolo che produce una variazione periodica dell'indice di rifrazione (e cioè della velocità di propagazione della luce). Questo reticolo seleziona allora il modo laser la cui lunghezza d'onda corrisponde alla periodicità del reticolo.

In questo lavoro i ricercatori del CNR hanno invece impiegato un reticolo speciale che segue la sequenza di Fibonacci, realizzando quello che viene chiamato un quasi-cristallo ottico. Queste strutture, sebbene basate su una precisa regola matematica, non sono periodiche e mostrano già molte proprietà dei sistemi disordinati. È la prima volta che un diodo laser viene prodotto con questo approccio che consente una migliore flessibilità del disegno e

nuove funzionalità. Il reticolo è stato implementato nella guida d'onda metallica di un laser cosiddetto "a cascata quantica" sia per dimostrare la possibilità di controllare in maniera indipendente angolo e frequenza dell'emissione, sia per sviluppare dispositivi multi-colore in grado di operare contemporaneamente su due o più frequenze designate. Queste caratteristiche sono attualmente di grande interesse per laser nella regione spettrale del THz (cioè tra microonde e infrarosso), oggetto di ricerca intensiva per le possibili applicazioni nel settore della sicurezza. Il risultato apre inoltre la via per lo sviluppo di laser a semiconduttore in materiali completamente disordinati, dove la propagazione della luce è dominata dalla diffusione.



A sinistra: L'azione laser in un quasi-cristallo di Fibonacci. Artwork di Michele Fiaschi.

L. Mahler, A. Tredicucci, F. Beltram, C. Walther, J. Faist, H. E. Beere, D. A. Ritchie, D. S. Wiersma. "Quasi-periodic distributed feedback laser", *Nature Photon.*, 4 (2010), pp. 165-169.

A destra: Profilo d'emissione misurato (blu) e calcolato (rosso). L'insero mostra lo spettro di Bragg del reticolo e illustra il principio di operazione.

SEMICONDUTTORI

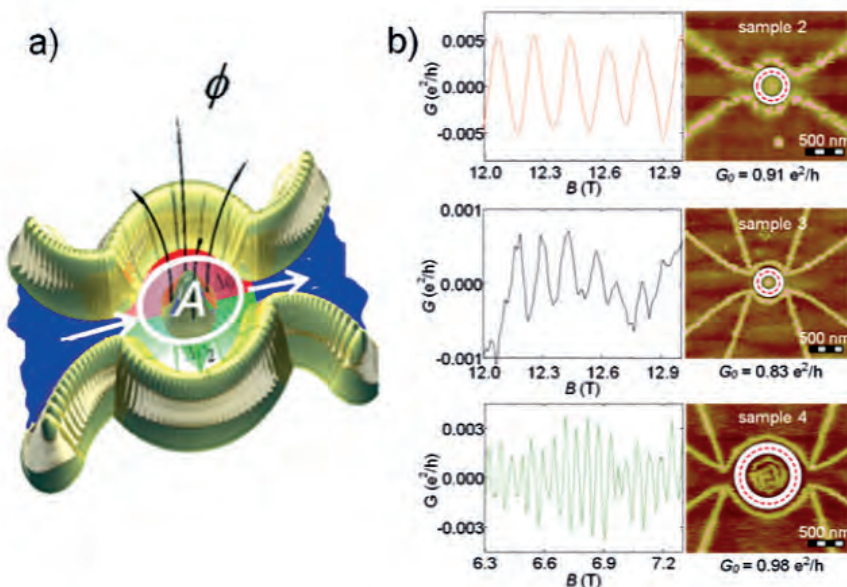
Quantizzazione dello spazio in anelli quantici di semiconduttore

Nell'ultimo ventennio, le nanostrutture di semiconduttore si sono rivelate come dei formidabili laboratori su scala mesoscopica (ossia una scala ponte tra la scala atomica e quella macroscopica) per la realizzazione di sistemi quantistici pressoché ideali. Esse rivestono quindi una potenziale importanza per le future tecnologie basate sull'informazione quantistica e sulla spintronica. Tra tali nanostrutture i cosiddetti anelli quantici, grazie alla loro geometria non semplicemente connessa, hanno permesso di osservare fenomeni di interferenza quantistica quali l'effetto Aharonov-Bohm (oscilla-

zioni periodiche della conduttanza in presenza di un campo magnetico), e rappresentano quindi l'interferometro standard nella fisica mesoscopica. Una collaborazione tra l'Istituto Officina dei Materiali del CNR, la Radboud University Nijmegen e la Ruhr-Universität Bochum ha tuttavia evidenziato l'esistenza di un nuovo tipo di oscillazioni di magnetoconduttanza ad alti campi magnetici in tali anelli, dovute alla discretezza spaziale delle orbite di Landau (orbite quantizzate di particelle cariche in campi magnetici). Le strutture studiate sono state fabbricate su sistemi elettronici bidimensionali

ad alta mobilità in eterogiunzioni GaAs/AlGaAs, tramite ossidazione anodica locale con un microscopio a forza atomica. Il periodo di queste nuove oscillazioni è determinato dal numero di quanti di flusso che penetrano la zona conduttiva dell'anello, cioè il suo bordo. Esse sono molto diverse dalle oscillazioni di Aharonov-Bohm il cui periodo è governato dal numero di quanti di flusso che penetra l'anello intero. A differenza di queste ultime inoltre, le oscillazioni da noi evidenziate sono dovute ad effetti di correlazione elettronica, piuttosto che ad origini quantistiche a singola particella.

J. M. Giesbers, U. Zeitler, M. I. Katsnelson, D. Reuter, A. D. Wieck, G. Biasiol, L. Sorba, and J.C. Maan. "Correlation-Induced Single Flux-Quanta Penetration in Quantum Rings", *Nature Physics* 6, 173 (2010), pp. 173-177.



(a) Rappresentazione schematica di un anello quantico di semiconduttore. Il periodo dell'effetto Aharonov-Bohm semiclassico è determinato dal flusso magnetico che penetra nell'area totale A dell'anello. (b) Immagini AFM di tre diversi anelli e relative oscillazioni ad alti campi. Il periodo delle oscillazioni è governato dal flusso magnetico che penetra nel bordo dell'anello (aree ombreggiate).

SEMICONDUTTORI ORGANICI

Svelato il ruolo delle interfacce nell'iniezione di spin in materiali organici

I semiconduttori organici sono materiali molto promettenti per applicazioni in dispositivi ICT (*Information and Communication Technology*). Parallelamente, la spintronica affronta nuovi paradigmi per l'elaborazione e la memorizzazione di dati e per lo sviluppo di dispositivi a basso consumo energetico. Questi due aspetti sono stati affrontati e sintetizzati in un articolo pubblicato congiuntamente su *Nature Physics* da ISMN-CNR e Unité Mixte CNRS-Thales, in cui sono stati presentati nuovi effetti

(sin.) Curva di magnetoresistenza (max. 300%) del nano-dispositivo MTJ organico. Inserto: Curva I-V. (destra) Schema dell'ibridizzazione interfacciale molecolare. Nel caso di forte accoppiamento con il materiale ferromagnetico, la polarizzazione di spin al livello di Fermi (linea tratteggiata) si inverte.

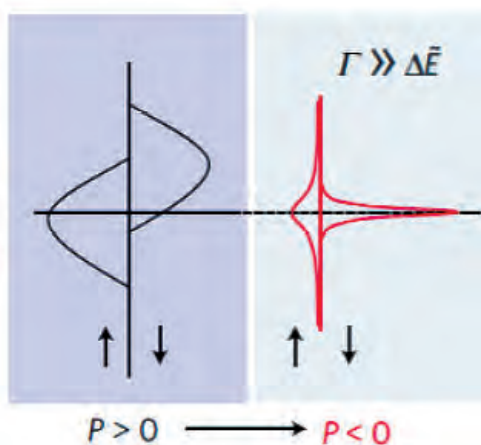
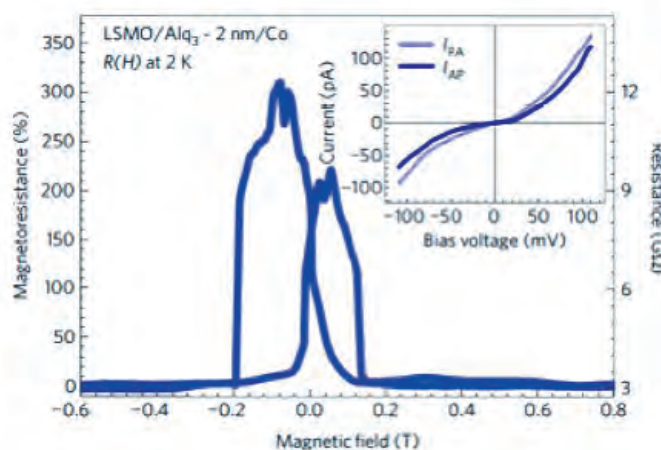
spintronici in giunzioni tunnel magnetiche (MTJ) organiche.

I risultati sono stati ottenuti nell'ambito del primo progetto finanziato dalla UE sulla spintronica organica, OFSPIN, coordinato da V. Dediu, ricercatore presso ISMN-CNR. All'interno di questo progetto comprendente 7 partner europei, la collaborazione con il gruppo Unite Mixte CNRS-Thales, guidato dal Premio Nobel Albert Fert, si è concentrata sulla fabbricazione mediante la tecnica di nanoindentazione di nano giunzioni magnetoresistive ad effetto tunnel comprendenti manganite (LSMO) e cobalto come materiali ferromagnetici e Alq₃ come barriera organica. I nanodispositivi hanno mostrato magnetoresistenza fino a 300% a basse temperature, un record di efficienza paragonabile a quanto si ottiene in MTJ inorganiche. Ciò che ha reso la ricerca ancora più affascinante è legato al segno positivo della magnetoresistenza tunnel, opposta a quella misurata in dispositivi di iniezione (risultati ottenuti in una ricerca indipendente di ISMN-CNR). Questo risultato inaspettato ha permesso di evidenziare come la funzionalità dei dispositivi spintronici organici dipenda dalle proprietà dell'interfaccia ibrida organico-inorganico.

In particolare, la variazione di segno (la selezione di spin) è dovuta all'effetto di prossimità interfacciale, che porta ad un diverso allargamento dei livelli energetici spin up e spin down del materiali organico a contatto con il materiale ferromagnetico. Anche se l'effetto è totalmente confinato a livello di interfaccia, la corrente dell'intero dispositivo ne è fortemente modificata. Il lavoro include anche un modello quantitativo che getta le basi per un "tailoring" intelligente delle proprietà magnetiche interfacciali in dispositivi ibridi.

Questa ricerca ha avuto grande rilievo ed ha permesso di tracciare l'agenda di ricerca per i prossimi anni nel campo della spintronica organica: nel 2011 è stato finanziato da UE un progetto integrato (HINTS) comprendente 14 partner europei, di cui ISMN-CNR è coordinatore, che svilupperà ulteriormente questi aspetti, cercando di stabilire un ponte tra la ricerca scientifica e possibili applicazioni tecnologiche.

C. Barraud, P. Seneor, R. Mattana, S. Fusil, K. Bouzouhouane, C. Deranlot, P. Graziosi, L. E. Hueso, I. Bergenti, V. Dediu, F. Petroff, A. Fert. "Unravelling the role of the interface for spin injection into organic semiconductors", *Nature Phys*, 6 (2010), pp. 615-620.



PIEZOELETTICITÀ

Piezoelettricità e flessoelettricità

Il Centro Democritos del CNR-IOM ha una tradizione di eccellenza nella teoria delle proprietà elettriche di materiali semiconduttori e isolanti, comprese la piezoelettricità e la ferroelettricità. Questo lavoro riguarda una proprietà meno studiata, la flessoelettricità, che è stata oggetto di pubblicazioni recenti in ricerca applicata.

L'accoppiamento elettromeccanico nei dispositivi (trasduttori e attuatori) si basa essenzialmente sulla piezoelettricità, ovvero la polarizzazione macroscopica indotta da una deformazione omogenea, o reciprocamente lo sforzo tensoriale indotto da un campo elettrico uniforme. Da qualche anno è apparso un interesse a realizzare piezodispositivi compositi, i cui componenti separatamente non sono piezoelettrici.

In essi l'accoppiamento è basato sulla flessoelettricità: polarizzazione macroscopica indotta da un gradiente di deformazione. A differenza della piezoelettricità, proibita per simmetria in cristalli di alta simmetria, la flessoelettricità esiste in qualsiasi materiale isolante. La questione principale era se la flessoelettricità fosse un effetto di volume oppure se essa dipendesse dalle condizioni della superficie del campione; tale questione era aperta prima del nostro lavoro. Vale la pena di menzionare che questione analoga circa la piezoelettricità (effetto molto più semplice) non è affatto banale, e fu oggetto di discussione fra teorici fino a una ventina d'anni fa.

Il nostro lavoro è solo il primo passo verso una teoria di volume della flessoelettricità.

In esso si considera solo il caso più semplice: un elemento in una struttura cristallina con reticolo primitivo. La teoria mostra che, in questo caso almeno, la flessoelettricità è un effetto di volume. Contrariamente a precedenti congetture errate, non c'è un contributo estrinseco (ovvero di superficie) all'effetto, che può essere formulato e calcolato come una specifica risposta lineare del solido. La stessa funzione di risposta governa anche la polarizzazione macroscopica indotta da una vibrazione reticolare (fonone) di grande lunghezza d'onda.

R. Resta. "Towards a bulk theory of flexoelectricity", *Phys. Rev. Lett.*, 105, 127601 (2010).

128

ELETTRONICA

L'elettronica indossabile ha il suo filo conduttore

Uno studio di Annalisa Bonfiglio e Giorgio Mattana dell'Istituto di Nanoscienze del Cnr e dell'Università di Cagliari, e di Beatrice Fraboni di Bologna, pubblicato su 'Organic Electronics', ha permesso di realizzare transistor da un filo di cotone, aprendo la strada alla creazione di indumenti 'intelligenti' e 'sensibili' e alla possibilità di creare interi circuiti in tessuto.

I transistor sono stati realizzati grazie a una tecnica innovativa di rivestimento dei fili di cotone con un finissimo strato di nanoparticelle d'oro e di polimeri conduttivi e semiconduttivi. Le potenzialità applicative dell'idea, da cui è nato un brevetto, sono molteplici, dal miglioramento dei biosensori indossabili, alla possibilità di avere tessuti semplici e comodi, in grado di monitorare il battito cardiaco o rilevare la temperatura corporea, utili alla realizzazione di capi per i lavoratori a rischio, per monitorare i pazienti o per atleti di sport estremi.

MAGNETISMO

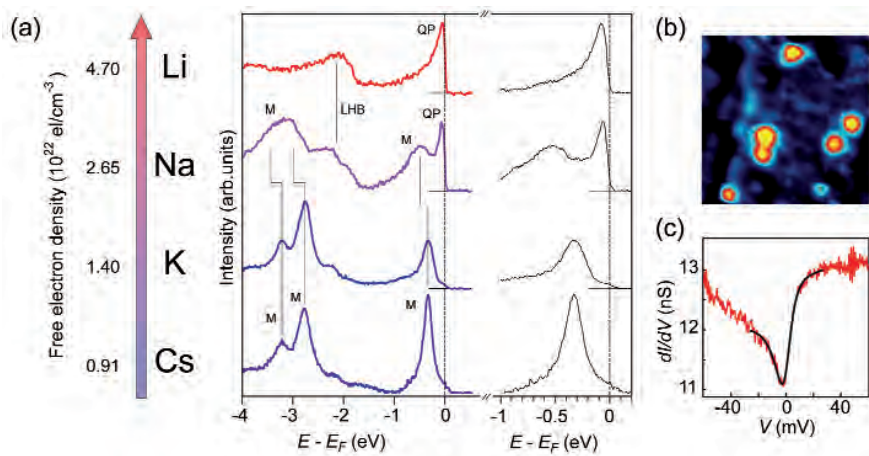
Alle frontiere del magnetismo: magneti di dimensione atomica

Materiali nanostutturati costituiti da magneti di dimensione atomica, organizzati spazialmente in modo regolare, offrono l'opportunità di estrapolare i noti principi della registrazione magnetica a nuovi campi di applicazione, che vanno dalla spintronica al calcolo quantistico. La miniaturizzazione su scala atomica di elementi magnetici funzionali richiede sia un controllo accurato dei processi di formazione delle particelle che conoscenze approfondite dei principi fisici che ne determinano il comportamento magnetico. Mentre la configurazione elettronica di un atomo isolato è definita dai numeri quantici di spin ed orbitale, i momenti magnetici tendono a scomparire nei solidi, nei

quali gli elettroni sono in grado di muoversi liberamente. Quando però le dimensioni di un materiale vengono gradualmente ridotte fino ad avvicinarsi al limite atomico, si può prevedere che sia il caso dell'atomo isolato che quello di un sistema esteso costituiscano modelli non adeguati e si pone quindi il problema di come tali sistemi possano essere propriamente descritti.

Ricercatori dell'Istituto di Struttura della Materia hanno condotto nell'ambito di un programma di ricerca della *European Science Foundation* numerosi e dettagliati studi sulle proprietà di sistemi magnetici di dimensioni ridotte alla scala sub-nanometrica ed atomica. Mediante l'uso di metodi spettroscopici e teorici avanzati sono re-

centemente riusciti a risolvere, in particolare, il caso estremo di un singolo atomo magnetico su un substrato metallico esteso, arrivando a descrivere in modo coerente e dettagliato come variando il grado di interazione avvenga una transizione continua da un momento atomico localizzato alla sua soppressione. I risultati ottenuti in questo programma di ricerca forniscono nuove informazioni su vari aspetti di interesse sia pratico che fondamentale, quali ad esempio la persistenza o meno dei momenti magnetici in oggetti di scala nanometrica, la stabilità della magnetizzazione ed il comportamento magnetico in funzione della temperatura, illustrando così come materiali di scala atomica offrano una estrema flessibilità nella progettazione di proprietà magnetiche funzionali.



Spettri di fotoemissione da atomi di Fe isolate su diversi substrati metallici ed immagine di microscopia STM.

C. Carbone, M. Veronese, P. Moras, S. Gardonio, C. Grazioli, P. H. Zhou, O. Rader, A. Varykhalov, C. Krull, T. Balashov, A. Mugarza, P. Gambardella, S. Lebègue, O. Eriksson, M. I. Katsnelson, and A.I. Lichtenstein. "Correlated Electrons Step by Step: Itinerant-to-Localized Transition of Fe Impurities in Free-Electron Metal Hosts", *Physical Review Letters*, 104 (2010), pp. 117601-117604.

MAGNETISMO

Isolanti topologici per i dispositivi spintronici del futuro

La spintronica è la disciplina che studia la possibilità di realizzare dispositivi elettronici in cui le informazioni siano trasportate dallo spin, la quantità “elementare” magnetica, e non più dalla carica degli elettroni, cioè dalla corrente elettrica. Il comportamento degli

elettroni in un solido definisce anche la capacità di condurre o meno corrente, cioè l'essere rispettivamente conduttore o isolante. Una nuova classe di materiali, gli isolanti topologici, rappresenta un ottimo candidato per i futuri dispositivi spintronici. Gli isolanti topologici hanno la peculiarità di essere isolanti al loro interno e conduttori in superficie. Inoltre, le leggi della meccanica quantistica stabiliscono che alla superficie di questi particolari materiali la direzione degli spin elettronici è completamente determinata dalla direzione del moto dell'elettrone, mentre in un normale metallo le due direzioni sono del tutto scorrelate. Quindi

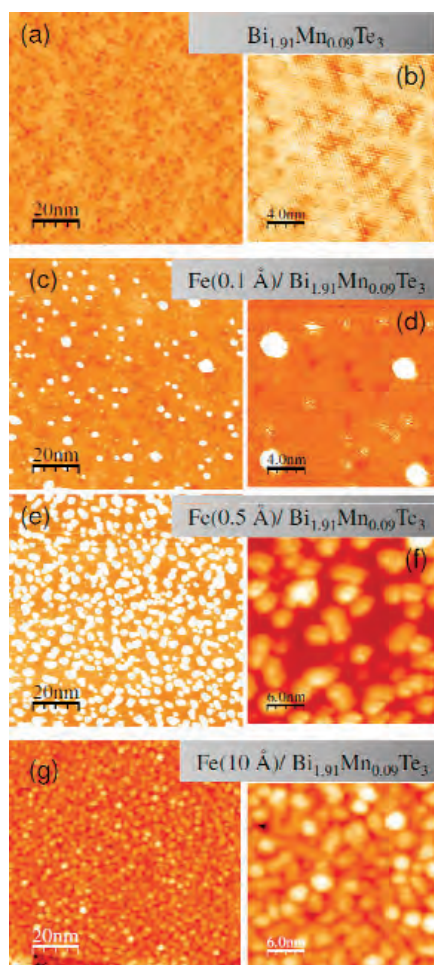
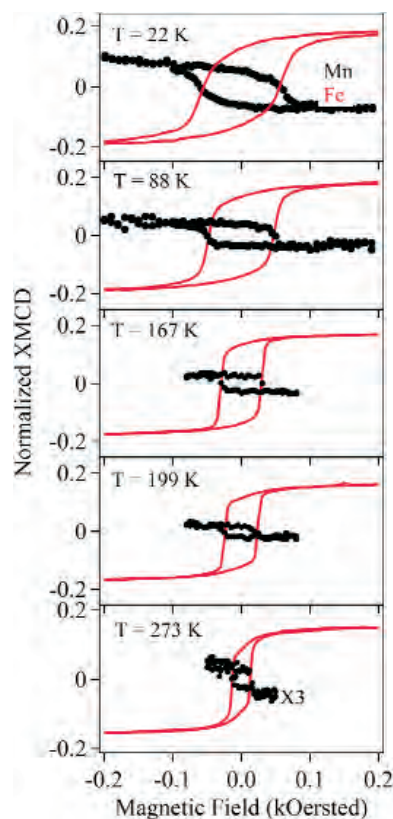


Immagine da microscopio a scansione ad effetto tunnel (STM) delle superfici di $\text{Bi}_{1.91}\text{Mn}_{0.09}\text{Te}_3$ pure e coperte di Fe (sinistra, topografia $100 \times 100 \text{ nm}^2$; destra, immagini a risoluzione atomica). Nelle parentesi è indicato lo spessore del ferro in Angstrom (\AA ; $1 \text{ \AA} = 10^{-10} \text{ m}$). In (a) e (b), le macchie triangolari scure corrispondono agli atomi di manganese. In (c, f) gli atomi di Fe (macchie bianche) allo spessore di 0.5 \AA (e, f), le isole di ferro convergono a un valore comune. Al di sopra di 6 \AA di spessore, un segnale magnetico proveniente dal ferro è misurato anche a temperatura ambiente.



Cicli di isteresi magnetica con sensibilità all'elemento chimico (Mn e Fe) misurati in funzione della temperatura (K).

Sapendo che l'area racchiusa dalla curva di isteresi è proporzionale all'energia magnetica immagazzinata dal sistema si nota la presenza di un robusto accoppiamento magnetico, guidato dalla magnetizzazione dello strato di ferro. L'accoppiamento magnetico è confermato anche dal fatto che sia il campo coercitivo (larghezza dei cicli) che il segnale magnetico (altezza dei cicli) varia in accordo per Fe e Mn al variare della temperatura. La magnetizzazione del manganese, anche se ridotta, è presente anche a temperatura ambiente e la sua orientazione è opposta a quella del ferro come mostrato dal verso dei cicli di isteresi.

gli elettroni (ed il loro spin) viaggiano su una “superstrada” con corsie preferenziali, senza collisioni (cioè senza produrre calore), una caratteristica potenzialmente rivoluzionaria per la spintronica, una volta trovato il modo per controllare le proprietà magnetiche di un isolante topologico.

Nel presente studio condotto presso il laboratorio TASC dell'IOM -

CNR e l'ISMN-CNR è stato effettuato un passo in tale direzione; si è infatti dimostrato che è possibile accoppiare le proprietà magnetiche dell'isolante topologico con quelle di uno strato di materiale magnetico cresciuto *ad-hoc* e controllabile in temperatura e spessore. Tale accoppiamento magnetico rimane ben definito anche a temperatura ambiente, aprendo

in tal modo la strada all'utilizzo degli isolanti topologici nelle applicazioni spintroniche.

I. Vobornik, U. Manju, J. Fujii, F. Borgatti, P. Torelli, D. Krizmancic, Y.S. Hor, R.J. Cava, G. Panaccione. “Magnetic Proximity Effect as a Pathway to Spintronic Applications of Topological Insulators”, *Nano Letters* 11 (2011), pp.4079-4082.

MAGNETISMO MOLECOLARE

Una ragnatela di grafene per intrappolare molecole magnetiche

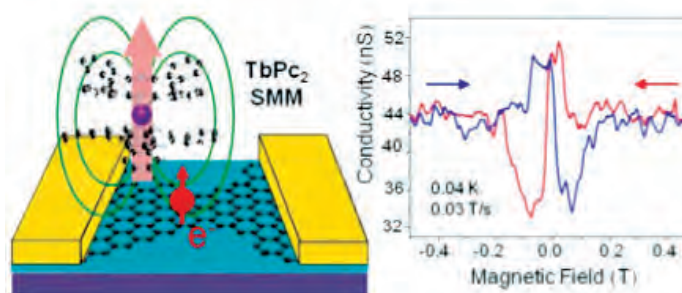
Tra le potenzialità delle molecole magnetiche, sorta di nano-calamite di pochi miliardesimi di metro, c'è quella di poter funzionare come la più piccola unità nella quale registrare un *bit* di informazione. Per sviluppare nuove generazioni di memorie magnetiche con densità sempre crescente diventa cruciale poter leggere minuscole strutture magnetiche che nel prossimo futuro dovranno avere dimensioni confrontabili con quelle di una molecola. Il dispositivo ultra-sensibile che abbiamo realizzato presso l'Istituto di Nanoscienze del Cnr di Modena consente di leggere una memoria magnetica di queste dimensioni. Per realizzarlo abbiamo depositato molecole magnetiche su uno strato di grafene, foglio monoatomico di carbonio, che ha funzionato come una sorta di sensibilissima ragnatela in grado di intercettare il flusso magnetico di

una molecola, e di produrre un segnale elettrico quando la molecola inverte la sua polarità magnetica. Il risultato è l'esito di tre anni di ricerca e una serie di traguardi intermedi. Le misure sono state fatte a temperature prossime allo zero assoluto, per vedere soltanto le proprietà fondamentali del grafene e delle molecole e limitare il rumore.

Questo risultato apre almeno due strade importanti: da un lato il nuovo dispositivo si comporta come una valvola magnetica simile a quelle utilizzate nelle testine degli hard disks oggi in commercio, ma con dimensioni laterali almeno

100 volte più piccole. Dall'altro, è anche possibile pensare ad applicazioni nella rivelazione di molecole biologiche marcate con una molecola magnetica, da usare per i sensori integrati nei cosiddetti *lab-on-a-chip*. La strada da percorrere per avere dispositivi funzionanti in condizioni ambientali ordinarie è ancora lunga, ma la ricerca ha confermato che esistono oggi tutti i presupposti per sviluppare questi elementi.

Andrea Candini, Svetlana Klyatskaya, Mario Ruben, Wolfgang Wernsdorfer and Marco Affronte. “Graphene Spintronic Devices with Molecular Nanomagnets”, *Nano Letters* 11 (2011), 2634-2639.

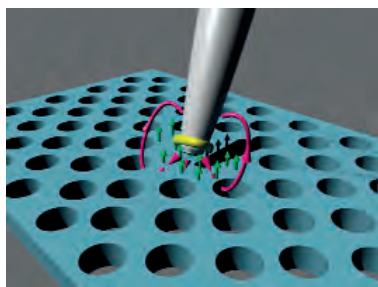


Dispositivo realizzato da una nanostruttura di grafene e da molecole magnetiche con spin: le cariche elettriche che passano nella ragnatela di grafene “sentono” il flusso magnetico generato dalla molecola magnetica e ne rivelano l'inversione della sua magnetizzazione. Le variazioni di conducibilità misurate sul dispositivo mostrano un comportamento tipico di una valvola di spin, dispositivo spintronico utilizzato nelle testine di lettura degli hard disks.

CAMPI MAGNETICI

Misura del campo magnetico di micro-cavità a cristallo fotonico

Il recente sviluppo della fotonica ha permesso di realizzare dispositivi in cui la distribuzione del campo elettromagnetico è controllata su volumi sub-micrometrici; ad esempio è possibile confinare luce in cavità ottiche di dimensioni paragonabili alla lunghezza d'onda della luce stessa. Questi risultati hanno generato un rinnovato interesse nel campo della nano-ottica che permette di ottenere una conoscenza dettagliata della distribuzione spaziale del campo elettromagnetico in sistemi con dimensioni sub-micrometriche.



Rappresentazione schematica interazione punta-campione. La regione attiva della punta del microscopio a campo vicino interagisce con il campo magnetico perpendicolare al piano della cavità.

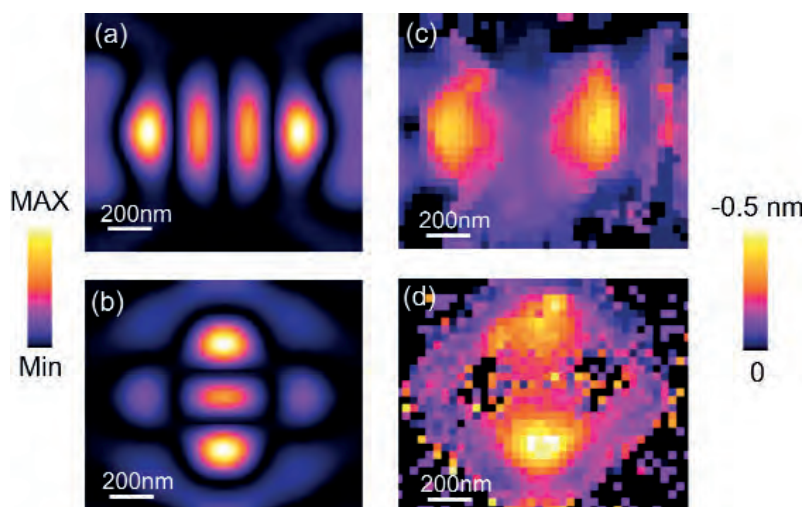
In strutture fotoniche la misura della componente magnetica del campo risulta più difficilmente accessibile di quella elettrica in quanto l'interazione magnetica luce-materia a frequenze ottiche è debole.

In questo lavoro abbiamo dimostrato che è possibile aumentare l'interazione con il campo magnetico in una micro-cavità a cristallo fotonico e che sfruttando tale interazione si riesce a mappare la distribuzione spaziale del campo elettromagnetico nella cavità stessa. In particolare, abbiamo misurato la distribuzione dell'intensità del campo magnetico in una micro-cavità a cristallo fotonico utilizzando un microscopio a scansione a campo vicino con punte dielettriche rivestite di Alluminio.

Tale rivestimento in corrispondenza dell'apertura della punta agisce come un anello conduttivo in cui è indotta una corrente elettrica per la legge di Faraday-Newmann. Quest'anello conduttivo

crea un momento magnetico indotto opposto a quello di cavità. La perturbazione risultante modifica a sua volta l'ambiente magnetico della struttura fotonica provocando uno spostamento spettrale dei modi di cavità verso alte frequenze, che può essere misurato e utilizzato per mappare con precisione la distribuzione spaziale del campo magnetico normale al piano della micro-cavità stessa. Ricostruendo una mappa spaziale di tale spostamento è possibile ottenere la distribuzione spaziale del campo magnetico normale al piano della micro-cavità con alta risoluzione. I dati sperimentali ottenuti sono in ottimo accordo con le previsioni teoriche.

S. Vignolini, F. Intonti, F. Riboli, L. Balet, L. H. Li, M. Francardi, A. Gerardino, A. Fiore, D. S. Wiersma, and M. Gurioli. "Magnetic Imaging in Photonic Crystal Microcavities", *Phys. Rev. Lett.* 105 (2010), 123902.



(a-b) Mappe teoriche della distribuzione spaziale dell'intensità campo magnetico perpendicolare al piano della cavità per i due modi principali. (c-d) Rispettive mappe sperimentali.

SCIENZE DELLO SPAZIO

L'incontro ravvicinato della sonda Rosetta con l'asteroide Steins

La sonda Rosetta dell'Agenzia Spaziale Europea (ESA) è stata lanciata nel marzo del 2004; lo scopo principale della missione è l'incontro con la cometa 67P/Churyumov-Gerasimenko previsto nel 2014. Durante il lungo viaggio interplanetario (figura 1), la sonda Rosetta ha sfruttato l'effetto fionda gravitazionale (*swing-by*) per guadagnare l'energia orbitale necessaria per raggiungere la cometa. Rosetta ha effettuato 3 *swing-by* con la Terra e uno con Marte ed è passata vicino a 2 oggetti della fascia degli asteroidi: Steins nel 2008 e Lutetia nel 2010. Il 5 settembre 2008, Rosetta ha "incontrato" l'asteroide (2867) Steins con una velocità relativa di 8.6 km/s. Le camere dello strumento OSIRIS (*Optical, Spectroscopic, and Infrared Remote Imaging System*), installate a bordo di Rosetta, hanno acquisito centinaia di immagini la cui analisi ha permesso di determinare la mor-

fologia e il volume dell'asteroide. OSIRIS è formato da una camera a piccolo campo (NAC) e da una a grande campo (WAC). Le camere sono state realizzate da un consorzio europeo guidato dall'istituto tedesco MPS (Lindau-Germania). La maggior parte delle componenti ottiche e meccaniche della WAC sono state realizzate in Italia, in particolare i ricercatori del Laboratorio LUXOR CNR-IFN di Padova sono stati responsabili del progetto ottico, dell'allineamento e della calibrazione della camera WAC.

La NAC, che ha una risoluzione 5 volte maggiore della WAC, purtroppo ha smesso di funzionare 10 min prima dell'incontro ravvicinato, quindi le immagini a più alta risoluzione di Steins sono state acquisite dalla WAC. Durante il passaggio ravvicinato la distanza minima tra la sonda e l'asteroide è stata di 803 km e le immagini a più alta risoluzione hanno una scala di 80 m/px (figura 2). Le immagini acquisite da OSIRIS hanno permesso di studiare circa il 60% della superficie di Steins e hanno consentito agli astronomi di ricavare importanti informazioni sull'asteroide. Si è scoperto che la morfologia di Steins è dominata da un grande cratere

di 2.1 km di diametro e grazie a questa caratteristica si possono dedurre informazioni sulle proprietà fisiche dell'interno dell'oggetto.

La forma completa dell'asteroide (figura 3) è stata determinata a partire da 61 immagini acquisite dalla WAC, un'immagine acquisita da NAC e tramite l'analisi delle curve di luce acquisite sia da Rosetta sia da Terra. Le dimensioni di Steins sono: $6.67 \times 5.81 \times 4.47$ km³ e il suo volume è equivalente a quello di una sfera di raggio 2.65 km.

133

H.U. Keller et al. "E-Type Asteroid (2867) Stein as Imaged by OSIRIS on Board Rosetta", *Science* 327 (2010), pp. 190-193.

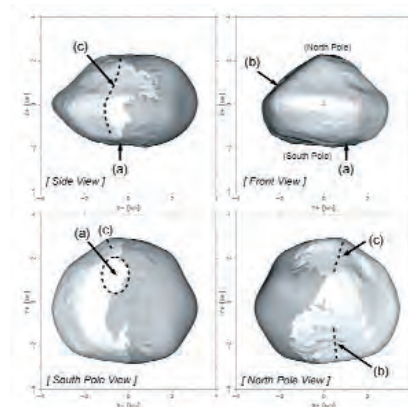


Figura 2. La forma ricostruita dell'asteroide Steins: due viste equatoriali (in alto) e due polari (in basso).

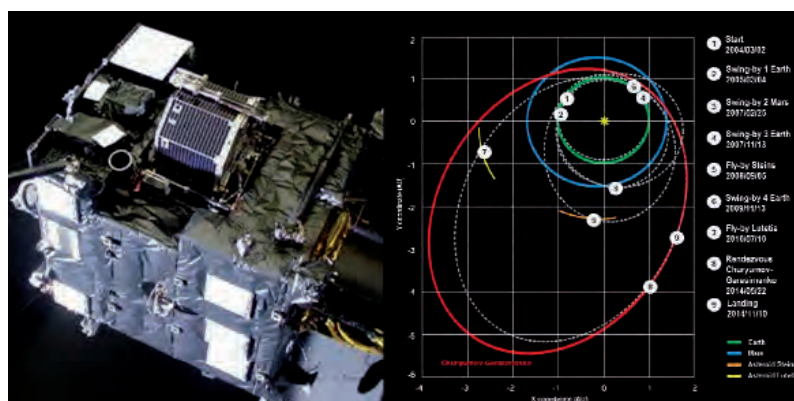


Figura 1. La sonda Rosetta e la sua traiettoria interplanetaria.



Figura 3. Immagini dell'asteroide Steins acquisite dalla WAC prima, durante e dopo il punto di minimo avvicinamento. Da notare il grande cratere vicino al polo sud (in alto nelle immagini).

OPTICAL IMAGING

Differential Ghost Imaging: una nuova tecnica per la formazione di immagine

Come possiamo formare l'immagine di un oggetto che si trova immerso in un ambiente otticamente ostile e rumoroso, come ad esempio in presenza di un mezzo torbido o di forti aberrazioni? In questi casi, le tecniche di formazione di immagine che utilizzano sensori a pixel (come le telecamere CCD), non funzionano. Viceversa, i metodi che si basano sulla correlazione spaziale di due fasci ottici, come ad esempio il

protocollo noto con il nome di *Ghost Imaging* (GI), sono molto più adatti. Nel protocollo GI l'oggetto è illuminato con un fascio oggetto e tutta la luce trasmessa viene raccolta da un singolo rivelatore che, non presentando alcun requisito di risoluzione spaziale, può lavorare correttamente anche in condizioni ottiche proibitive. L'immagine viene formata correlando il segnale del singolo rivelatore con la distribuzione di intensità del fascio di riferimento che, non interagendo mai con l'oggetto, può essere misurata comodamente in una posizione remota. Il metodo funziona grazie alle correlazioni esistenti tra la distribuzione di luce del fascio di riferimento a quella del fascio oggetto. Tuttavia il prezzo da pagare è un rumore molto alto nell'immagine ricostruita, il che rende la tecnica GI non utilizzabile in molte applicazioni reali. Nel no-

stro lavoro abbiamo proposto un nuovo metodo di natura statistica, denominato *Differential Ghost Imaging* (DGI), grazie al quale è possibile diminuire il rumore di diversi ordini di grandezza rispetto alla tecnica GI. Grazie a queste caratteristiche è stato possibile realizzare, per la prima volta, immagini ghost di oggetti complessi, quasi-trasparenti (figura 1) e rivelare piccole particelle, misurandone anche il diametro, localizzate all'interno di un grande volume di analisi (figura 2). Entrambe le figure mostrano lo spettacolare miglioramento offerto dalla tecnica DGI rispetto alla più convenzionale tecnica GI, e suggeriscono la possibilità di applicarla in futuro in molti campi delle scienze ottiche, quali ad esempio quello biomedico (imaging in tessuti biologici) o quello dell'ottica atmosferica (imaging attraverso nuvole o nebbia).

F. Ferri, D. Magatti, L.A. Lugiato, and A. Gatti. "Differential ghost imaging", *Phys. Rev. Lett.*, 104, (2010) 253603-1/4.

Figura 1. Confronto tra le tecniche GI e DGI nel caso di una diapositiva in bianco e nero (scale di grigio) che riproduce un dettaglio del famoso dipinto "Nascita di Venere" di S. Botticelli (Firenze, Italia, A.D.~1484).

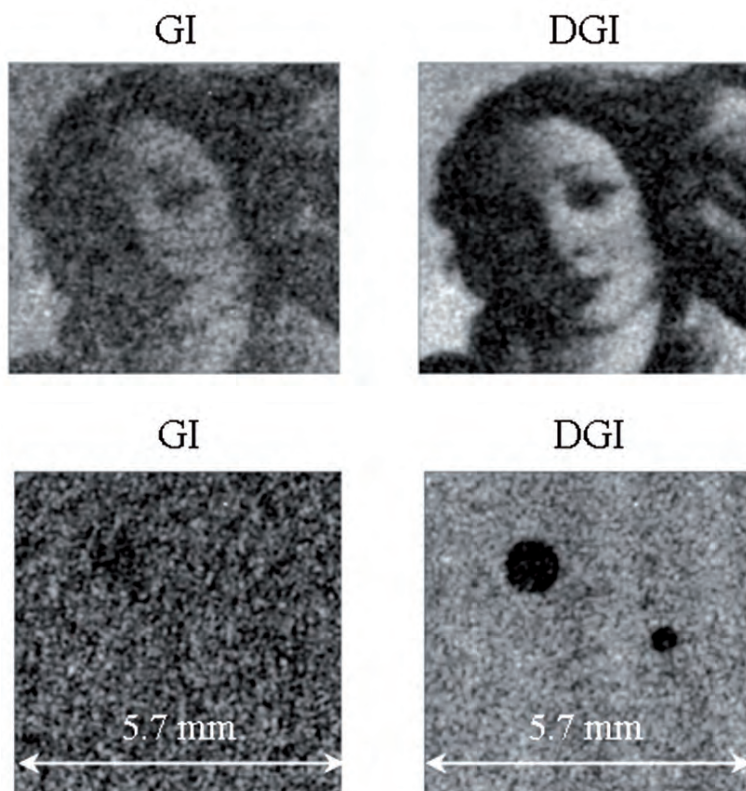


Figura 2. GI e DGI di due particelle assorbenti di diametro 820 e 400 μm . Solo con la tecnica DGI è possibile localizzare accuratamente le posizioni delle due particelle e misurarne i diametri.

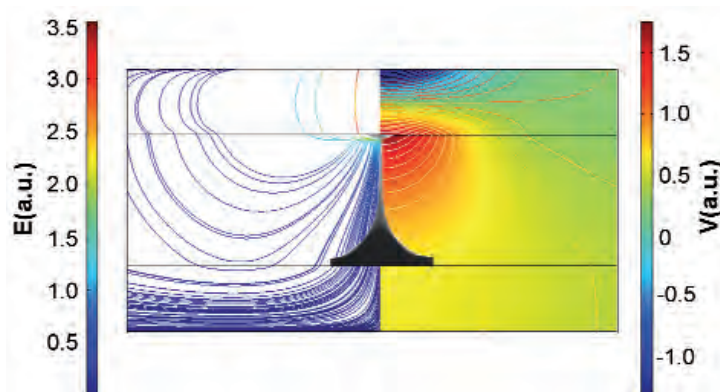
OPTOFLUIDICI

Una nuova tecnica per la manipolazione e produzione di nanogocce

La manipolazione di liquidi su scala micro-nano metrica è un fattore di fondamentale importanza per molteplici settori del mondo tecnologico. La formazione di micro-nano gocce tramite l'azione di un campo elettrico è un processo già usato e validato in processi quali l'elettrospray, la spettrometria di massa, sistemi di ink-jet o manipolazione di biomolecole. Tale metodo, essendo di tipo "non-contact" offre il grande vantaggio di superare problemi di contaminazione dei campioni e lavorare su quantità di materiale inferiori rispetto a quelle richieste dalle tecnologie tradizionali idoneo per il cosiddetto rilascio di materiale "on-demand". Il metodo inventato può essere impiegato per la produzione di gocce. Tale sistema di "piroelettrodinamico", evoluzione dei convenzionali si-

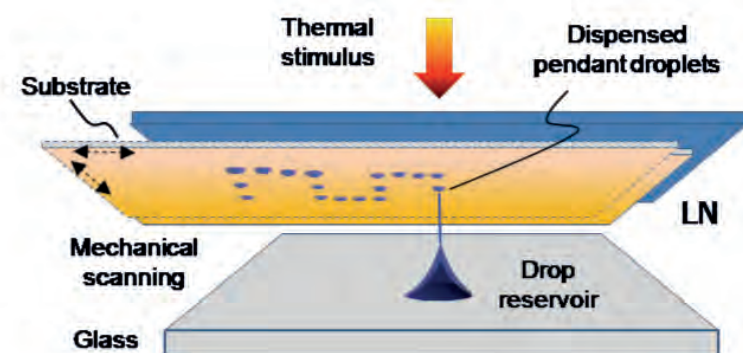
stemi "elettroidrodinamici", ne supera le limitazioni consentendo la produzione di gocce molto piccole, dal volume degli attolitri (unità di misura pari a 10^{-18} litri) con raggio di ~ 300 nanometri. Questa tecnologia non richiede l'utilizzo di elettrodi, circuiti ad alta tensione o ugelli opportunamente ingegnerizzati. Il campo elettrico viene generato per effetto piroelettrico utilizzando un cristallo piroelettrico, il Niobato di Litio. Proprio l'effetto piroelettrico di tale cristallo è già stato sfruttato per esperimenti microfluidici di intrappolamento di particelle o per la formazione di microlenti liquide. I risultati più recenti dimostrano le potenzialità del metodo per la litografia di microstrutture tridimensionali quali

Schema illustrativo delle linee di campo elettrico (sinistra) e del potenziale elettrico (destra) attivi durante il processo di manipolazione di liquidi.

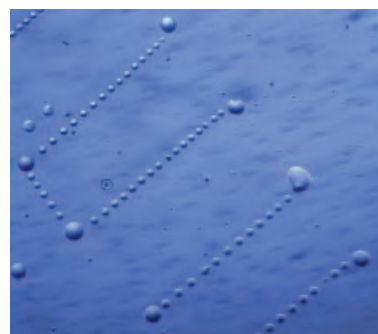


componenti ottici e fotonici realizzati con polimeri. Inoltre il metodo può trovare interessanti applicazioni nelle tecnologie delle celle fotovoltaiche e o anche nello sviluppo per l'analisi *in situ* di campioni biologici da impiegare nell'ambito della sicurezza alimentare.

Ferraro P., Coppola S., Grilli S., Maturzo M. & Vespini, V. "Dispensing nano-pico droplets and liquid patterning by pyroelectrodynamics shooting" *Nature Nanotech.* 5 (2010), 429-435.



Schema del sistema utilizzato per gli esperimenti.



Esempio di printing di nanogocce (foto al microscopio ottico).

DINAMICA DEI FLUIDI

Nuove fasi nei fluidi supercritici

Le proprietà dei fluidi nel regime supercritico sono in gran parte ancora sconosciute nonostante gli sforzi della ricerca in questo campo nell'ultimo secolo. Questa regione è sopra il punto critico, il punto termodinamico in pressione (P_c) e temperatura (T_c) sopra i quali si pensava che non esistesse distinzione tra fase gassosa e liquida. La ricerca sui fluidi in simili "condizioni estreme" è stata spesso ostacolata da difficoltà tecniche incontrate in esperimenti che utilizzavano celle ad incudini di diamante o impulsi laser per generare altissime pressioni. Recentemente

è stato possibile riuscire a ottenere importanti informazioni per mezzo di un esperimento di diffusione inelastica dei raggi X su Argon supercritico ($aT=4T_c$ e $P>100P_c$) in combinazione con simulazioni di dinamica molecolare, che hanno permesso di osservare distinti cambiamenti nella dispersione di onde acustiche nanometriche in base alle condizioni termodinamiche. Ad alte pressioni è stato osservato un aumento della velocità del suono in funzione della lunghezza d'onda dal limite continuo (a lunghezze d'onda molto grandi) in cui le onde acustiche si propagano in modo adiabatico, fino alle lunghezze d'onda più corte, cioè quando diventano simili alle distanze tra le particelle. La sua origine può essere individuata nella presenza di almeno un meccanismo di rilassamento che interagisce con le dinamiche di flut-

tuazione della densità indotte dalla propagazione delle onde acustiche. Questa caratteristica dinamica rappresenta la cosiddetta dispersione positiva del suono, osservata in tutti i liquidi, e può essere considerata un'impronta digitale dello stato liquido. In figura 1 è riportata la quantità di dispersione positiva in funzione della pressione, derivata da un esperimento di diffusione inelastica dei raggi X e da simulazioni di dinamica molecolare. Si osserva una diminuzione netta da circa il 13% fino al 4% con la diminuzione della pressione con un incrocio a circa 0.4 GPa. Questa decisa diminuzione è dovuta alla scomparsa del processo di rilassamento strutturale e marca la transizione da un comportamento collettivo tipo-liquido ad uno di particella singola tipo-gas. Questo fatto porta ad un collegamento tra dinamica e termodina-

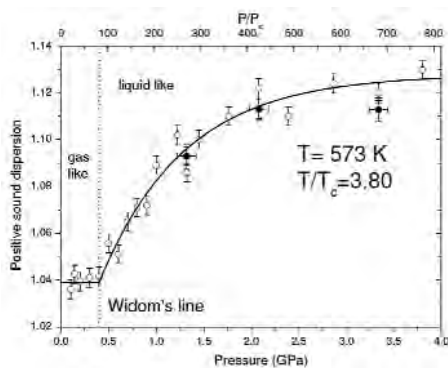


Figura 1. Dispersione positiva del suono in funzione della pressione a 573 K. Simboli pieni e vuoti indicano rispettivamente la quantità di dispersione positiva del suono ottenuta da dati sperimentali IXS e da simulazioni di dinamica molecolare. Le due linee solide rappresentano fit dei dati sotto e sopra l'incrocio a 0.4 GPa, e la linea tratteggiata segna il punto sulla linea di Widom estrapolata a 573 K.

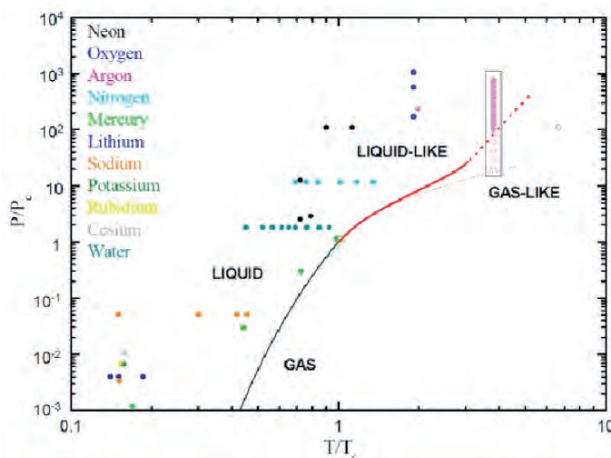


Figura 2. Raffigurazione del piano (P/P_c , T/T_c). Linea rossa: linea di Widom per l'Argon ottenuta dal database NIST (linea continua) fino alla temperatura più alta dove un massimo di C_p in funzione della pressione è ancora presente. Linea nera: miglior fit della media della linea di coesistenza liquido-vapore per Argon, Azoto ed Ossigeno utilizzando l'equazione di Planck-Riedel. Simboli di differente colore rappresentano i dati per diversi sistemi (questo studio e le relative referenze). I dati isoterme sull'Argon, sia sperimentali che di simulazioni di dinamica molecolare, sono riportati in rosa dentro un rettangolo nero. Simboli vuoti rappresentano casi in cui la dispersione positiva della velocità del suono assume valori bassi, simboli pieni casi invece in cui c'è una chiara evidenza di grande dispersione positiva.

mica, contraddicendo la nozione apertamente diffusa di una fase fluida supercritica omogenea. Inoltre, il valore di 0.4 GPa corrisponde alla estrapolazione della cosiddetta linea di Widom, che costituisce il luogo dei massimi del calore specifico a pressione costante C_p (vedi figura 2) nella fase fluida supercritica. Abbiamo quindi proposto la identificazione della linea di Widom con la linea che divide le regioni tipo-liquido e tipo-gas nella regione del fluido supercri-

tico del diagramma di fase, similmente ed in continuazione alla linea di coesistenza tra liquido e vapore che separa le regioni del liquido e del gas nella regione sottocritica del diagramma di fase. Questa scoperta getta nuova luce e ridefinisce il concetto di fluido supercritico in termodinamica. Questa nuova relazione, appena scoperta, tra termodinamica ed il comportamento viscoelastico dei fluidi in condizioni estreme potrà portare ad avanzamenti significativi

della ricerca in aree come la fisica dei sistemi planetari, tecniche di solvazione per nanotecnologie, e in geofisica per la conferma di modelli sismici basati sulle proprietà termofisiche dei materiali.

G.G. Simeoni, T. Bryk, F.A. Gorelli, M. Krisch, G. Ruocco, M. Santoro and T. Scopigno. "The Widom line as the crossover between liquid-like and gas-like behaviour in supercritical fluids", *Nature Physics*, 6, 503 (2010).

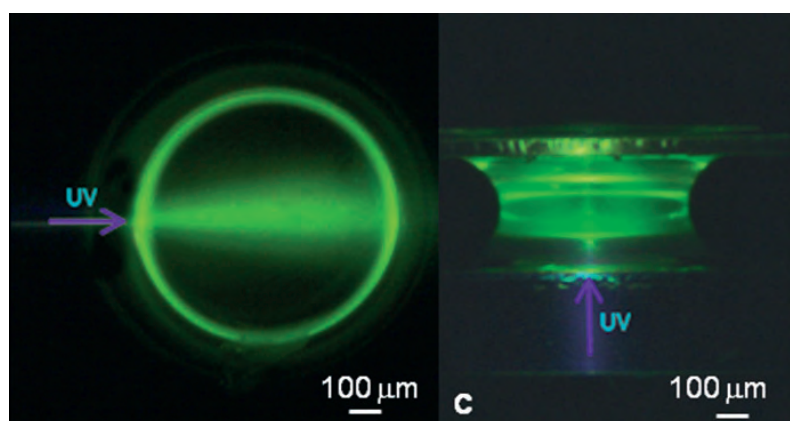
MICROFLUIDICA

Optics nano-foundry: un nuovo concetto di litografia 3D

Sarebbe affascinante e estremamente vantaggioso riuscire a controllare le leggi fisiche che regolano le instabilità e le evoluzioni che si instaurano in un liquido a livello nanometrico se sottoposto a delle condizioni destabilizzanti. Manipolare materiali polimerici su scala micro-nano metrica consentirebbe di "congelare" strutture effimere e delicate, rendendole stabili e utilizzabili in molteplici settori del mondo tecnologico. Tale processo trova analogia con quanto accade naturalmente quando, ad esempio, ammiriamo in inverno il getto di una fontana o il salto di una cascata congelata. In questo lavoro viene presentato un metodo innovativo che consente di rispondere a queste esigenze sfruttando l'effetto piroe-

lettrico. Per piroelettricità si intende la capacità che possiedono alcuni materiali di generare un campo elettrico quando sottoposti ad un gradiente di temperatura. In particolare, questo effetto è stato utilizzato per generare, controllare e allo stesso tempo "congelare" le instabilità che si svi-

particolare (fibre, coni, aghi, microsferi), trovano applicazione in diversi campi dell'ottica e della fotonica. La tridimensionalità ottenuta con questo processo di fabbricazione consente di introdurre un nuovo concetto di litografia "tridimensionale" ed in particolare, in questo lavoro, viene anche di-



luppano in materiali polimerici. L'innovazione introdotta da questa tecnica consente di fabbricare una serie di strutture su piccole scale (10^{-9} m) dalle forme particolari e non realizzabili con le metodologie convenzionali. Tali microstrutture, in funzione della loro forma

Microstrutture luminescenti (CdSe quantum dots in PDMS).

mostrato l'utilizzo di queste particolari microstrutture come risuonatori o pinzette ottiche. Infatti, le microsferiche polimeriche possono essere utilizzate come risuonatori ottici attivi o passivi per amplificazioni e rivelazioni di segnali ricoprendo un'ampia gamma di settori, dal mondo biologico, del tipo rilevatori label-free di segnali, a quello industriale-sensoristico. Le strutture coniche generano, ad esempio, dei fasci laser particolari (denominati di Bessel) che trovano applicazione come "pinzette ottiche", ovvero la possibilità di intrappolare e manipolare microparticelle o cellule per mezzo di tali fasci di luce nei cosiddetti *Lab-on-a-chip*. In conclusione, il metodo proposto consente di definire un nuovo tipo di "litografia 3D" per lo sviluppo di una piattaforma microfluidica innovativa in cui le instabilità nanofluidiche possono essere opportunamente controllate fabbricando nano-micro strutture dalle molteplici applicazioni.

S. Grilli, S. Coppola, V. Vespini, A. Finizio, F. Merola and P. Ferraro. "3D lithography by rapid curing of the liquid instabilities at nanoscale", *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 108 (2011), pp. 15106-15111.

IDRODINAMICA

Quattro bracciate in un mare di luce superfluida

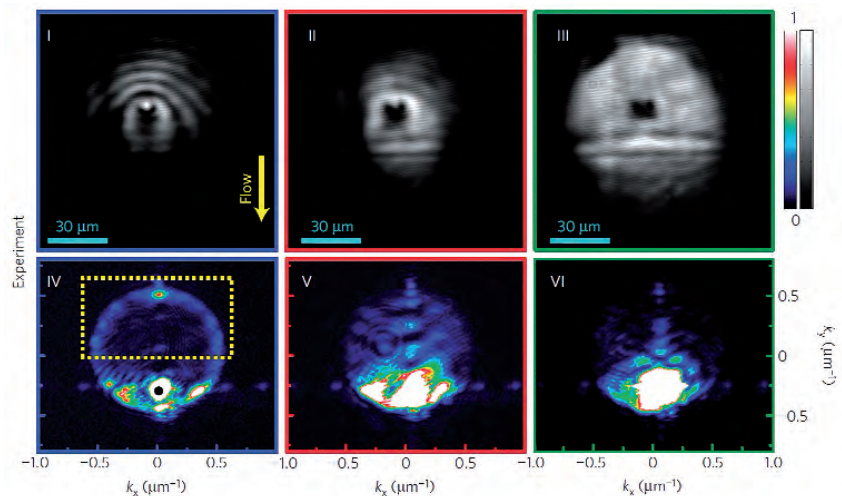
La superfluidità è una fra le manifestazioni più sorprendenti della meccanica quantistica nel mondo macroscopico. Fino ad ora, è stata osservata in fluidi di varia natura - dall'elio liquido, agli elettroni nei metalli, ai gas di atomi ultrafreddi - come un'improvvisa sparizione dell'attrito meccanico quando il fluido viene raffreddato al di sotto di una certa temperatura critica. Recentemente si è iniziato ad investigare sistemi in cui un insieme di quanti di luce (i cosiddetti fotoni) si comporta come un fluido di particelle interagenti. A densità sufficientemente elevate, la natura quantistica dei fotoni diventa cruciale e una frazione macroscopica di essi va ad accumularsi in un singolo stato quantistico, il cosiddetto condensato di Bose-Einstein. La superfluidità è una conseguenza dell'ordine macroscopico presente nel condensato di Bose-Einstein. La figura illustra un'evidenza sperimentale di comportamenti

superfluidi in un gas di fotoni in una microcavità a semiconduttore: questa immagine è stata ottenuta nel gruppo di A. Bramati ed E. Giacobino presso il laboratorio LKB di Parigi.

Mentre una comprensione teorica soddisfacente della superfluidità in sistemi materiali è disponibile da ormai qualche decennio, l'obiettivo di questa ricerca è di capire quegli aspetti nuovi che derivano dalla non-conservazione del numero totale di particelle. Nuovi fotoni devono infatti essere continuamente iniettati nel sistema per rimpiazzare quelli che vengono persi a causa dell'assorbimento: questa differenza apparentemente minore porta infatti a radicali cambiamenti nel quadro teorico. Sul lungo termine, comprendere e controllare il comportamento di sistemi di molti fotoni interagenti potrà portare allo sviluppo di una nuova generazione di dispositivi opto-elettronici che sfruttino pienamente la natura quantistica della luce per sensori, telecomunicazioni ed elaborazione dell'informazione.

M. Wouters and I. Carusotto. "Superfluidity and Critical Velocities in Nonequilibrium Bose-Einstein Condensates", *Phys. Rev. Lett.* 105, 020602 (2010).

Effetto di un difetto su un fluido di luce in moto nello stato normale (sinistra) e superfluido (destra) [figura tratta da Amo et al., *Nature Phys.* 5, 805 (2009)].



DINAMICA NON LINEARE

Propagazione asimmetrica di onde attraverso mezzi non lineari

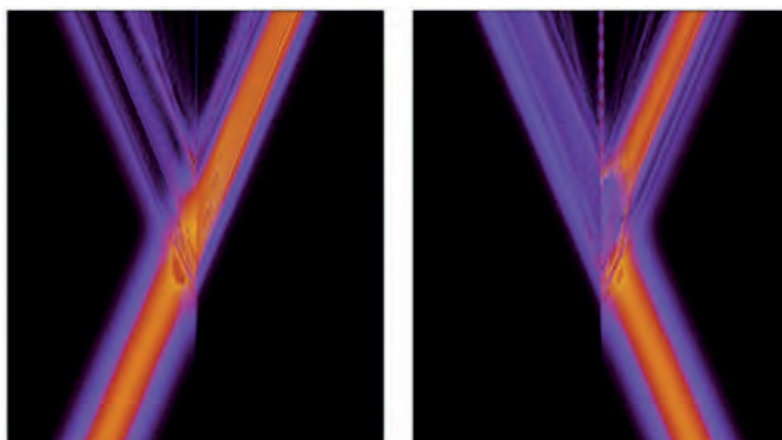
Normalmente le onde non hanno una direzione di propagazione preferenziale e si possono trasmettere con uguale intensità, per esempio, da destra a sinistra o viceversa. È possibile immaginare un sistema dove invece la luce o il suono possano fluire solo in un verso ma non nell'altro? In analogia con l'elettronica, tale dispositivo funzionerebbe come un "diodo" per le onde luminose o sonore. Nei sistemi lineari ordinari questa possibilità è preclusa dal teorema di reciprocità, dimostrato da Lord Rayleigh più di un secolo fa. Tale limitazione fondamentale può essere superata utilizzando un materiale al contempo asimmetrico e con proprietà non lineari, tale cioè che la velocità di

propagazione dell'onda dipenda dalla sua energia.

Il lavoro svolto descrive il caso teorico più semplice possibile: un'onda piana monocromatica (cioè di una ben determinata lunghezza d'onda) che viaggia in una dimensione attraversando una serie di strati paralleli costituiti da materiali diversi (per esempio dei cristalli fotonici, in cui l'indice di rifrazione varia periodicamente, o fononici). Requisito essenziale è che due o più strati siano tra loro differenti e abbiano una risposta non lineare. Sotto opportune ipotesi, questo sistema può essere descritto matematicamente dalla equazione di Schrodinger non lineare discreta. La soluzione dell'equazione dimostra che gli

strati non lineari possono trasmettere un'onda incidente solo se una particolare condizione di risonanza è soddisfatta. Tale condizione dipende dall'ampiezza dell'onda stessa ma non può essere soddisfatta simultaneamente se quest'ultima proviene da sinistra o da destra. Pertanto, solo provenendo da una delle due direzioni si può avere la giusta combinazione di ampiezza e frequenza tale che l'onda possa superare efficacemente il bersaglio mentre dall'altra viene quasi totalmente riflessa.

S.Lepri, G. Casati. "Asymmetric Wave Propagation in Nonlinear Systems", *Phys. Rev. Lett.* 106, 164101 (2011).



Propagazione di un pacchetto d'onda (spazio in ascissa, tempo in ordinata) attraverso una porzione di mezzo non lineare e asimmetrica (situata al centro della figura). Lo stesso impulso viene trasmesso diversamente a seconda della direzione di arrivo.

TRATTAMENTO ACQUE

Rimozione dell'arsenico dall'acqua mediante nanofiltrazione

La presenza di arsenico nelle acque è un problema a livello globale che coinvolge sia paesi in via di sviluppo come il Bangladesh che paesi industrializzati come l'America del nord e del sud (Canada, USA, Cile e Argentina) ma anche l'Europa. In Italia, l'inquinamento da arsenico interessa diverse regioni quali il Lazio, la Toscana, l'Umbria, il Trentino, l'Alto Adige e la Lombardia.

La presenza dell'arsenico è legata a processi naturali di cessione dei minerali dalle rocce con cui le acque sotterranee o di falda vengono in contatto.

La recente riduzione della concentrazione massima ammissibile

di arsenico nelle acque potabili al di sotto dei 10 µg/l, raccomandata dalla World Health Organisation (WHO), ha reso indispensabile l'utilizzo di tecnologie che consentano di rimuovere tale sostanza in maniera selettiva.

Il presente lavoro di ricerca condotto presso l'Istituto per la Tecnologia delle Membrane (ITM-CNR) si basa sull'uso della nanofiltrazione per la rimozione di arsenico dalle acque ed è stato svolto nell'ambito di un progetto finanziato dalla comunità europea (INNOWA, BD Asia Pro Eco/07/96638, FP6 EU Project).

La rimozione dell'arsenico (AsV) da soluzioni acquose preparate in laboratorio è stata studiata impiegando due moduli commerciali spiralati da nanofiltrazione (N30F e NF90).

Tali moduli consentono maggiori rimozioni di arsenico all'aumentare del pH e al ridursi delle temperature e concentrazioni di arsenico nell'alimentazione.

I test sperimentali hanno quindi consentito di individuare le condizioni operative ottimali e si è

evinto che la concentrazione di arsenico nell'alimentazione ha un ruolo fondamentale per l'ottenimento di acqua purificata con concentrazioni di arsenico inferiori ai nuovi limiti imposti dalla legislazione.

A. Figoli, A. Cassano, A. Criscuoli, M. S. I. Mozumder, M. T. Uddin, M. A. Islam, E. Drioli. "Influence of operating parameters on the arsenic removal by nanofiltration", *Water Reseach*, 44 (2010) pp. 97-104.

140



Test su campo per la rimozione di arsenico mediante nanofiltrazione in Bangladesh.



Corso a studenti universitari su operazioni a membrana in Bangladesh.

GAS QUANTISTICI

Delocalizzazione di un sistema bosonico disordinato con interazione repulsiva

Lo studio degli effetti combinati delle interazioni e del disordine è la chiave per la comprensione di molti sistemi quantistici, quali i superconduttori, il grafene, i fotoni in mezzi disordinati o l'elio superfluido in mezzi porosi. Un fenomeno importante non ancora caratterizzato è la competizione tra il disordine, che tende a localizzare le particelle, e una debole interazione repulsiva, la quale ha

invece un effetto di delocalizzazione. Non è stato possibile fino ad ora compiere uno studio sistematico di questo fenomeno perché nella maggior parte dei sistemi fisici a disposizione non è possibile controllare indipendentemente il disordine e le interazioni. In questo lavoro abbiamo usato per la prima volta un condensato di Bose-Einstein di atomi ultrafreddi con interazione accordabile ed un reticolo quasiperiodico, la forma più semplice di un quasicristallo, per studiare questo fenomeno.

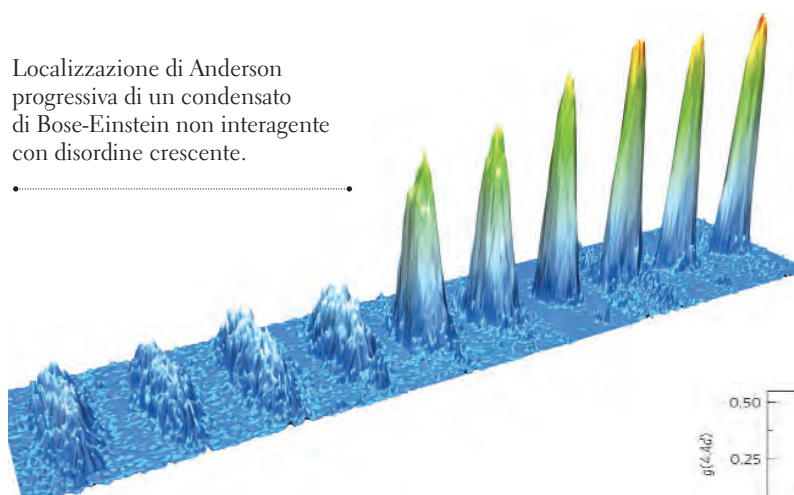
In particolare, abbiamo studiato come sia le proprietà di coerenza di fase che la distribuzione di impulso del sistema variano al variare dell'interazione e del disordine. Abbiamo osservato un passaggio da un regime di localizzazione di Anderson per debole interazione e disordine sufficientemente forte, ad un regime di delocalizzazione analogo alla condensazione di

Bose-Einstein per più forte interazione. Più in dettaglio, abbiamo osservato un passaggio graduale attraverso tre fasi: 1) un vetro di Anderson con localizzazione esponenziale per debolissima interazione; 2) una fase di vetro di Bose per interazione intermedia; 3) una fase di condensato esteso per interazione forte. Tutto questo è una dimostrazione della capacità dell'interazione di ristabilire la coerenza a lungo raggio distrutta dal disordine.

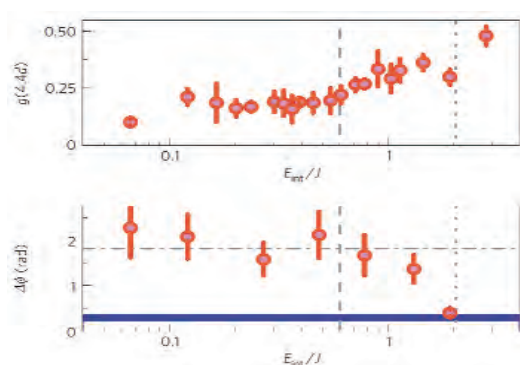
Questo studio apre la strada alla comprensione di altri regimi inesplorati nella fisica dei sistemi disordinati e interagenti. Studi futuri con questo sistema potrebbero dare una soluzione a problemi aperti sulle fasi quantistiche di tipo metallico e isolante che ci si aspetta in sistemi sia bosonici che fermionici con forti correlazioni e disordine.

141

Localizzazione di Anderson progressiva di un condensato di Bose-Einstein non interagente con disordine crescente.



Evoluzione della funzione di correlazione (in alto) e delle fluttuazioni di fase (in basso) di un condensato di Bose-Einstein disordinato con interazione repulsiva crescente.



B. Deissler, M. Zaccanti, G. Roati, C. D'Errico, M. Fattori, M. Modugno, G. Modugno, M. Inguscio. "Delocalization of a disordered bosonic system by repulsive interactions", *Nature Physics*, 6 (2010) 354-358.

GAS QUANTICI

Primo e secondo suono in gas atomici ultrafreddi

I superfluidi sono una fase della materia caratterizzata da viscosità molto bassa e alta conduttività termica. Essi possono essere descritti in termini di due componenti, una propriamente superfluida a viscosità nulla e una normale, a viscosità finita. È noto che i superfluidi esibiscono, oltre al suono usuale, che consiste nella propagazione di un'onda di densità, un modo aggiuntivo, chiamato secondo suono, in cui le componenti normale e superfluida oscillano in opposizione di fase. In un fluido debolmente comprimibile, come l'elio super-

fluido, il secondo suono si riduce ad un'onda di temperatura, lasciando la densità praticamente inalterata. Nell'elio la velocità di quest'onda è stata misurata in modo sistematico in funzione della temperatura, fornendo una determinazione molto precisa della densità della componente superfluida. Anche i gas atomici, sotto le appropriate condizioni di densità e temperatura, esibiscono effetti di superfluidità. In questo lavoro abbiamo mostrato come la propagazione del suono in gas atomici di Fermi non uniformi presenta nuove interessanti caratteristiche sia nella fase superfluida, sia nella fase normale. Ci siamo concentrati su una configurazione cilindrica, dove l'intrappolamento radiale degli atomi introduce una forte non uniformità nel gas. Tale configurazione è adatta alla creazione e misurazione sperimentale di onde sonore.

Abbiamo esplorato il regime in cui il termine di collisione nella componente normale del gas è tale da assicurare la validità delle equazioni dell'idrodinamica. Inoltre, per i modi a bassa frequenza, la viscosità e la conduttività termica impongono l'assenza di una dipendenza radiale nel campo di velocità e nella temperatura. Sotto queste condizioni le equazioni dell'idrodinamica si riducono ad una forma unidimensionale e permettono un studio semplice delle velocità sia del primo sia del secondo suono in funzione della temperatura. Questo articolo apre nuove prospettive per l'investigazione di fenomeni di superfluidità e di trasporto in gas di Fermi fortemente interagenti.

G. Bertaina, L. Pitaevskii, and S. Stringari. "First and Second Sound in Cylindrically Trapped Gases", *Physical Review Letters* 105(15) (2010), pp. 0402-0405.

142

SISTEMI QUANTISTICI

Elettroni fortemente correlati lontano dall'equilibrio termico

Il lavoro tratta della dinamica quanto-meccanica di un sistema complesso di particelle, fra loro fortemente interagenti, portate impulsivamente in una condizione di non-equilibrio termico.

Quest'argomento sta attirando un crescente interesse in svariati contesti scientifici, dalla nano-tecnologia, alla fisica della materia condensata, fino alla fisica delle alte energie. In particolare, i recenti progressi nello studio sperimentale della dinamica di atomi freddi intrappolati in cavità ottiche, e della

spettroscopia dei materiali risolta in tempo su scale minori dei picosecondi, offrono per la prima volta l'opportunità di esplorare la dinamica fuori equilibrio nell'ambito della meccanica quantistica e quindi di capire come concetti basilari della termodinamica, per esempio l'ergodicità, emergano in sistemi complessi di particelle quantistiche.

In questo lavoro introduciamo un nuovo approccio variazionale in grado di descrivere in maniera semplice ma efficace l'evoluzione temporale di un sistema quantistico di elettroni fortemente interagenti. L'approccio variazionale ha giocato un ruolo centrale nello sviluppo della conoscenza di questi sistemi elettronici in condizioni di equilibrio termodinamico. Per questo motivo la sua estensione in condi-

zioni di non-equilibrio è di estremo interesse. In particolare, abbiamo applicato questo nuovo metodo per studiare la dinamica del modello prototipo di elettroni fortemente correlati, il cosiddetto modello di Hubbard, dopo un aumento improvviso dell'interazione elettronica. Benché sia il modello sia la modalità in cui viene portato fuori equilibrio siano ultra-semplificati rispetto ai sistemi reali, la sua dinamica è tutt'altro che banale. Il grande pregio dell'approccio variazionale che abbiamo proposto è quello di fornire una descrizione semplice ma accurata di questa dinamica così complessa.

M. Schiro' and M.Fabrizio. "Time-Dependent Mean Field Theory for Quench Dynamics in Correlated Electron Systems", *Physical Review Letter* 105, 076401 (2010).

SISTEMI QUANTISTICI

Teletrasporto quantistico e canali di informazione quantistici

Il teletrasporto quantistico è un protocollo che consente di ricreare lo stato sconosciuto di un sistema quantistico in un luogo distante senza materialmente trasferire il sistema fisico stesso. L'ingrediente chiave che rende possibile tale meccanismo di trasmissione sono le correlazioni quantistiche non locali, note col nome di "entanglement", del mezzo usato per implementare il teletrasporto. La realizzazione sperimentale del teletrasporto dello stato di polarizzazione di un singolo fotone effettuata

circa un decennio fa ha portato la teoria quantistica dell'informazione dal regno della pura fantascienza al mondo delle applicazioni tecnologiche. Oltre a possedere aspetti indubbiamente affascinanti il teletrasporto quantistico è un potente strumento teorico per analizzare situazioni complesse nelle quali l'interesse è centrato sulla trasmissione senza errori di informazione codificata nello stato quantistico di un opportuno sistema utilizzato come vettore. Informazione che può venire corrotta dall'azione di rumore dovuto dalla presenza di un ambiente esterno, spesso a sua volta costituito da un sistema quantistico. In questo scenario, comunemente chiamato canale quantistico, i sistemi fisici utilizzati per codificare l'informazione prendono il nome di usi del canale e la quantità di informazione trasmessa in modo affidabile è nota come ca-

pacità di canale. Di recente si è sviluppato un notevole interesse per situazioni in cui il rumore quantistico che agisce su usi consecutivi del canale è correlato. Noi abbiamo modellato un canale quantistico correlato con un processo di teletrasporto di n vettori di informazione con lo stato entangled di un opportuno stato multipartito. Questo ci ha consentito di caratterizzare tali canali in termini delle funzioni di correlazione del mezzo usato per il teletrasporto e di fornire un metodo relativamente semplice per determinare se un canale quantistico correlato è in grado di trasmettere in modo affidabile messaggi quantistici a partire dalle proprietà del sistema fisico usato per il teletrasporto.

F. Caruso, V. Giovannetti, and G. M. Palma. "Teleportation-Induced Correlated Quantum Channels", *Phys. Rev. Lett.* 104, 020503 (2010).

INTERFEROMETRIA ATOMICA

Verso una nuova generazione di interferometri atomici utilizzando i condensati di Bose-Einstein

Gli interferometri atomici hanno un ruolo di primo piano nelle misure ultrasensibili di tempo (es. orologi atomici), forze (es. gravitometri) e accelerazioni (es. giroscopi). Il lavoro svolto presso l'Istituto INO del CNR, in collaborazione

con il gruppo sperimentale di C. Klept e collaboratori dell'Università di Hannover, sfruttando la possibilità di avere un numero elevato di atomi correlati quantisticamente, apre eccitanti prospettive nel campo delle misure di precisione proiet-

tandole verso una nuova generazione di interferometri atomici in grado di superare le sensibilità attuali di molti ordini di grandezza. Attualmente, infatti, gli interferometri atomici utilizzano atomi non correlati (cioè le cui proprietà quantistiche non sono influenzate tra loro) e hanno un'incertezza che scala proporzionalmente all'inverso della radice quadrata di N , dove N è il numero di atomi utilizzati. Per vincere tale incertezza, che è data da un limite classico, non fondamentale, occorre preparare gli N atomi in uno stato correlato quantisticamente (cioè in uno stato quantico che dipende dallo stato di ciascuno degli N atomi) e un ingrediente chiave per creare tali correlazioni è la nonlinearietà, che è naturalmente presente in gas ultrafreddi.

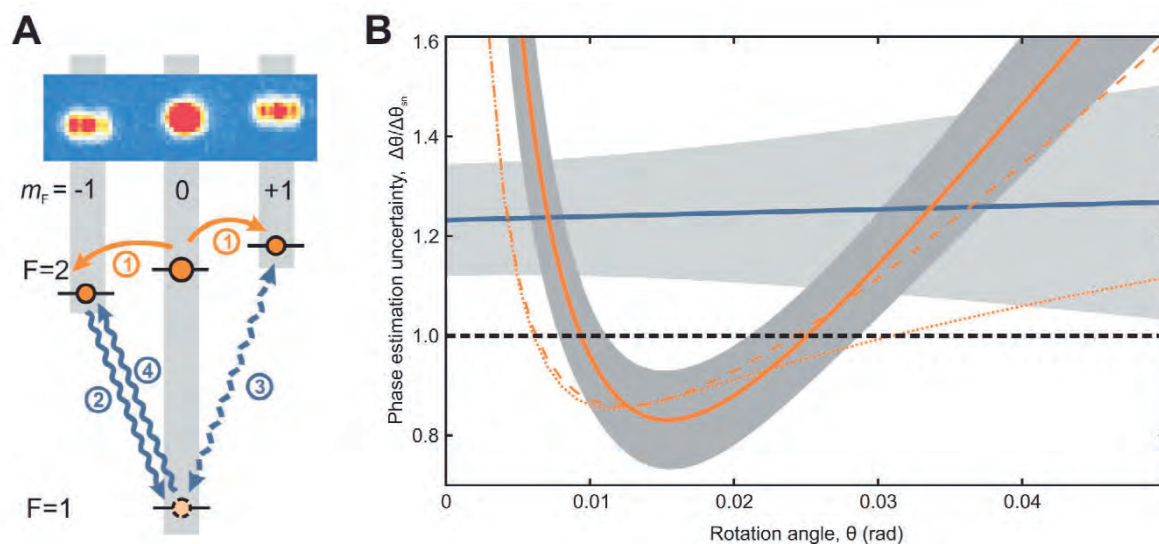
Utilizzando la dinamica spinoriale in condensati di Bose-Einstein, siamo stati in grado di produrre correlazioni quantistiche in un ensemble di $N=10000$ atomi. Partendo da un singolo condensato di atomi di rubidio in uno stato iperfine $m=0$, collisioni atomiche possono produrre, in maniera coerente, coppie correlate di atomi in stati iperfini $m=+1$ e $m=-1$, che hanno quindi, idealmente, lo stesso numero di particelle. Tali stati sono in grado di dare una sensibilità interferometrica proporzionale a $1/N$ (inferiore quindi a quella degli interferometri atomici attua-

li), quando usati come input di un interferometro atomico e in assenza di rumore tecnico. Nel nostro esperimento, abbiamo dimostrato la presenza di correlazioni quantistiche negli stati prodotti sperimentalmente discriminando gli stati quantistici utili per l'interferometria o, in altre parole, gli stati che permettono di vincere il limite classico se utilizzati come input di un interferometro. Per dimostrare questa previsione teorica, abbiamo implementato un interferometro atomico utilizzando i nostri stati come input e siamo stati così in grado di ottenere

un'incertezza più bassa di 1.61 db rispetto al limite classico. La sensibilità ottenuta sperimentalmente è però limitata da rumore tecnico, principalmente dovuto alla finita sensibilità dei rivelatori atomici; ci aspettiamo quindi di poterla migliorare sensibilmente ottimizzando l'apparato sperimentale.

B. Lücke, M. Scherer, J. Kruse, L. Pezzé, F. Deuretzbacher, P. Hyllus, O. Topic, J. Peise, W. Ertmer, J. Arlt, L. Santos, A. Smerzi and C. Klempt. "Twin Matter Waves for Interferometry Beyond the Classical Limit", *Science* 334, 773 (2011).

144



A) Dinamica spinoriale e accoppiamento tra livelli. Il condensato di atomi di rubidio 87 si trova inizialmente nello stato iperfino $|F=2, m_F=0\rangle$. Collisioni tra atomi nel condensato determinano la creazione di coppie correlate di atomi negli stati $|F=2, m_F=\pm 1\rangle$. Gli atomi in $|2, -1\rangle$ sono poi trasferiti in $|1, 0\rangle$ grazie ad un impulso microonde (2), accoppiati con gli stati $m_F=+1$ con un impulso di durata variabile (3), e infine riportati nel livello iniziale (4). Il numero di atomi in $|2, \pm 1\rangle$ è ottenuto attraverso un'immagine di assorbimento.

B) Sensibilità in fase dell'interferometro. La linea arancione mostra l'incertezza ottenuta sperimentalmente nell'interferometro (con errore dato dalla regione grigia circostante) in funzione dello shift in fase, e ottenuta misurando le fluttuazioni nel numero di atomi in $|2, \pm 1\rangle$. Tale incertezza è inferiore al limite classico teorico (linea tratteggiata), di 1.61 db nel punto ottimale, e inferiore al limite classico sperimentale (linea blu ed errore dato dalla regione grigia circostante), di 2.5 db nel punto ottimale. Le linee tratteggiate e puntellate arancioni sono, rispettivamente, la previsione teorica e il limite ottimale teorico (informazione di Fisher), includendo un modello Gaussiano di rumore sperimentale.

FISICA QUANTISTICA

Onde solitarie in un fluido quantistico di luce e materia

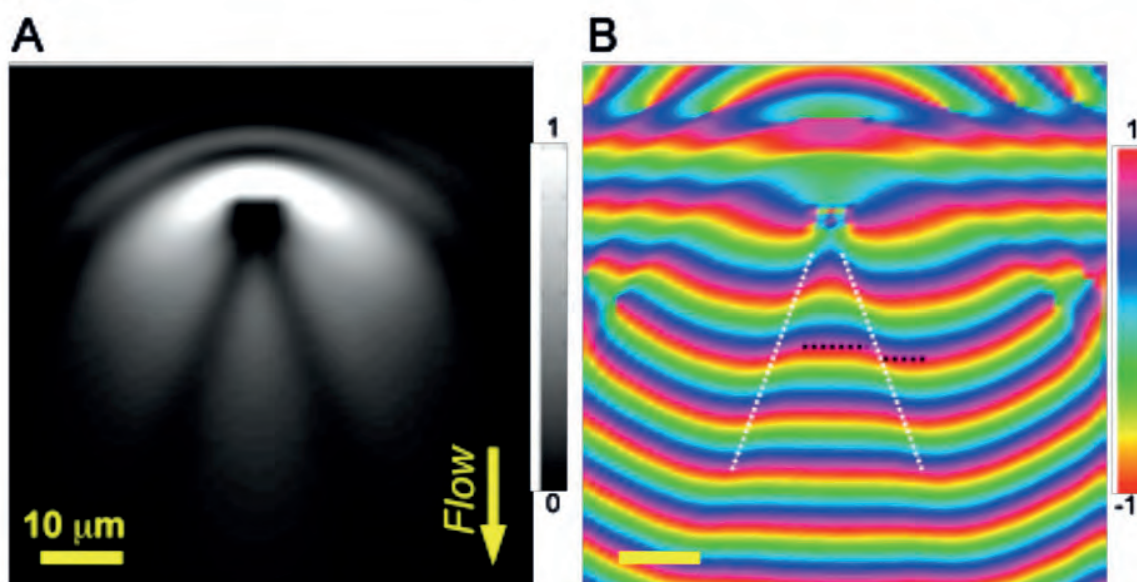
I polaritoni sono delle particelle miste di luce e materia che vivono all'interno di microcavità a semiconduttore. In opportune condizioni di densità e temperatura, un gas di polaritoni mostra una transizione ad uno stato quantico molto interessante, previsto per la prima volta da Einstein nel 1924, e chiamato generalmente condensato di Bose-Einstein. In questo stato le particelle perdono la loro individualità corpuscolare per essere descritte da una singola funzione d'onda coerente estesa per tutto lo spazio occupato dal condensato. Recentemente, una serie di studi condotti da ricercatori dell'Istituto Nano di Lecce e del Centro BEC di Trento dell'Istituto Nazionale

di Ottica in collaborazione con colleghi dei laboratori LKB ed MPQ di Parigi hanno utilizzato gas di polaritoni per studiare le proprietà idrodinamiche dei condensati e, in particolare, far luce sulle loro caratteristiche di superfluidità, quali una drammatica soppressione della viscosità. Per velocità di flusso sufficientemente basse, i fluidi di polaritoni sono infatti capaci di scorrere senza attrito attorno ad un ostacolo. Ad alte velocità, l'idrodinamica del condensato continua a mostrare una serie di interessanti effetti legati alla sua coerenza, dalla creazione deterministica di vortici quantistici, a comportamenti turbolenti in presenza di ostacoli e barriere. In questo articolo si riporta lo studio sperimentale di un fenomeno di idrodinamica superfluida mai osservato prima. Un condensato polaritonico viene fatto scorrere attorno ad un ostacolo costituito da un'imperfezione o un difetto naturalmente presente nel materiale

semiconduttore. Nonostante la velocità del flusso sia scelta molto al di sopra della soglia di superfluidità, la natura quantistica del fluido resta chiaramente visibile nella figura come una coppia di onde solitarie che si originano sull'ostacolo e si estendono attraverso tutto il flusso polaritonico mantenendo la stessa struttura e forma per varie decine di micron a valle del difetto. Oltre all'interesse fondamentale di mettere in luce nuove ed inaspettate proprietà idrodinamiche dei condensati di polaritoni, questa scoperta potrà aprire le porte a future applicazioni in dispositivi optoelettronici, in cui il controllo della fase e del flusso ottico-polaritonico verranno sfruttati per la trasmissione e l'elaborazione dell'informazione in maniera puramente ottica.

A. Amo, S. Pigeon, D. Sanvitto, V. G. Sala, R. Hivet, I. Carusotto, F. Pisanello, G. Leménager, R. Houdré, E. Giacobino, C. Ciuti, A. Bramati. "Polariton Superfluids Reveal Quantum Hydrodynamic Solitons", *Science* 332 (2011), pp. 1167-1170.

145



Immagini teoriche del flusso polaritonico (A) e relativa fase (B) ottenute risolvendo l'equazione dei condensati polaritonici con i parametri dell'esperimento.

Rilevazione coerente di defasamento elettronico

146

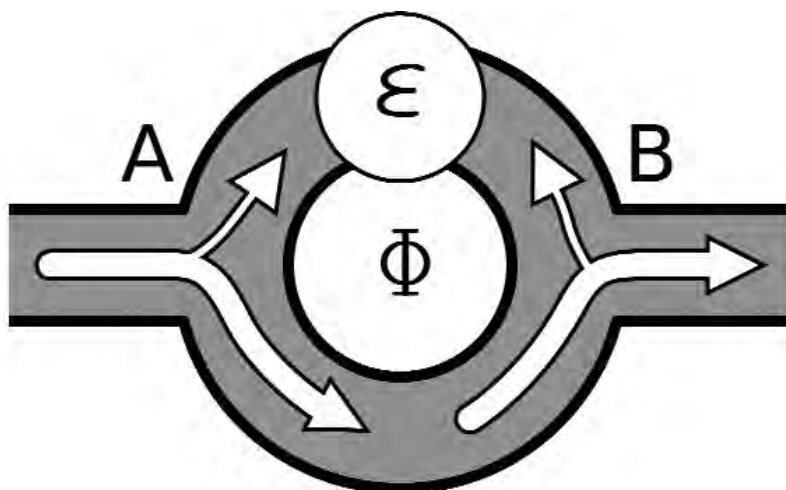
Sistemi elettronici su scala nanometrica, alla base di futuri sviluppi nella nanoelettronica, spintronica e più in generale in schemi di computazione quantistica, sfruttano appieno la coerenza degli elettroni, quella proprietà delle onde di mantenere una fase definita.

Questi sistemi sono solitamente integrati in più grandi circuiti elettronici e sono soggetti a fluttuazioni elettromagnetiche che possono risultare in defasamento, una perdita di coerenza della fase, e un degradamento delle prestazioni dell'unità. Informazioni sulla presenza o meno di una sorgente di defasamento è di grande importanza, ma solitamente viene acquisita a danno della coerenza del sistema stesso. Per quanto riguarda fluttuazioni classiche, può venire in aiuto l'interferenza quantistica attraverso l'implementazione

di schemi ottici di "misure senza interazione". Nel nostro studio presentiamo una dimostrazione del principio alla base di questo meccanismo, mostrando la possibilità di effettuare rilevazioni coerenti del defasamento elettronico. Il sistema analizzato è rappresentato da un anello in cui un elettrone entrante viene guidato attraverso le due braccia dell'anello in maniera in cui la traiettoria risultante sia molto sensibile alla coerenza di fase dell'elettrone. Nell'ipotesi in cui uno dei due rami dell'anello possa essere perturbato da una sorgente localizzata di rumore di fase, dirigendo solamente una piccola porzione della funzione d'onda dell'elettrone verso la zona in questione, è possibile determinare l'effettiva presenza o meno della sorgente di rumore dal monitoraggio della

corrente attraverso l'anello, trasmessa in un caso o riflessa nell'altro. Altresì mostriamo che il segnale uscente rimane coerente rispetto al segnale di ingresso, a manifestazione del carattere di "misura senza interazione" che va oltre il livello di rilevazione di "quale percorso" l'elettrone prende. Il fenomeno presentato potrebbe trovare utili applicazioni come "fusibile quantistico", per misure di gradienti di temperatura e in reti quantistiche.

E. Strambini, L. Chirulli, V. Giovannetti, F. Taddei, R. Fazio, V. Piazza, and F. Beltram. "Coherent detection of electron dephasing", *Phys. Rev. Lett.* 104, 170403 (2010).



Schema di un anello Aharonov-Bohm utilizzato per rilevare la presenza di una sorgente di defasamento.

INFORMAZIONE QUANTISTICA

Microchip fotonico per informazione quantistica

L'informazione quantistica presenta enormi potenzialità per migliorare la sicurezza nelle telecomunicazioni e per incrementare esponenzialmente la velocità di calcolo di molti algoritmi. Questa rivoluzione si fonda sulla codifica dei bit di informazione su sistemi quantistici assai delicati, quali i singoli fotoni. Questo richiede quindi un ambiente di laboratorio controllato per evitare fluttuazioni termiche o vibrazioni meccaniche che possano pertur-

bare la propagazione e la manipolazione dei fotoni.

Un approccio recente e molto promettente per elaborare l'informazione quantistica si basa invece sull'utilizzo di circuiti ottici integrati. I microchip fotonici, oltre che compatti, sono intrinsecamente stabili, nonché insensibili alle perturbazioni esterne, e rappresentano un passo importante verso la reale applicazione delle tecnologie quantistiche al di fuori di un laboratorio.

Un componente di base negli esperimenti di ottica quantistica è il divisore di fascio, un dispositivo ottico che separa un fascio in due parti. In ottica integrata tale dispositivo è l'accoppiatore direzionale, ed in questo lavoro è stato fabbricato in un chip di pochi centimetri usando impulsi laser ultrabrevi. Tali impulsi infatti pos-

sono scrivere un circuito ottico direttamente nel vetro. Esperimenti eseguiti con fotoni correlati quantisticamente (detti "entangled"), mostrano come le fragili proprietà quantistiche dei fotoni siano correttamente preservate all'interno del chip e possano essere così sfruttate per l'elaborazione dell'informazione.

Questo risultato apre la strada verso la miniaturizzazione e l'integrazione di molte altre funzionalità legate all'informazione quantistica e si possono prevedere applicazioni future in molti protocolli di comunicazione e computazione quantistica.

L. Sansoni, F. Sciarrino, G. Vallone, P. Mataloni, A. Crespi, R. Ramponi, and R. Osellame. "Polarization Entangled State Measurement on a Chip", *Phys. Rev. Lett.* 105, 200503 (2010).

INFORMAZIONE QUANTISTICA

Un amplificatore perfetto per le comunicazioni quantistiche del futuro

L'amplificazione di un segnale è alla base di qualsiasi sistema di misura ed è particolarmente importante per il trattamento dell'informazione nei sistemi di comunicazione.

La meccanica quantistica impone però dei limiti fondamentali alla capacità di produrre un segnale amplificato perfettamente fedele all'originale. Qualsiasi processo di amplificazione introduce infatti

una piccola parte di rumore assolutamente inevitabile. Anche se tale effetto è quasi completamente trascurabile per segnali sufficientemente intensi, le cose cambiano molto quando i segnali da amplificare sono estremamente deboli. In queste situazioni il disturbo causato dall'amplificazione può alterare così tanto i segnali da renderli praticamente inutilizzabili. È il caso degli schemi di comunicazione in-

trinsecamente sicuri basati sulla cosiddetta crittografia quantistica, o della propagazione dei segnali tra i vari componenti di un futuro calcolatore quantistico. Tentando di amplificare gli stati quantistici utilizzati in queste situazioni si finirebbe infatti col pregiudicare irrimediabilmente il funzionamento dell'intero sistema.

In questo articolo si descrive la prima realizzazione di un amplificatore perfetto capace di amplificare l'intensità di stati quantistici luminosi senza introdurre alcun rumore aggiuntivo. Il trucco per infrangere le rigide leggi della meccanica quantistica consiste nell'accontentarsi di ottenere la perfezione soltanto in una piccola percentuale dei tentativi effettuati. Dato che tali eventi sono comunque ben identificabili, è possibile selezionarli

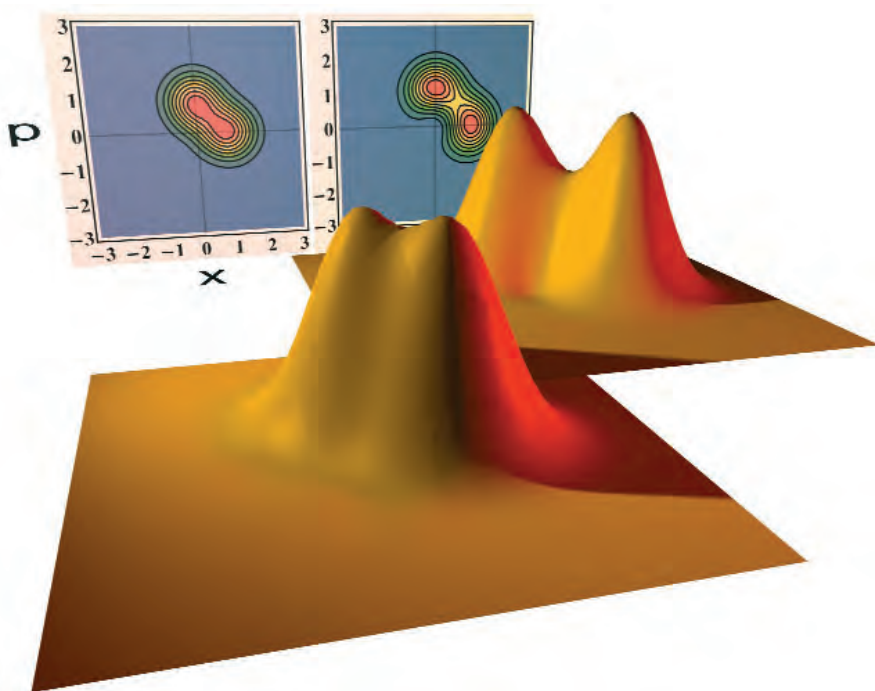
per ottenere sempre segnali amplificati in modo perfetto.

Questo eccezionale risultato sperimentale è basato su tecniche messe a punto all'Istituto Nazionale di Ottica del CNR di Firenze per l'aggiunta e la sottrazione controllata di singoli fotoni, le 'particelle' fondamentali e indivisibili da cui è costituita la luce. L'accuratissima manipolazione della luce al livello dei singoli fotoni è quindi l'ingrediente fondamentale per la realizzazione di questo 'amplificatore hi-fi quantistico', che ha battuto ogni record in termini di riduzione

delle distorsioni. Utilizzando tale sistema si potranno effettuare nuovi tipi di misure ultrasensibili, realizzare ripetitori quantistici per ricostruire i più deboli impulsi delle reti di comunicazione, e amplificare il cosiddetto 'entanglement', la particolare forma di correlazione tra particelle distanti che è alla base dei concetti più avanzati di computer quantistico.

A. Zavatta, J. Fiurasek, and M. Bellini. "A high-fidelity noiseless amplifier for quantum light states", *Nature Photonics*, 5 (2011), pp. 52-56.

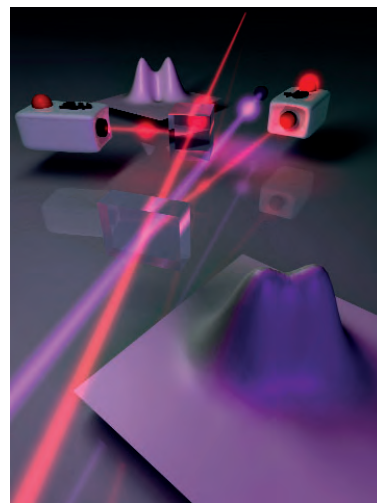
148



Effetto dell'amplificazione perfetta su una miscela di due stati coerenti inizialmente quasi indistinguibili; dopo l'amplificazione, le due funzioni di Wigner corrispondenti risultano molto più separate, e quindi i due stati meglio distinguibili.



Visione artistica di un amplificatore quantistico perfetto basato sull'aggiunta e sottrazione di singoli fotoni da un impulso luminoso.



Rappresentazione dell'effetto dell'amplificazione perfetta basata sull'aggiunta e sottrazione di singoli fotoni su una miscela di due stati coerenti inizialmente quasi indistinguibili.

FISICA COMPUTAZIONALE

I cristalli organici diventano ferroelettrici

Le plastiche, insieme ad altri materiali organici, sono molto promettenti nell'ambito dell'elettronica flessibile e a basso costo del futuro. Una fruttuosa collaborazione tra ricercatori giapponesi - presso l'Advanced Industrial Science and Technology, Tsukuba e Univ. Tokyo - e ricercatori italiani - presso il CNR-SPIN L'Aquila - si focalizza su una proprietà estremamente interessante, la ferroelettricità, finora piuttosto inesplorata in ambito organico. La ferroelettricità denota la presenza di una polarizzazione elettrica spontanea il cui segno può essere invertito, al di sotto di una certa temperatura di ordinamento. Tecnicamente, i ferroelettrici (così come piezoelettrici e piro-elettrici) sono utilizzati con successo in una varietà di applicazioni, tra cui memorie non volatili, attuatori meccanici o sensori. I ferroelettrici tradizionali sono materiali inorganici (come BaTiO₃, Titanato di Bario), ma la scoperta di ferroelettrici organici performanti, sintetizzabili a basse temperature, eviterebbe l'utilizzo di metalli pesanti tossici e dispendiosi. Finora, polimeri organici ferro-

lettrici (soprattutto binari acido-base) hanno avuto o bassa polarizzazione con funzionamento ad alta tensione o alta polarizzazione con basse temperature di funzionamento. L'acido croconico, il composto alla base della scoperta dei ricercatori, si trova ad avere caratteristiche superiori, come illustrato di seguito.

Un anello pentagonale di carboni, con ossigeno e gruppi ossidrilici (OH) collegati a ciascun atomo di carbonio, formano una molecola chiamata "acido croconico", H₂C₅O₅. Sintetizzato in forma cristallina con molecole tenute insieme attraverso una rete di legami idrogeno, l'acido croconico mostra alta polarizzazione ferroelettrica (dell'ordine di 20 C/cm², paragonabile a BaTiO₃) persistenti fino a temperature superiori a quella ambiente, insieme ad una tensione di funzionamento bassa. Dal punto di vista microscopico, l'impilamento molecolare è tale che gli idrogeni possano facilmente "saltare" tra atomi di ossigeno su una molecola e sulla sua vicina

più prossima. Supponendo che ciascuno idrogeno si trovi vicino a una molecola piuttosto che a metà strada tra le due (vedi figura), è facile intuire che un campo elettrico può spostare gli atomi di H lungo i legami idrogeno in posizioni su entrambi i lati delle molecole, chiarendo così il meccanismo di inversione della polarizzazione ferroelettrica.

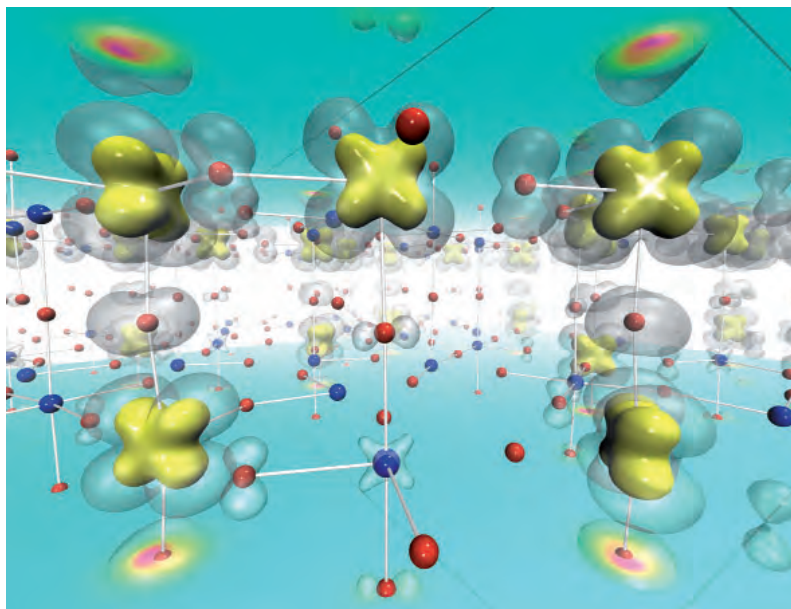
A partire da principi primi, i ricercatori CNR a L'Aquila hanno dimostrato che lo spostamento ferroelettrico dell'idrogeno è energeticamente favorito e hanno previsto una polarizzazione in eccellente accordo con gli esperimenti.

In sintesi, i risultati sull'acido croconico arricchiscono di una nuova funzionalità il campo dell'elettronica organica e costituiscono un paradigma che potrà essere ottimizzato in altri materiali.

K. Yamauchi and S. Picozzi. "Interplay between charge order, ferroelectricity and ferroelasticity: tungsten bronze structures as a playground for multiferroicity", *Phys. Rev. Lett.* 105 (2010), 107202.

149

Densità di carica di valenza per cristalli di acido croconico (da principi primi). Le sfere verdi, rosse e azzurre indicano atomi di C, O e H rispettivamente.



CALCOLO COMPUTAZIONALE

Accurate energie di superficie e di assorbimento dalla teoria perturbativa a molti corpi

150

Il gas di scarico prodotto dai motori a combustione dei moderni veicoli contengono monossido di carbonio (CO), un gas molto nocivo. Le marmitte catalitiche sfruttano l'interazione della molecola di CO con le superfici metalliche, come per esempio il Platino, in modo tale da convertire CO in CO₂, un gas molto meno nocivo.

Il primo step della reazione chimica è l'assorbimento della molecola sulla superficie, cioè la formazione di un legame chimico tra la molecola e la superficie.

Nonostante la sua semplicità apparente, la modellizzazione quanto-meccanica dell'assorbimento

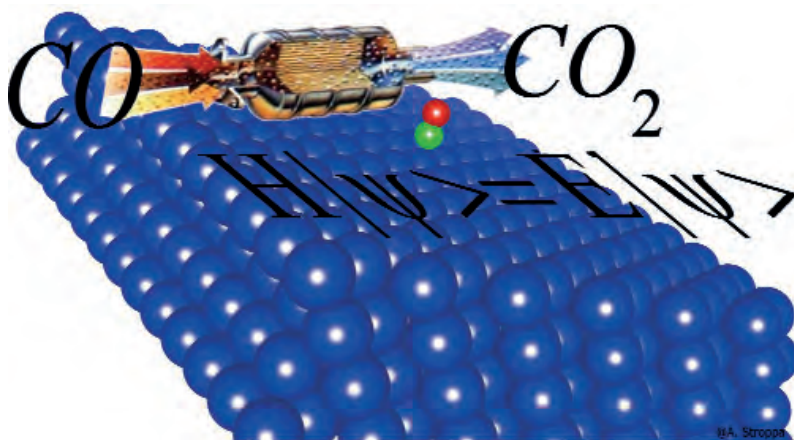
di CO basato sulla teoria del funzionale densità (DFT), il metodo più usato in scienza dei materiali e delle superfici, introduce delle serie limitazioni. In letteratura, questa fondamentale debolezza della teoria è comunemente riferita come il "puzzle" dell'assorbimento di CO.

Nel 2008, A. Stroppa e G. Kresse (Università di Vienna) hanno dimostrato che l'utilizzo delle tradizionali approssimazioni al problema quanto-meccanico a molti corpi sovrastimavano o la stabilità della superficie oppure l'interazione della stessa con la molecola. Questa era l'evidenza lampante

che qualche aspetto nella trattazione fisica del problema veniva a mancare nei metodi tradizionali, impedendo la possibilità di simulare reazioni catalitiche in maniera accurata. Nel 2010, una collaborazione tra l'Università di Vienna e l'Istituto CNR-SPIN dell'Aquila, ha risolto questo "puzzle" introducendo un nuovo modo di calcolare accuratamente le interazioni in un sistema elettronico, la cosiddetta approssimazione "random-phase". Essa ci permette di calcolare accuratamente tutte le proprietà della reazione tra molecola e superficie metallica, includendo effetti debolissimi di tipo van der Waals.

È ora possibile simulare processi catalitici complessi molto più accuratamente e studiare nuovi materiali per catalisi eterogenea, per l'industria farmaceutica, per l'immagazzinamento di idrogeno, materiali per lo sviluppo e per le energie alternative.

L. Shimka, J. Harl, A. Stroppa, A. Grüneis, Marsman, F. Mittendorfer and G. Kresse. "Accurate surface and adsorption energies from many-body perturbation theory", *Nature Materials*, 9, (2010) 741-744.



Rappresentazione pittorica di una marmitta catalitica, assorbimento di CO su superficie metallica e modellizzazione quanto-meccanica.

FISICA STATISTICA

Transizione termodinamica di primo ordine e *Inverse Freezing* in un modello di vetro di spin in tre dimensioni

Negli ultimi anni il fenomeno ideale per cui raffreddando un solido si possa ottenere un liquido, meglio noto come transizione inversa (TI), è stato osservato in un numero sempre crescente di materiali tra cui: sostanze polimeriche, colloidi, superconduttori ad alta temperatura critica, proteine, sistemi nanometrici, superfici bidimensionali di materiali organici, semiconduttori e leghe metalliche. Tale transizione di fase reversibile - controintuitiva se paragonata alle transizioni ordinarie tra solido e

liquido - ammette differenti applicazioni tecnologiche come, ad esempio, il controllo delle impurità nei metalli e nei semiconduttori, la progettazione di dispositivi basati su semiconduttori ad alta prestazione, piuttosto che la possibilità di controllare le proprietà reologiche di alimenti, oli e vernici. Ancora, è possibile sfruttare le TI insieme alla proprietà di *thermo-thickening* in farmaceutica o per studiare le proprietà di solubilità e trasporto dei materiali.

La fase solida può essere tanto cristallina quanto amorfa, nel secondo caso il fenomeno prende il nome di *inverse freezing*. Una IT avviene ogni volta che la fase fluida di alta temperatura - normalmente a più alto contenuto entropico - può esistere attraverso peculiari configurazioni che la rendono entropicamente vantaggiosa anche nella fase di bassa temperatura.

Attraverso un modello minimale, la versione vetro di spin del modello Blume-Capel, un sistema disordinato dove le variabili di

spin possono assumere i valori ± 1 e 0 , che presenta la fenomenologia dell'*inverse freezing*, utilizzando simulazioni numeriche con metodo Monte Carlo in tre dimensioni, siamo stati in grado di identificare uno degli ingredienti fondamentali per avere una IT: l'esistenza di uno stato 'neutro'. Per cui, per certi valori di pressione e temperatura, una componente del sistema non interagisce con tutto il resto. Quando crescono il numero delle variabili (nel nostro caso spin-1) nello stato 'neutro', ad esempio a causa di un incremento della pressione esterna o del potenziale chimico, il sistema può transire in una fase fluida (paramagnete) di bassa temperatura: avviene dunque un *inverse freezing* tra vetro di spin e paramagnete.

M. Paoluzzi, L. Leuzzi and A. Crisanti.
"Thermodynamic first order transition and inverse freezing in a 3D spin-glass", *Phys. Rev. Lett.*, 104 (2010), 120602.

151

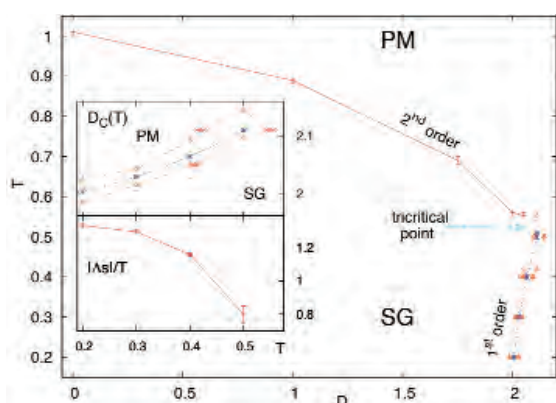
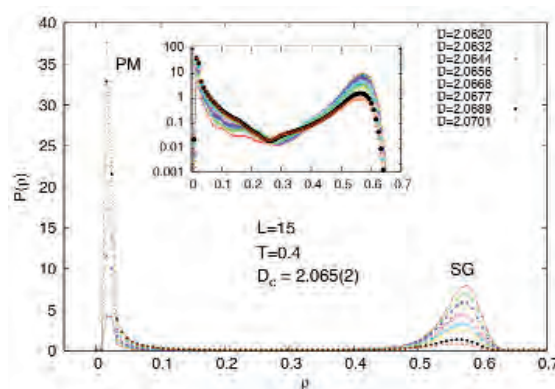


Diagramma di fase del modello BC con disordine in tre dimensioni su reticolo quadrato: la linea di transizione di secondo ordine termina in un punto tricritico. Lungo la transizione al primo ordine si ha una TI infatti il vetro di spin, diminuendo la temperatura, "fonde" in un paramagnete.



Distribuzione di probabilità del parametro d'ordine densità attraverso la transizione di primo ordine: i due picchi sono dovuti alla coesistenza tra vetro di spin e paramagnete. La fase paramagnetica di bassa temperatura è caratterizzata da una densità molto bassa: questo è il motivo per cui diviene favorita entropicamente rispetto al vetro di spin.

FISICA STATISTICA

Dinamiche atermiche
in *spin-ice* artificiali

Il concetto di equilibrio è centrale in fisica. Un sistema può normalmente raggiungerlo, ma due fattori possono impedirlo o anche solo causare a dei tempi di rilassamento molto lunghi. Il primo è l'esistenza di grandi barriere di energia, che bloccano e congelano il sistema (cosa, questa, sfruttata per rendere stabile l'informazione registrata magneticamente). Il secondo fattore è la competizione tra interazioni diverse, che non possono essere soddisfatte contemporaneamente, portando a comprensibili fenomeni di frustrazione.

Il nanomagnetismo, che permette la manipolazione e la visualizzazione di unità magnetiche, è un ambito ideale per testare questi concetti. Uno *spin-ice* artificiale (figura 1) è una disposizione ordinata di particelle magnetiche, magnetizzate lungo il loro asse longitudinale. Queste particelle sono sufficientemente grandi da essere termicamente stabili e quindi una loro dinamica può essere indotta solo da un campo magnetico esterno. È la risposta dello *spin-ice* a tale campo a essere oggetto di interesse, così come dei grani in un cilindro rispondono a una sua messa in rotazione oppure uno stormo di uccelli risponde a un predatore: in tutti questi casi la risposta dipende sia dalla forza esterna che dalla interazione tra i "costituenti" (le particelle magnetiche, i grani, gli uccelli). Negli *spin-ice*, le interazioni sono quelle di-

polari, cioè magnetostatiche. Abbiamo descritto il sistema in termini di dinamica di vertici: le particelle magnetiche convergono in un vertice e ne definiscono lo stato (figura 2 in alto) e invertire uno spin corrisponde a un processo tra vertici. Troviamo che ruotare un campo magnetico di opportuna intensità permette di portare il sistema verso stati di bassa energia (figura 2 in basso) e che i bordi del campione hanno un ruolo importante nella dinamica di un sistema perfetto. Tuttavia, troviamo anche che il disordine gioca un ruolo fondamentale nel processo di ordinamento collettivo.

Zoe Budrikis, Paolo Politi, R.L. Stamps.
"Vertex Dynamics in Finite Two-Dimensional Square Spin Ices", *Phys. Rev. Lett.*, 105 (2010), 017201.

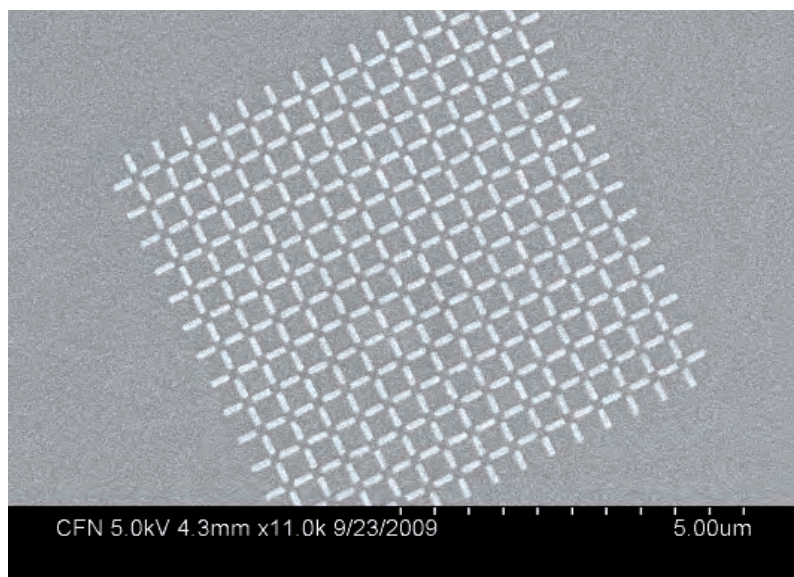


Figura 1. Immagine di microscopia elettronica a scansione. (Cortesia di Jason Morgan e Chris Marrows, University of Leeds.)

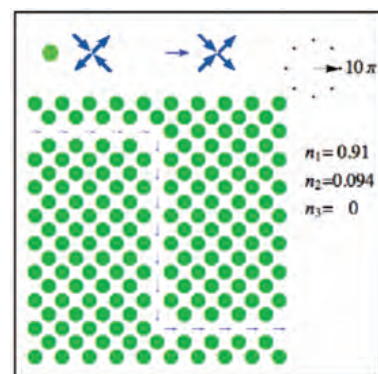


Figura 2. Rappresentazione di uno stato di bassa energia, ottenuto simulando l'effetto di un campo magnetico ruotante. I cerchi verdi sono i vertici di energia più bassa, le frecce sono vertici di energia più alta.

CHIMICA COMPUTAZIONALE

Sinergia tra esperimento e teoria per l'industria della chimica fine

Per quanto scoperta nel 1938, l'idroformilazione delle olefine è tuttora una delle più importanti reazioni industriali per la produzione di aldeidi: impiega dosi catalitiche di complessi metallici (quelli del rodio sono i più adatti per la sintesi organica) generando un prodotto che incorpora con alta efficienza tutti gli atomi presenti in partenza. Ma l'applicazione generalizzata di

tale reazione necessita di uno stretto controllo della selettività per ridurre gli scarti pericolosi e minimizzare l'impatto ambientale. Uno stadio cruciale a tale riguardo è quello di formazione degli intermedi Rh-alchilici, precursori delle aldeidi: se non è reversibile, la sua selettività è identica a quella delle aldeidi; se reversibile, la selettività si genera in uno stadio successivo.

Una ricerca congiunta ICCOM-IPCF-Università di Pisa ha affrontato la questione sia con approccio sperimentale (controllo dei parametri di reazione: natura del substrato, temperatura e pressione) che teorico (calcolo dei cammini di reazione: stabilità relativa degli stati di transizione).

L'analisi NMR delle olefine non reagite, recuperate in reazioni analoghe di deuteroformilazione, ha

rivelato, in base al deuterio incorporato, la natura e la sorte degli alchili. Lo studio teorico, permettendo il paragone delle energie libere degli stati di transizione, ha spiegato ciò che l'esperimento non può rivelare: nelle reazioni reversibili, la selettività origina quando, lungo uno dei cammini di reazione, l'energia libera di uno stato di transizione è maggiore di quella per la formazione del Rh-alchile relativo.

Una migliore conoscenza dei fattori di selettività può servire all'industria per ottenere alte rese da tale processo senza sottoprodotti.

R. Lazzaroni, R. Settambolo, G. Alagona, C. Ghio, "Investigation of Alkyl Metal Intermediates Formation in the Rhodium-Catalyzed Hydroformylation. Experimental and Theoretical Approaches", *Coordination Chemistry Reviews*, 254 (2010), pp. 696-706.

ELETTRONICA

Le inusuali proprietà ottiche delle interfacce tra manganiti di Sr e La

I recenti progressi nella realizzazione di interfacce ossido-ossido con planarità su scala atomica aprono la strada all'implementazione di dispositivi elettronici innovativi. Infatti, grazie alla ricostruzione elettronica alla superficie e allo spostamento degli ioni rispetto alle loro posizioni abituali, all'interfaccia si osservano fasi elettroniche e magnetiche del tutto inaspettate. Uno di questi nuovi sistemi è la manganite

$(\text{SrMnO}_3)_n/(\text{LaMnO}_3)_{2n}$, ottenuta intercalando $2n$ strati dell'isolante di Mott LaMnO_3 con n strati dell'isolante di banda SrMnO_3 . Il corrispondente solido drogato, $\text{La}_{1-x}\text{Sr}_x\text{MnO}_3$, presenta la magnetoresistenza colossale negativa (CMR), cioè un drastico calo della resistività in presenza di un campo magnetico esterno. Intorno a $x = 1/3$ si verifica la transizione isolante-metallo (IMT): alla temperatura di Curie T_c il sistema diviene simultaneamente ferromagnetico e metallico. Tuttavia queste proprietà sono parzialmente mascherate dal disordine dovuto alle impurezze di Sr.

Al contrario, negli intercalati $(\text{SrMnO}_3)_n/(\text{LaMnO}_3)_{2n}$ si può osservare la IMT in totale assenza di disordine. È quanto abbiamo fatto, mediante la spettroscopia infrarossa, nell'esperimento pubblicato su *Nano Letters* nel 2010.

Abbiamo potuto mostrare come in questo "sandwich" fatto di due isolanti alternati si possa ottenere un metallo omogeneo al decrescere di n , passando attraverso fasi elettroniche diverse da quelle del solido ordinario. I portatori infatti si propagano liberamente nel film per $n = 1,2,3$ (v. figura), mentre a più alti valori di n si localizzano ripristinando l'isolante. Questa osservazione apre notevoli prospettive per le applicazioni, che oltretutto richiedono film sottili come quelli in cui abbiamo effettuato il nostro esperimento.

A. Perucchi, L. Baldassarre, A. Nucara, P. Calvani, C. Adamo, D. G. Schlom, P. Orgiani, L. Maritato, and S. Lupi. "Optical Properties of $(\text{SrMnO}_3)_n/(\text{LaMnO}_3)_{2n}$ Superlattices: An Insulator-to-Metal Transition Observed in the Absence of Disorder", *Nano Letters* 10, 4819 (2010). DOI: 10.1021/nl1022628

ELETTRONICA

Conducibilità di singola molecola: uno studio multi-tecnica

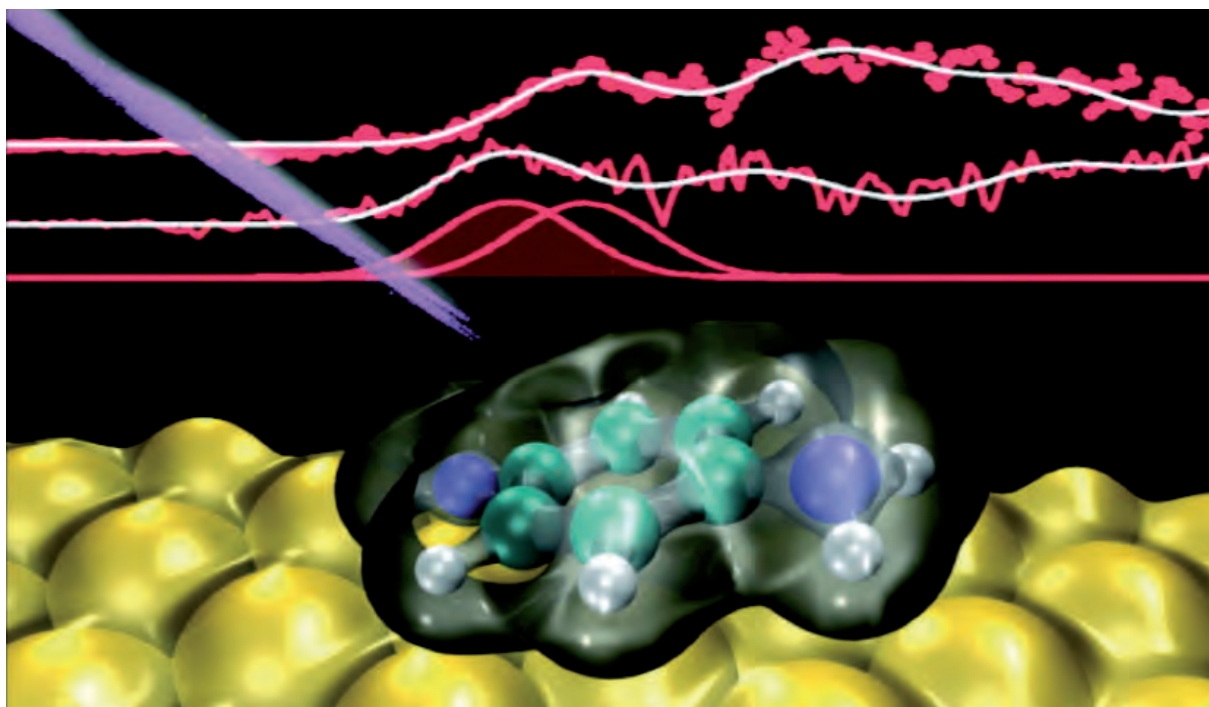
Capire i processi di trasporto elettronico a livello delle singole molecole è la chiave per lo sviluppo di nuovi dispositivi elettronici basati sulla tecnologia dei film organici. L'affidabilità e l'efficienza di questi sistemi dipende fortemente dai meccanismi di trasporto di carica all'interfaccia tra le molecole organiche e gli elettrodi metallici. Noi proponiamo un approccio multi-tecnica per lo studio di tali interfacce. Attraverso la combinazione della spettroscopia di raggi x (fotoemissione risonante) con misure di conducibilità di singola molecola e con calcoli

teorici, abbiamo studiato la correlazione tra l'allineamento dei livelli elettronici all'interfaccia organo-metallica e la conducibilità per tre molecole derivate della 1,4 benzene-diammina (BDA) adsorbite su superfici di oro. La scelta dei sistemi studiati è dettata dalla riproducibilità che molecole terminate con gruppi amminici dimostrano in termini della loro conducibilità. I processi di trasporto di carica in una giunzione organo-metallica coinvolgono gli stati elettronici prossimi al livello di Fermi del metallo. Noi qui abbiamo misurato la posizione dell'orbitale molecolare più vicino a Fermi (HOMO) per le tre molecole su diverse superfici di oro, utilizzando la spettroscopia nell'ultravioletto e quella risonante. Abbiamo quindi confrontato i risultati con quelli ottenuti dalla misura della conducibilità delle singole molecole in giunzione con gli elettrodi di oro e con i

conti ottenuti da principi primi. Risulta che la differenza in energia tra HOMO e il livello di Fermi per le tre molecole su oro, è in buon accordo sia con i cambiamenti della conducibilità che con le energie di quasi-particella dei calcoli effettuati includendo le correzioni di auto-energia. Questo lavoro fornisce il primo confronto diretto tra l'allineamento dei livelli elettronici e la misura di conducibilità di singola molecola e indica una nuova metodologia di studio delle interfacce tra molecole organiche e metalli.

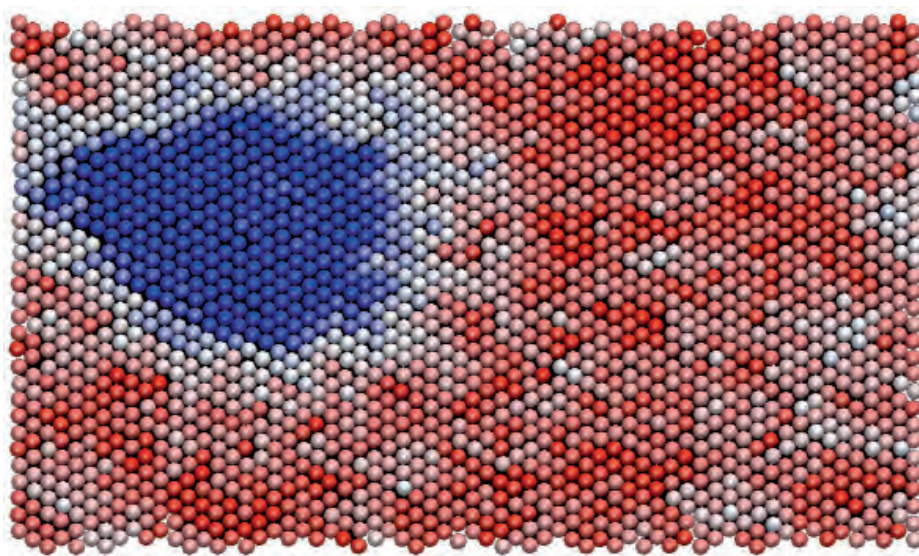
M. Dell'Angela, G. Kladnik, A. Cossaro, A. Verdini, M. Kamenetska, I. Tamblin, S. Y. Quek, J. B. Neaton, D. Cvetko, A. Morgante, L. Venkataraman. "Relating Energy Level Alignment and Amine-Linked Single Molecule Junction Conductance", *NanoLetters*, 10 (2010), pp. 2470-2474.

Rappresentazione grafica di una molecola di BDA sulla superficie Au(111).



SIMULAZIONI NUMERICHE

Come nasce l'attrito alla scala atomica



La formazione di una nuova bolla prima dello scorrimento complessivo. Le particelle blu si sono spostate sulla sinistra, mentre quelle rosse sono rimaste indietro.

155

Comprendere i meccanismi microscopici che governano l'attrito rappresenta un problema scientifico fondamentale con importanti applicazioni pratiche. Ad esempio in alcuni sistemi micro-elettromeccanici (MEMS) l'attrito e l'usura su aree di contatto molto piccole possono causare la rottura del dispositivo. Se le leggi macroscopiche dell'attrito sono note da secoli, la loro origine microscopica è ancora oggetto di ricerca. Le leggi di Amontons, formulate alla fine del XVII secolo, affermano che due corpi in contatto sottoposti ad una forza normale cominciano a scivolare quando la forza laterale supera la forza di attrito statico. Un corpo che scivola è invece sottoposto ad una forza di attrito dinamico che in genere è minore di quella statica. Queste leggi non sono completamente vere perché

anche per forze minori dell'attrito statico spesso i corpi possono muoversi lentamente per effetto dell'attivazione termica. Visualizzando la superficie di contatto si possono osservare dei fronti che cominciano a separare le superfici prima che il corpo cominci a muoversi. Questa scoperta suggerisce che l'attrito è dovuto a processi microscopici che interessano gli atomi sulla superficie di contatto e che si propagano poi a grande scala per portare allo scioglimento complessivo del corpo. Per studiare l'attrito alla scala atomica, abbiamo eseguito delle simulazioni numeriche dello scorrimento di un monostrato di xenon (Xe) su di una superficie di rame (Cu). In questo sistema ogni atomo di xenon cade in un minimo del potenziale indotto dagli atomi di rame, formando un'interfaccia perfetta che massimizza l'attrito. Stu-

diando il moto termicamente attivato sotto una forza laterale esterna, abbiamo osservato che il monostrato di xenon si sposta creando ed espandendo delle "bolle" sulla superficie, un processo simile alla nucleazione nelle transizioni di fase del primo ordine (ad esempio liquido-gas). Per comprendere questi risultati abbiamo usato la teoria classica della nucleazione per calcolare analiticamente l'energia di attivazione che è risultato in ottimo accordo con i risultati numerici. I nostri risultati sono utili per comprendere gli esperimenti di scorrimento di monostrati con implicazioni per l'attrito in generale.

M. Reguzzoni, M. Ferrario, S. Zapperi, M.C. Righi. "Onset of frictional slip by domain nucleation in adsorbed monolayers", *PNAS* 107 (2010) pp. 1311-1316.

MISURE

Il limite massimo nella precisione di una misura

Gli interferometri atomici e ottici sono tra i dispositivi più sensibili e precisi attualmente a disposizione. Questi consentono la misura del tempo, di forze inerziali e campi magnetici, per citare solo qualche esempio.

L'attuale stato dell'arte nella precisione di un interferometro è limitato dal cosiddetto rumore di *shot-noise*. Questo rumore induce una sensibilità che cresce come

la radice quadrata del numero di particelle usate nell'interferometro stesso. La possibilità di superare questo limite impiegando correlazioni quantistiche (chiamate anche "entanglement") tra le particelle è una importante conseguenza della meccanica quantistica. Primi esperimenti che dimostrano una sensibilità al di sopra del rumore *shot-noise* sono stati effettuati di recente con fotoni, ioni, atomi freddi e condensati di Bose-Einstein. Tuttavia, mentre la maggior parte della teoria è stata sviluppata per un numero fisso di particelle, in molti esperimenti il numero di particelle oscilla in diverse misurazioni interferometriche. Il nostro lavoro estende la teoria della metrologia quantistica in questo aspetto. In

primo luogo, deriviamo una condizione, sulla base delle informazioni di Fisher, che riconosce l'intera classe di stati entangled utili per interferometria con sensibilità oltre lo *shot-noise*. In secondo luogo, abbiamo fissato la definizione precisa del limite di Heisenberg, la sensibilità massima consentita dalla meccanica quantistica. Genericamente, la sensibilità della misura non può mai eccedere il numero medio totale di particelle. Questo risolve un vivace dibattito avviato negli anni '80.

P. Hyllus, L. Pezzé, A. Smerzi.
"Entanglement and Sensitivity in Precision Measurements with States of a Fluctuating Number of Particles", *Phys. Rev. Lett.*, 105 (2010), pp. 120501-1 – 120501-4.

FUSIONE LASER

Laser Ultraintensi per svelare i segreti dei pianeti giganti

L'interazione della luce laser ultra-intensa con la materia è attualmente sotto intensa indagine, sia in laboratorio che dal punto di vista teorico tramite modelli numerici, a causa del suo potenziale per un largo spettro di applicazioni pratiche e la possibilità di esplorare processi astrofisici in laboratorio.

Tra le principali applicazioni, la fusione laser e le nuove sorgenti di radiazione e particelle si stanno

sviluppando ad un ritmo impressionante. Infatti, sono state proposte due grandi infrastrutture laser Europee chiamate HiPER [<http://www.hiper-laser.org>] ed ELI [<http://www.extreme-light-infrastructure.eu>], che consentiranno di fare passi avanti significativi in queste aree di ricerca.

Nell'interazione laser-materia ad alta intensità, una frazione importante dell'energia trasportata dall'impulso laser è trasferita a

flussi estremamente intensi di elettroni energetici (veloci) che a loro volta attivano enormi campi magnetici e danno luogo ad una brillante emissione di raggi X. La descrizione di come queste intensissime correnti di elettroni si propagano nella materia è poco conosciuta e sono necessari nuovi esperimenti.

Una nuova tecnica di misura dei raggi X sviluppata e messa a punto presso il laboratorio ILIL CNR-INO-Pisa è stata utilizzata per identificare il ruolo dei differenti meccanismi di emissione di raggi X. Grazie a questa tecnica, il contributo dell'emissione di radiazione direzionale (*bremstrahlung*) può essere separato da quello non-direzionale (fluorescenza X), tipico in questa classe di esperimenti.

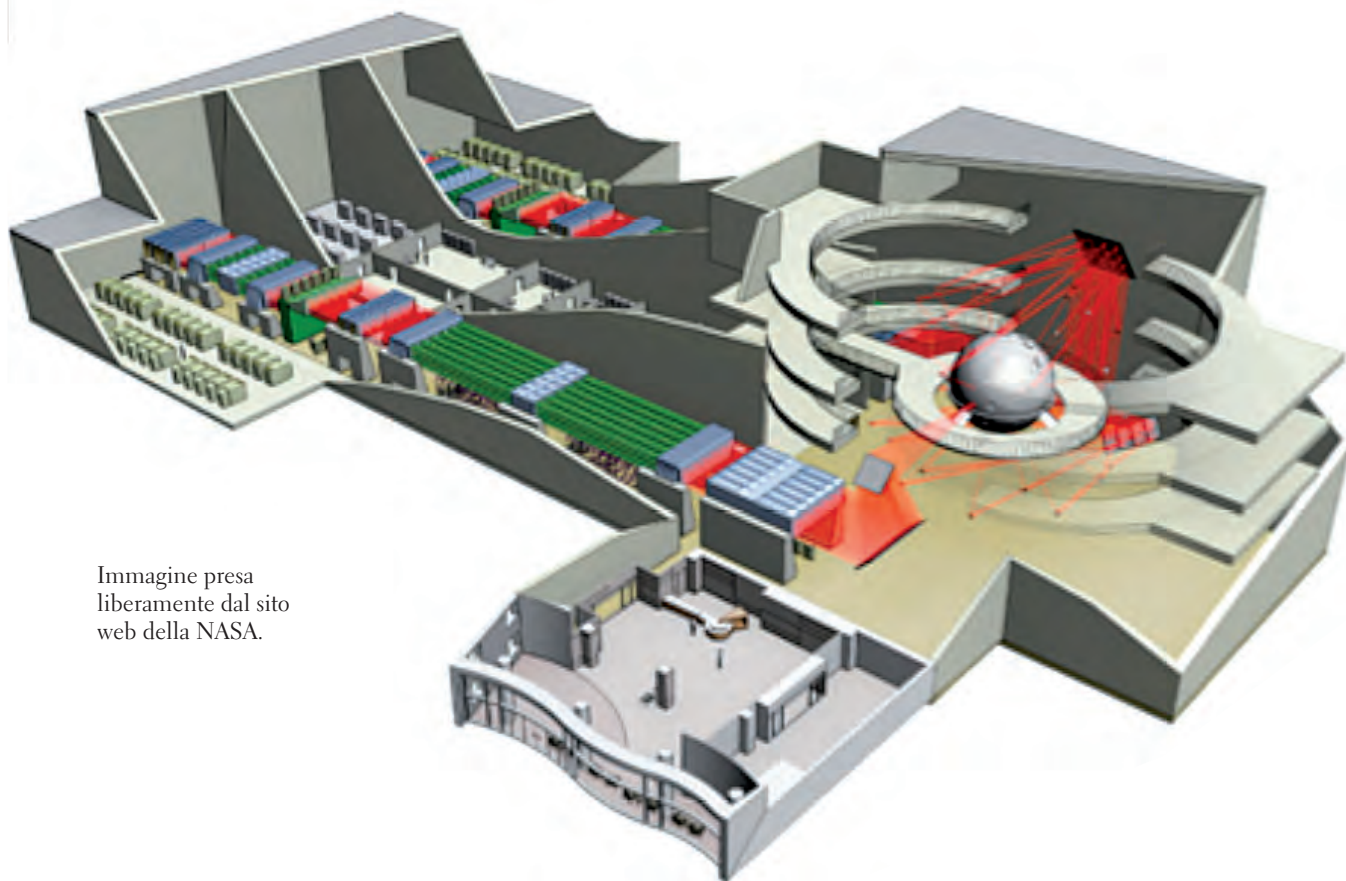
Questi nuovi risultati aprono la possibilità di implementare nuove tecniche d'indagine e di concepire

nuove sorgenti di radiazione per la scienza dei materiali e le applicazioni bio-mediche.

L'esperimento è stato effettuato da ricercatori e studenti dell'INO-CNR (Pisa), in collaborazione

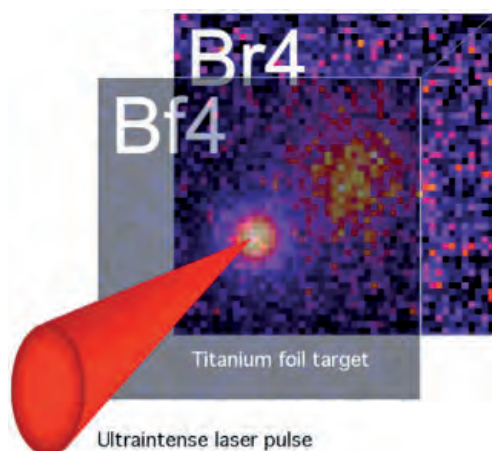
con l'Istituto di Ottica ed Elettronica Quantistica dell'Università Friedrich-Schiller di Jena nel contesto dello schema di accesso LASERLAB alle laser-facilities Europee.

F. Zamponi, A. Lübcke, T. Kämpfer, I. Uschmann, E. Förster, A. P. L. Robinson, A. Giulietti, P. Köster, L. Labate, T. Levato, and L. A. Gizzi. "Directional Bremsstrahlung from a Ti laser-produced X-ray source at relativistic intensities in the 3-12 keV range", *Physical Review Letters* 105, 085001 (2010).



157

Immagine presa liberamente dal sito web della NASA.



Le condizioni di materia calda e densa al centro di Giove possono essere riprodotte in laboratorio utilizzando l'interazione di laser ultraintensi con i solidi.

Informazione & Comunicazione

Highlights

Intelligenza artificiale,
Web semantico, Cosmologia,
Gestione dati, Analisi di immagini
mediche, Bioinformatica,
Informatica, Scienza computazionale,
Diagnostica per immagini,
Computer graphics,
Rappresentazione lineare,
Linguistica, Fluidodinamica,
Scienze cognitive, Robotica marina,
Idrodinamica navale, Sistemi
non lineari, Reti neurali,
Robotica,
Cosmologia





ROBOTICA

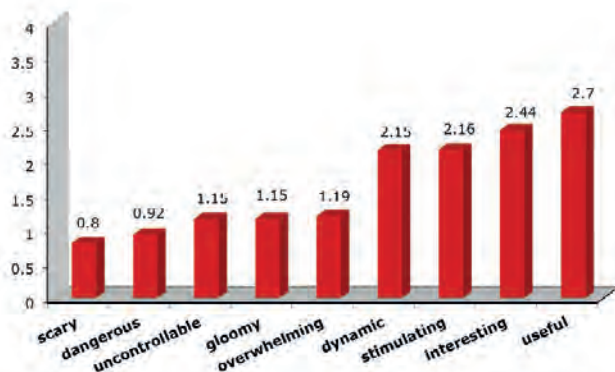
Ambienti di assistenza arricchiti da robot: una valutazione

Il progetto RoboCare ha realizzato un prototipo di casa intelligente in cui sensori, robot e agenti software si coordinano per fornire supporto alle attività quotidiane di una persona anziana. Obiettivo del sistema è di "osservare" le azioni della persona assistita e mantenere una rappresentazione aggiornata sia della persona che dell'ambiente in cui vive. Sulla base dello stato osservato, il sistema permette di inviare suggerimenti, promemoria, allarmi e avvisi all'assistito attraverso un dispositivo robotico. Il prototipo realizzato è stato valutato attraverso

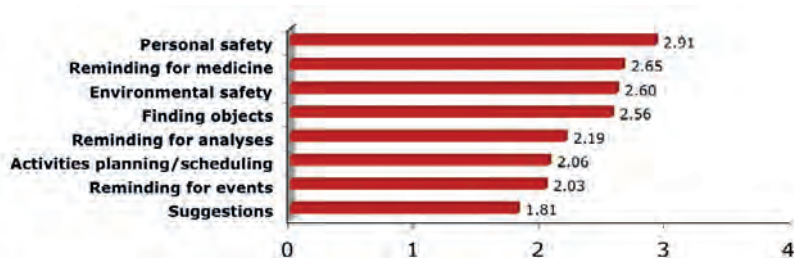
il coinvolgimento di un numero elevato di anziani con l'obiettivo di analizzare sia i risultati tecnologici raggiunti che le possibili prospettive di sviluppo.

Il lavoro presenta i risultati di una doppia analisi: a) una descrizione delle funzionalità interattive del robot ottenute utilizzando tecnologia di intelligenza artificiale basata su vincoli; b) lo studio dell'atteggiamento degli utenti e delle loro preferenze, in termini di utilità percepita e accettabilità, rispetto ai servizi intelligenti ed alle interazioni con il robot.

I risultati mostrano un atteggiamento piuttosto positivo verso l'assistente artificiale. Gli anziani percepiscono una distinzione tra le attività importanti e meno importanti da eseguire in casa. Per le attività che sono percepite più rilevanti, legate principalmente alla sicurezza personale e ambientale,



Reazione emotiva degli anziani al robot (Medie).



Utilità percepita del robot in ambiente domestico.



Frammenti video dalla valutazione del sistema RoboCare.

l'autonomia del robot nella gestione dell'ambiente domestico e nel processo decisionale si è rivelata una risorsa molto utile. Il robot è anche apprezzato per la sua capacità di rispondere a specifiche richieste espresse dall'utente, in particolare quando si parla di supporto alle difficoltà cognitive associate all'invecchiamento, o della possibilità di mantenere l'indipendenza.

A. Cesta, G. Cortellessa, R. Rasconi, F. Pecora, M. Scopelliti, L. Tiberio. "Monitoring elderly people with the Robocare Domestic Environment, Interaction synthesis and user evaluation", *Computational Intelligence* 27(1): 60-82 (2011).

INTELLIGENZA ARTIFICIALE

Uno schema di campionamento efficiente per l'apprendimento automatico

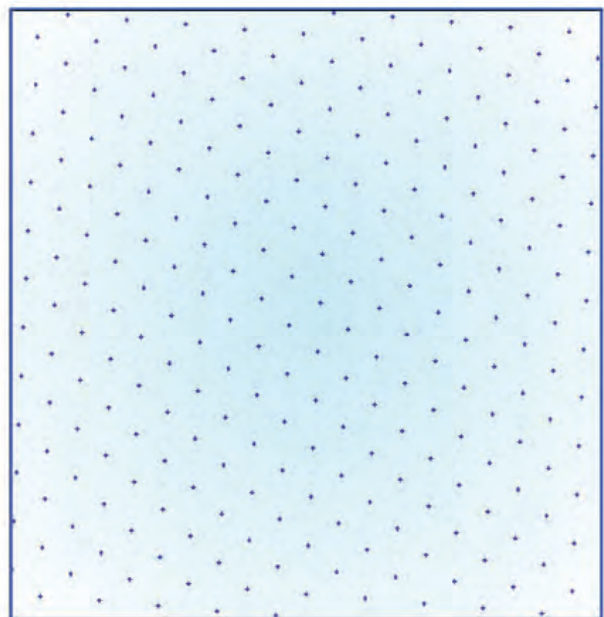
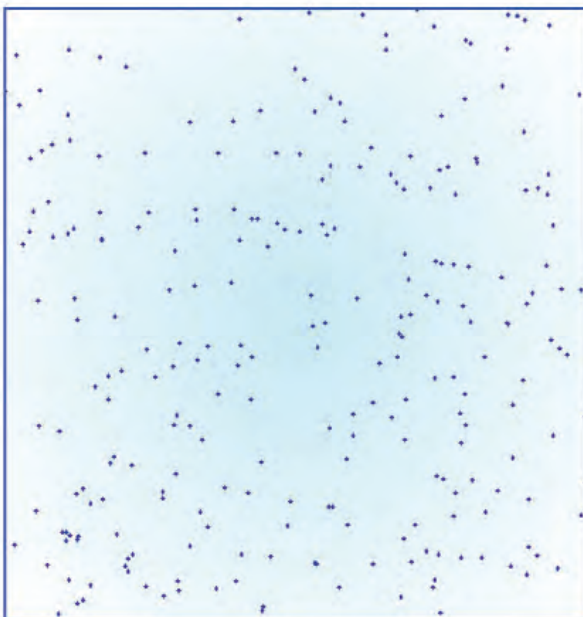
Molti problemi in campi diversi quali l'ingegneria, la fisica, la statistica, l'economia, richiedono la stima di funzioni sconosciute e/o la sintesi di politiche decisionali ottimali. Stimare la densità di probabilità che caratterizza un processo fisico, scegliere la migliore strategia in un mercato finanziario, controllare un impianto, sono tutte istanze di tale paradigma. Problemi di questo tipo possono essere affrontati efficacemente con tecniche di apprendimento automatico, strumenti tipici dell'intelligenza artificiale in grado di apprendere il comportamento di un sistema ignoto attraverso l'osservazione dei dati,

e con l'impiego di opportuni modelli matematici (quali reti neurali). Se la funzione ignota è complessa, un numero elevato di osservazioni può essere necessario per stimarla in modo accurato. In genere questo comporta criticità computazionali nell'implementazione al computer, per via di onerose routine di ottimizzazione. Quando è possibile scegliere liberamente i punti in cui osservare la funzione, nasce quindi il problema di campionare lo spazio multidimensionale degli ingressi in modo da ottenere buone prestazioni senza ricorrere a un numero troppo elevato di osservazioni. L'articolo investiga un cam-

pionamento mediante *lattice rules*, set di punti caratterizzati da una struttura regolare, nati per problemi di integrazione numerica. Si dimostra che il loro impiego può portare a una rapida convergenza dell'errore di stima in un contesto di minimizzazione del rischio empirico, tipico dei metodi di apprendimento automatico, più rapida in particolare rispetto a quella data dal campionamento casuale, che è la tecnica più comune. I risultati simulativi mettono anche in luce la robustezza della procedura rispetto a perturbazioni nella struttura a lattice.

C. Cervellera. "Lattice Point Sets for Deterministic Learning and Approximate Optimization Problems", *IEEE Transactions on Neural Networks*, 21 (2010), pp. 687-692.

Campionamento di uno spazio degli ingressi bidimensionale per mezzo di un set casuale (sinistra) e uno schema lattice (destra).



GESTIONE DATI

Tutela della proprietà intellettuale per database di traiettorie

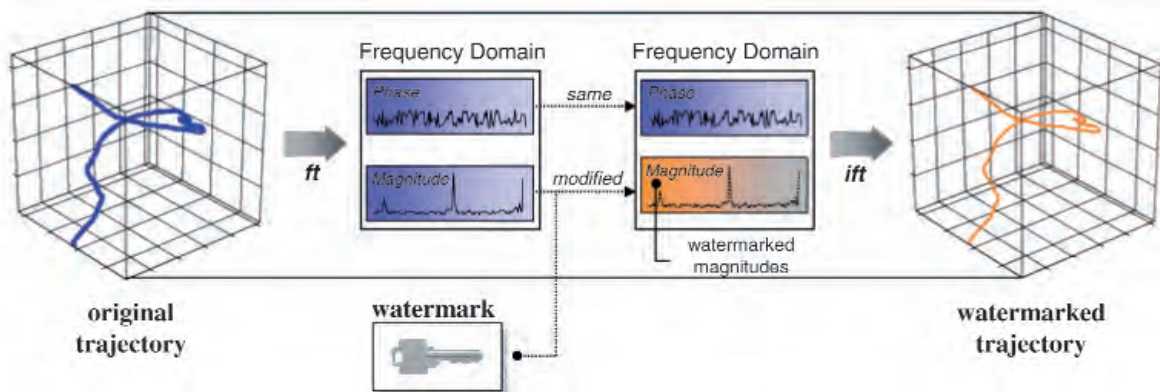
La condivisione di dati è un aspetto di primaria importanza nelle collaborazioni scientifiche o commerciali. I dati da condividere sono spesso ottenuti con lunghi e costosi processi di acquisizione, e per questo motivo si rende necessaria la tutela della proprietà intellettuale di queste informazioni. In questo lavoro, viene presentato un metodo per “marchiare” database di traiettorie consentendo di rivendicarne in futuro la proprietà intellettuale, senza tuttavia alterarne le proprietà necessarie per condurre attività di

analisi. La tecnica di *watermarking* illustrata inserisce delle modifiche impercettibili, incorporando efficacemente un codice numerico, ovvero una “filigrana”, mantenendo tuttavia le relazioni di similarità geometrica fra oggetti che sono indispensabili per operazioni di ricerca per similarità, classificazione o *clustering*. Uno dei contributi fondamentali di questa metodologia, è una tecnica per individuare la distorsione massima che non altera tali proprietà. Viene dimostrato sia analiticamente che sperimentalmente che la tecnica proposta può sostenere un insieme di alterazioni mirate a rimuovere il codice incorporato (traslazione, rotazione, aggiunta di rumore, ecc.) e che offre quindi un sistema affidabile per la condivisione e pubblicazione di database di traiettorie.

I contributi principali di questo lavoro sono: (1) un nuovo sistema di tutela dei diritti di proprietà intellettuale basato su “filigrana digitale” per dataset di traiettorie; (2) individuazione dell’intensità ottimale di incorporamento della filigrana che non alteri le caratteristiche geometriche dei dati; (3) nuovi metodi efficienti per individuare tale intensità; (4) due ordini di grandezza più veloci di tecniche naïve, consentendo così di elaborare dataset di grandi dimensioni.

Claudio Lucchese, Michail Vlachos, Deepak Rajan, Philip S. Yu. “Rights protection of trajectory datasets with nearest-neighbor preservation”, *VLDB J.* 19(4):531-556 (2010).

Schema di *watermarking* digitale.



INFORMATICA

Internet: nasce l'era di IPv6

È durato 24 ore il World IPv6 Day, la sperimentazione mondiale della nuova versione dell'omonimo protocollo informatico avvenuta l'8 giugno 2011. Il Cnr è stato impegnato oltre otto anni, insieme al Garr, nello sviluppo e nel testing dell'attuale protocollo. Marco Sommani, dell'Istituto di Informatica e Telematica del Consiglio nazionale delle ricerche (IIT-Cnr), ne ha seguito le fasi nel nostro paese. IPv4, la versione finora utilizzata, poteva gestire circa 4 miliardi di indirizzi IP. Un numero che si riteneva colossale nei primi anni di espansione della rete, ma che rischia di non essere più sufficiente a identificare tutti i dispositivi connessi. IPv6 permetterà di indirizzare in Internet fino a circa $3,4 \times 10^{38}$ dispositivi (340 miliardi di miliardi di miliardi di miliardi).

INFORMATICA

Raccolta e gestione dati in una rete di sensori wireless

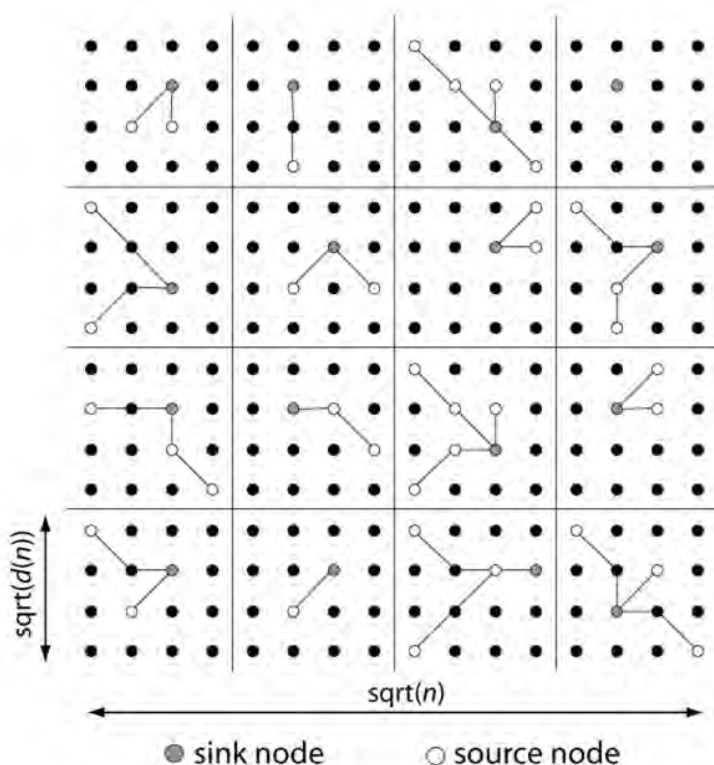
Le reti di sensori senza fili sono reti composte da un gran numero di dispositivi senza fili, ognuno dei quali è equipaggiato con diversi tipi di sensore (ad esempio temperatura, pressione, ecc.) e dotato di interfaccia di comunicazione radio a corto raggio. Grazie allo scambio e alla consegna di dati sull'ambiente ad una o più unità di raccolta dati, le reti di sensori senza fili rendono possibile il monitoraggio ambientale con un livello di dettaglio molto più alto di quello reso possibile dalle tradizionali tecnologie "con fili".
Le reti wireless senza fili costitui-

scono una tecnologia estremamente interessante per il loro potenziale di aumentare la qualità e/o ridurre i costi del monitoraggio ambientale, e di applicazioni di controllo dei processi in generale. Al fine di capire se questo potenziale possa veramente essere sfruttato in pratica, alcune questioni fondamentali riguardo a questa tecnologia devono ancora essere studiate.
L'obiettivo di questo lavoro è lo studio delle prestazioni di una rete di sensori senza fili quando la dimensione della rete è molto grande, e la rete è utilizzata per

raccogliere e convogliare dati ambientali verso uno o più unità di raccolta dati. In particolare, l'obiettivo dello studio è caratterizzare le prestazioni della rete rispetto a due metriche fondamentali: 1) la capacità di trasporto dati, definita come la quantità di dati aggregati che possono circolare nella rete per unità di tempo, e 2) la latenza, definita come il tempo che intercorre da quando il dato viene generato a quando il dato è ricevuto da una unità di raccolta dati. Informalmente, la capacità misura l'abilità della rete nel raccogliere una gran quantità di dati, mentre la latenza misura l'abilità della rete nel trasmettere velocemente questi dati ai punti di raccolta, rendendo possibili, per esempio, applicazioni in tempo reale.
Il risultato più importante del nostro studio consiste nell'aver dimostrato come sia possibile ottimizzare contemporaneamente le due metriche di capacità e latenza nelle reti di sensori senza fili, confermando così che questa tecnologia può essere effettivamente utilizzata per rivoluzionare il modo in cui sarà possibile realizzare il monitoraggio ambientale ed il controllo dei processi nei prossimi anni.

P. Santi. "On the Data Gathering Capacity and Latency in a Wireless Sensor Network", *IEEE Journal on Selected Areas in Communications*, Vol. 28, n. 7 (2010), pp. 1211-1221.

Esempio di strategia ottimale di raccolta dei dati in una rete di sensori senza fili di grande dimensione: i dati sono generati dalle unità chiamate *source node*, e raccolti dalle unità chiamate *sink node*.



Nuovi progressi verso l'integrazione del CAD e la simulazione numerica

La progettazione e la produzione industriale si basano sempre più sulla prototipizzazione virtuale (*virtual prototyping*) per lo sviluppo di nuovi prodotti. Prima di creare un prototipo fisico del prodotto, si genera un modello virtuale con l'aiuto di un sistema di CAD (*computer aided design*). Questo modello virtuale viene poi passato a un programma di CAE (*computer aided engineering*) per simularne il comportamento in condizioni reali (ad esempio la resistenza al vento di un'automobile, o la sua deformazione dovuta ad un incidente). Lavorare coi modelli virtuali permette di testare diverse possibilità progettuali e nuove idee prima che il prototipo fisico venga creato. Permette inoltre di ridurre il costo e il tempo totale dalla progettazione alla fabbricazione, poiché la creazione del modello virtuale è più veloce e soprattutto meno costosa di quella del modello fisico.

Molto spesso, i risultati ottenuti dal CAE sono utilizzati per modificare il prodotto originale e quindi la sua geometria all'interno del CAD, in un processo che deve essere ripetuto fino a quando si ottiene un modello soddisfacente. Un collo di bottiglia di questo processo è il passaggio delle informa-

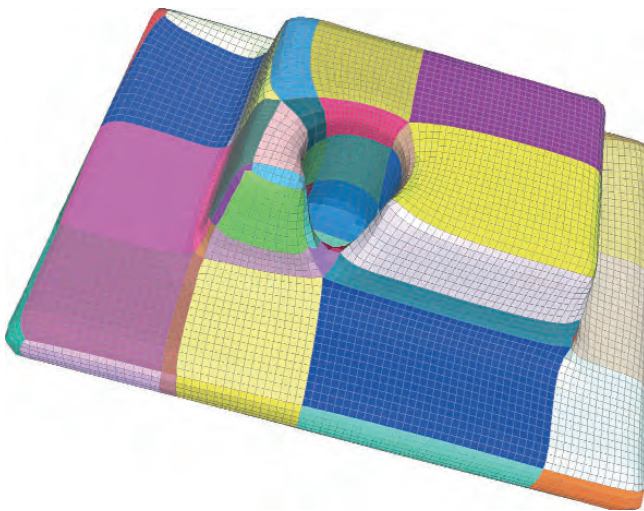
zioni da un pacchetto software all'altro. La ragione è che la rappresentazione matematica delle geometrie usate nel CAD per la progettazione del prodotto è diversa da quella usata nel CAE per simularne il comportamento, e, nella comunicazione CAD-CAE, si crea necessariamente un'approssimazione della geometria.

L'analisi isogeometrica è un nuovo metodo di simulazione, che si basa sul paradigma di usare, per l'analisi, la stessa rappresentazione matematica delle entità geometriche impiegata nel CAD. Il suo utilizzo semplifica la comunicazione tra i due pacchetti software impiegati nella prototipizzazione virtuale, risparmiando tempo durante il processo di progettazione. Nel nostro lavoro, frutto di una collaborazione tra IMATI-CNR e l'Università di Pavia, abbiamo definito una generalizzazione dell'analisi isogeometrica che estende il metodo per applicazioni elettromagnetiche, quali, ad esempio, la progettazione di antenne o guide d'onda.

A. Buffa, G. Sangalli, R. Vázquez. "Isogeometric Analysis in electromagnetics: B-splines approximation", *Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering*, 199 (2010), pp. 1143-1152.

Un metodo per ottenere una parametrizzazione formata da *patch* quadrate data una geometria tridimensionale

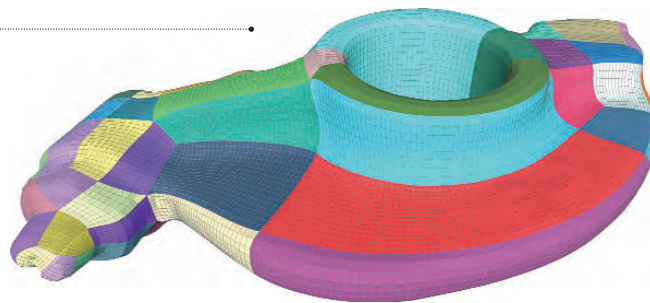
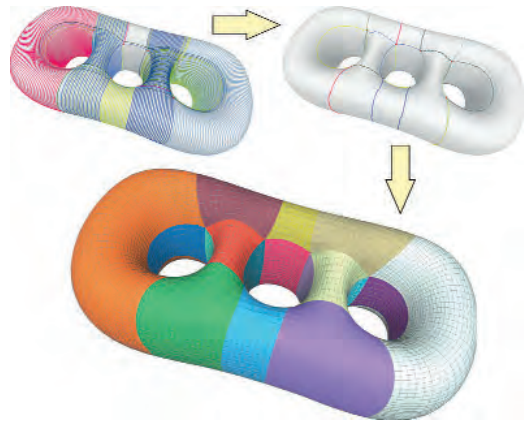
Nell'ambito della CG, una *parametrizzazione* di una data superficie immersa in 3D è un *mapping* fra una porzione di piano appositamente determinata (il dominio 2D) e quella superficie. Parametrazioni di alta qualità di superfici digitali (*mesh poligonali 3D*) sono necessarie in un certo numero di applicazioni, come *reverse engineering* geometrico, *texture mapping*, *editing*, compressione, simulazioni fisiche, riproduzioni fisiche della superficie e molte altre. Purtroppo, le superfici digitali campionate con cui si ha a che fare in molti contesti (per esempio scansioni 3D di oggetti reali) non sono accompagnate da una parametrizzazione di questo tipo. Emerge così il problema di come computare in maniera automatica buone parametrizzazioni per superfici digitali date, anche di forma complessa. Si tratta di un settore della *Computer Graphics* che sta ricevendo molta attenzione, ma che è ancora, in larga misura, irrisolto. Una proprietà recentemente riconosciuta come necessaria alla buona qualità del *mapping* è esprimibile nei seguenti termini: le linee di equivalenti del *mapping* inverso devono essere allineate, sulla su-



Dall'alto. Un esempio di geometria parametrizzata usando il nostro metodo. Si dimostra come le *patch* di *quad* siano allineate alle caratteristiche geometriche dell'oggetto in input.

Il Grafo delle separatrici che codifica il *cross field* viene semplificato in maniera tale che possa essere prodotta in maniera automatica la parametrizzazione finale.

Un ulteriore esempio di geometria parametrizzata utilizzando il nostro metodo.



perficie 3D, alcune specifiche direzioni determinabili a priori, ad esempio analizzando le proprietà geometriche intrinseche ed estrinseche locali come la curvatura (queste direzioni sono espresse sotto forma di campi incrociati, *cross-field*, definiti sulla superficie). Infatti possono essere ricondotte a questa proprietà molte delle proprietà tradizionalmente riconosciute come utili o indispensabili (ad esempio un buon mantenimento di angoli o aree), ma più difficili da perseguire direttamente.

Questa osservazione ha aperto la porta a molti promettenti approcci alla parametrizzazione automatica. Tuttavia, seguire questa strada porta ad una serie di scelte obbligate che in ultima analisi rendono il dominio 2D talmente parcellizzato in una serie di minuti sottodomini da rendere il *mapping* inservibile nella maggioranza (anche se non la totalità) delle applicazioni. Il dominio 2D non è, in altri termini, abbastanza "semplice". Il nostro metodo affronta il problema da una prospettiva nuova:

ci interessiamo di come un *cross-field* dato possa essere modificato in maniera abbastanza blanda da preservare le sue buone proprietà iniziali ma in modo da ingenerare una suddivisione drasticamente meno densa e dunque più accettabile del dominio 2D.

Marco Tarini, Enrico Puppo, Daniele Panozzo, Nico Pietroni, Paolo Cignoni. "Simple Quad Domains for Field Aligned Mesh Parametrization", *ACM Transactions on Graphics* Volume 30, Number 6 (2011).

RAPPRESENTAZIONE LINEARE

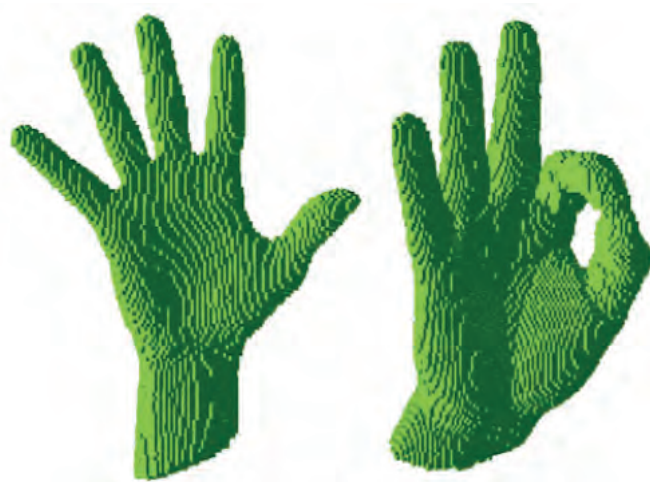
Un metodo per la scheletrizzazione di oggetti digitali in 3 dimensioni

Lo scheletro di un oggetto digitale è uno schema di rappresentazione consistente in un sottoinsieme dell'oggetto a struttura lineare e con le stesse proprietà topologiche dell'oggetto, dove ogni elemento (pixel o voxel dipendendo da se l'oggetto è bi- o tri-dimensionale) è disposto simmetricamente all'interno dell'oggetto, risultando equidistante da almeno due sezioni

distinte del bordo dell'oggetto. Lo scheletro è un utile strumento per l'analisi automatica di immagini digitali. Tra le possibili applicazioni pratiche in cui lo scheletro trova impiego ricordiamo il riconoscimento automatico di caratteri o di impronte digitali nel caso di immagini bi-dimensionali, e l'endoscopia virtuale (colonscopia, broncoscopia, analisi delle arterie in risonanza magnetica, ecc.) nel caso di immagini tri-dimensionali. Infatti, l'elaborazione necessaria a riconoscere l'oggetto in esame o ad identificare in esso la presenza di determinate proprietà può essere effettuata elaborando lo scheletro dell'oggetto, con conseguente vantaggio computazionale per la ridotta dimensionalità dello scheletro rispetto a quella dell'oggetto rappresentato.

Il metodo di scheletrizzazione suggerito è basato sull'uso della trasformata distanza, dove ogni elemento dell'oggetto è etichettato con la sua distanza dal complemento dell'oggetto. La funzione distanza discreta adottata è un'ottima approssimazione della distanza euclidea, garantendo così la stabilità dei risultati anche per rotazioni o cambiamenti di scala dell'oggetto da analizzare. Il metodo di scheletrizzazione proposto, oltre a produrre risultati soddisfacenti e in accordo con la percezione, è computazionalmente vantaggioso.

C. Arcelli, G. Sanniti di Baja, L. Serino.
"Distance-Driven Skeletonization in Voxel Images", *IEEE Trans. PAMI*, 33 (2011), pp. 709-720.



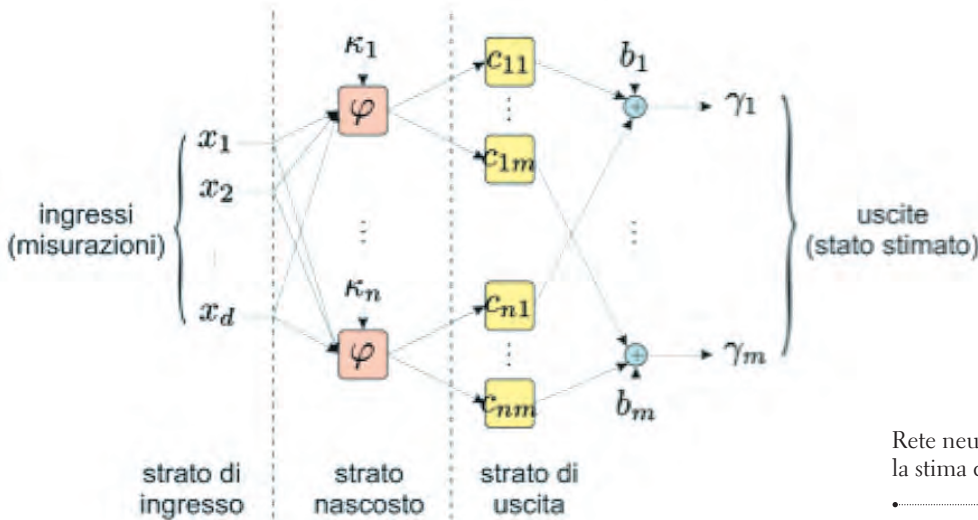
L'oggetto digitale tri-dimensionale "mano" in due pose diverse.



Lo scheletro dell'oggetto "mano" nelle due pose.

SISTEMI NON LINEARI

Reti neurali per la stima dello stato di sistemi dinamici non lineari



Rete neurale artificiale impiegata per la stima dello stato.

$$\gamma_j(x, w) = \sum_{i=1}^n c_{ij} \varphi(x, \kappa_i) + b_j$$

$$c_{ij} \in \mathbb{R}, b_j \in \mathbb{R}, \kappa_i \in \mathbb{R}^k, j = 1, 2, \dots, m$$

La stima dello stato di sistemi dinamici non lineari è un problema importante nell'ambito dell'automatica. Infatti, spesso non sono disponibili misure dell'intero stato, ma solo di alcune variabili. Stimare lo stato significa risalire a quantità di interesse non direttamente misurabili usando le osservazioni disponibili: questa operazione è in genere complessa. Nell'articolo è presentato un metodo di sintesi di stimatori volto a minimizzare un funzionale di costo assegnato. Il problema di stima viene trasformato in uno di ottimizzazione funzionale, da risolvere in modo approssimato. L'incognita è la funzione di stima, ossia un *mapping* ingresso/uscita che generi la stima

ottima per ogni valore delle variabili misurate, raccolte in una finestra temporale di istanti passati di lunghezza fissata a partire dall'istante corrente. La funzione di stima incognita è sostituita da funzioni approssimanti a struttura fissa con parametri liberi, da determinare in modo da minimizzare il funzionale di costo considerato. Le strutture impiegate sono reti neurali artificiali a uno strato nascosto, ossia modelli matematici che si ispirano al comportamento dei neuroni biologici. Esse sono molto usate nell'ambito di problemi di intelligenza artificiale, in quanto capaci di modellare dinamiche complesse imparando direttamente dai dati.

Come applicazione è considerato un problema di *tracking* passivo, di interesse nell'ambito della sorveglianza. Il sistema è un oggetto che si muove in una regione in cui si trovano sensori di posizione. A partire dai dati osservati, si vuole ricostruire l'intero stato cinematico dell'oggetto, ossia posizione e velocità. I risultati ottenuti, confrontati con tecniche assestate come il filtro di Kalman esteso, sono eccellenti in termini di accuratezza della stima.

A. Alessandri, M. Baglietto, G. Battistelli, M. Gaggero. "Moving-Horizon State Estimation for Nonlinear Systems Using Neural Networks", *IEEE Transactions on Neural Networks*, 22 (2011), pp. 768-780.

COMPUTER SCIENCE

Inferenza di grammatiche multimodali per facilitare l'interazione

La comunicazione umana è per sua natura multimodale in quanto le persone normalmente interagiscono attraverso diversi canali di comunicazione, come la voce, i gesti, il disegno, la scrittura, le espressioni facciali e lo sguardo. Negli ultimi anni, molte ricerche sono state condotte per operare uno *shifting* dal paradigma di interazione di tipo visuale ad un paradigma di tipo multimodale, il quale permette un'interazione naturale con i dispositivi computerizzati tramite l'uso simultaneo o alternativo di diversi canali d'ingresso/uscita.

Per soddisfare i requisiti di naturalezza e flessibilità dell'interazione, si è scelto di utilizzare un approccio grammaticale per definire e gestire l'interazione multimodale. Le grammatiche multimodali rappresentano una metodologia largamente utilizzata per l'integrazione e l'interpretazione dei messaggi multimodali. Tuttavia, la definizione e la manutenzione di una grammatica ha dei costi elevati per costruire il corpus di frasi multimodali, definire manualmente gli elementi della grammatica iniziale e aggiornare tale grammatica, laddove sorga l'esi-

genza di includere nuove frasi multimodali nel *corpus*.

Nell'ambito di questa problematica, l'Istituto CNR-IRPPS di Roma ha definito un nuovo algoritmo di inferenza grammaticale che consente di automatizzare il processo di definizione ed aggiornamento di una grammatica multimodale. L'algoritmo, a partire da un insieme di frasi multimodali corrette (esempi positivi), genera la descrizione grammaticale (le regole di produzione) utilizzata nell'interpretazione del dialogo multimodale. Questo algoritmo apre nuove prospettive nella personalizzazione dell'interazione persona-dispositivi e, nell'ottica dell'Internet delle cose, nella comunicazione tra dispositivi intelligenti.

A. D'Ulizia, F. Ferri, P. Grifoni. "A Learning Algorithm for Multimodal Grammar Inference", *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics - Part B: Cybernetics*, 41(6) (2011), pp. 1495-1510.

168

INFORMATICA

A Pisa il primo Internet festival

Si è svolto a Pisa l'Internet festival, con oltre 70 spettacoli, spazi didattici e multimediali sul mondo del web, a ingresso libero e gratuito. L'evento, promosso dal Consiglio nazionale delle ricerche e dal Festival della scienza di Genova nell'ambito dei '150 anni di Scienza', è organizzato dall'Istituto di Informatica e Telematica del Cnr, insieme a Registro.it, Comune e Provincia di Pisa, Scuola Superiore Sant'Anna, Scuola Normale Superiore, Università di Pisa e Camera di Commercio.

Tra gli eventi ospitati nell'intera città, dove è avvenuta la prima connessione italiana alla rete, la presentazione di EndoCAS, che utilizza moderne tecnologie informatiche di supporto alle attività chirurgiche. Hanno aperto i loro laboratori, tra gli altri, il Museo degli strumenti per il calcolo, una realtà unica per la storia dell'informatica, e il Museo delle pure forme, un sistema che utilizza le tecnologie degli ambienti virtuali per nuove forme di interazione con opere d'arte scultoree.

COMPUTER GRAPHICS

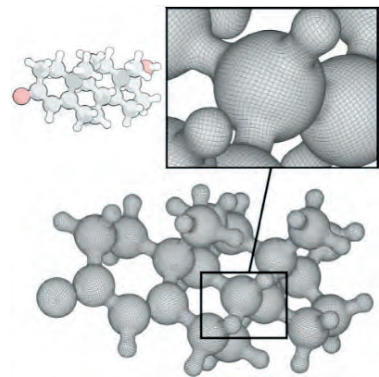
Parametrizzazione automatica di *range scans*

Nell'ambito della *Computer Graphics*, le varie tecnologie di acquisizione automatica (come le scansioni laser o le varie metodologie di *computer vision*) hanno raggiunto un alto grado di maturità ed è oggi relativamente semplice produrre modelli digitali che "fotografano in 3D" oggetti esistenti nel mondo reale, cioè che ne riproducono accuratamente la forma e l'aspetto; queste tecnologie sono largamente adottate in vari settori applicativi: industriali (ad es. *reverse engineering*, supporto al CAD), medici (ad es. diagnostica), dell'intrattenimento, (*computer games* o *movie industry*), relativi ai Beni Culturali (supporto al restauro, musei virtuali), e molti altri ancora. Nonostante la varietà delle tecnologie adottabili nei vari casi (si pensi per esempio alla possibile differenza in scala degli oggetti acquisiti, da piccoli monili a interi palazzi), le *mesh 3D* che costituiscono il risultato finale di tale scansione presentano un simile insieme di difficoltà, rispetto alle analoghe strutture dati rappresen-

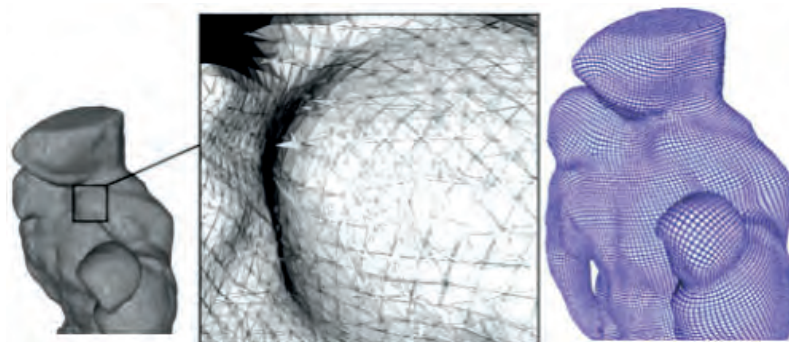
tanti oggetti 3D che vengono prodotte da tecniche di modellazione più tradizionali (manuale, come la progettazione CAD, o automatica, come la modellazione procedurale). In sostanza, le *mesh* acquisite dalla realtà sono meno strutturate: mancano ad esempio di gerarchie di risoluzione, parametrizzazione, *feature alignment*, connettività regolare, adattività di campionamento, ecc. Questo pone molte difficoltà al loro utilizzo al di fuori del *rendering* diretto. Molta della ricerca effettuata in questo campo dalla CG consiste nell'elaborare sistemi di *postprocessing* che si sforzano, lavorando sulle *mesh* già acquisite, di dotarle di alcune di queste qualità mancanti. In questo lavoro viene per la prima volta elaborata una strategia completamente diversa, che interviene direttamente nel processo di acquisizione, e in particolare a livello di insiemi di *range-images* (un dataset intermedio della creazione di modelli comune alla maggior parte delle strategie di acquisizione). In questo modo, vengono prodotte *mesh 3D* che, in quanto parametriche, godono già, per costruzione, di un livello di astrazione relativamente più elevato.

Nico Pietroni, Marco Tarini, Olga Sorkine, Denis Zorin. "Global Parametrization of Range Image Sets", *ACM Transactions on Graphics*, Volume 30 (2011), Number 6.

Il nostro metodo può essere utilizzato efficacemente per parametrizzare nuvole di punti.



Il nostro metodo può essere utilizzato anche per la parametrizzazione di superfici implicite, ad esempio rappresentanti strutture molecolari.



Il nostro metodo è così flessibile da gestire qualsiasi formato geometrico in input, anche uno non ben formato.

WEB SEMANTICO

Le tecnologie del Web semantico per modellare le competenze degli studenti in ambienti di apprendimento informale nel Web 2.0

170

La società dell'informazione ha cambiato drasticamente le attività di apprendimento. Le attività di formazione, progettate dagli specialisti del settore, devono fare sempre più i conti con il crescente uso delle reti sociali in ambiti didattici. Di fatto, le applicazioni Web 2.0 e i social networks con-

sentono nuove modalità di collaborazione, e conducono a nuove opportunità di apprendimento in cui i confini tra i contesti educativi e altri spazi sociali, tendono a scomparire. In questi contesti didattici non strutturati, la creazione di modelli per rappresentare le competenze e le abilità degli studenti diventa un obiettivo fondamentale. I nostri studi sono rivolti all'utilizzo delle tecnologie del Web semantico per la creazione di una piattaforma software che consenta di gestire efficacemente queste informazioni.

In particolare ci proponiamo di estendere l'ontologia FOAF, usata per descrivere le persone e le loro relazioni personali, con una ontologia relativa all'e-Portfolio, che rappresenta le competenze degli studenti. Gli obiettivi pedagogici di un e-portfolio sono molteplici, essi permettono agli studenti di descrivere il loro percorso di ap-

prendimento, aumentare la consapevolezza dei propri punti di forza e di debolezza, aumentare la propria autonomia e presentare le proprie competenze. L'utilizzo della semantica per arricchire la descrizione delle reti sociali fornisce quelle informazioni utili che possono supportare gli insegnanti per un uso più efficiente della rete per scopi didattici. L'ontologia proposta nel nostro studio potrà essere utilizzata come livello fondamentale per la creazione di un nuovo ambiente di apprendimento Web 2.0 in cui le attività didattiche informali degli studenti svolte nelle reti sociali, possono essere gestite e valutate.

Taibi D, Gentile M, Fulantelli G, Allegra M. "An Ontology to Model e-portfolio and Social Relationship in Web 2.0 Informal Learning Environments", *International Journal Of Computers Communications & Control*, 5(4), (2010), 578-585.

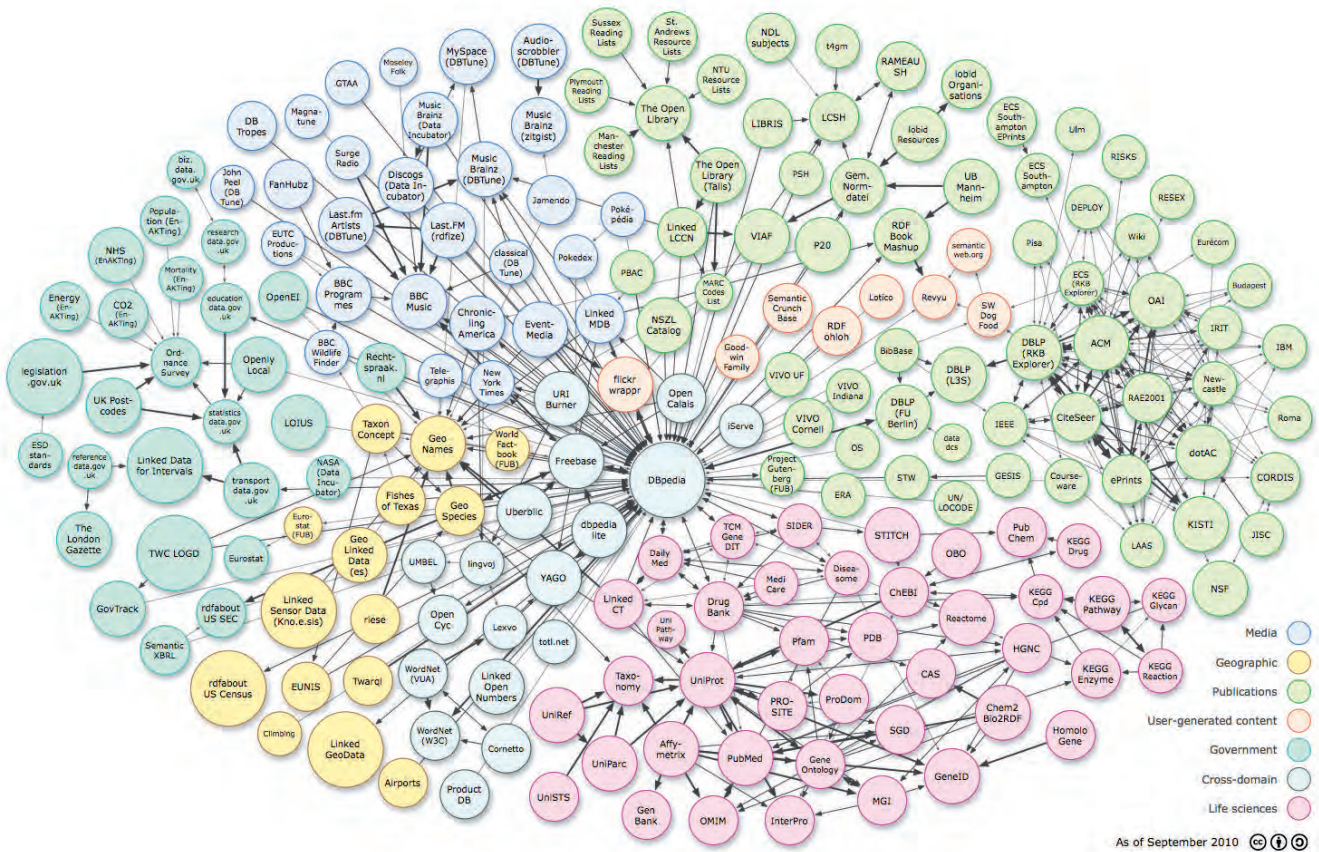
WEB SEMANTICO

Una scienza dei *pattern* per il Web semantico

I *pattern* (o modelli) sono strutture che emergono dall'osservazione del mondo reale o virtuale: immagini, suoni, testo, dati, ecc. Sono importanti per orientarsi nel mare di informazioni in cui siamo immersi e si studiano metodi per scoprirli o riconoscerli. Per esempio: il riconoscimento di facce in un insieme di immagini, la scoperta di transazioni finanziarie illecite

da dati sparsi, la creazione di percorsi concettuali interessanti in un insieme qualsiasi di opere d'arte. Noi ci occupiamo dei cosiddetti *knowledge pattern*: *pattern* di conoscenza, cioè interpretazioni significative dei dati. Per esempio, quali sono le relazioni tipiche fra una transazione finanziaria, i luoghi in cui passa e le persone o macchine che la svolgono? Quali sono

le relazioni fra opere d'arte di tipo diverso, il loro accesso e i servizi collegati? Quali le relazioni fra ricercatori, argomenti e istituzioni? In questo lavoro descriviamo gli aspetti della ricerca empirica sui *pattern* di conoscenza a partire dal Web dei Dati, popolato dai cosiddetti *Linked Data*, un grafo gigante di dati aperti (*open data*) estratti da Wikipedia, banche dati



La *Linked Open Data Cloud*: i cerchi rappresentano insiemi di dati, le frecce suggeriscono che esistono collegamenti fra dati di due insiemi, i colori rappresentano il dominio dei dati.

amministrative, scientifiche, contenuti multimediali, reti sociali, sensori fisici, poi trasformati in un formato chiamato RDF e collegati fra loro. Lo sfruttamento ottimale dei *Linked Data* non è banale, perché richiede un livello di analisi cognitiva in cui la conoscenza è concettualizzata in modi eterogenei e arbitrari. Noi usiamo stru-

menti logici (ingegneria della conoscenza, ontologie), cognitivi (schemi) e linguistici (trattamento del linguaggio naturale) per rivelare i *knowledge pattern* ricorrenti, che diventano *hub* di accesso a strutture di dati, testuali e logiche, che sono poi elaborate con strumenti di interrogazione e ragionamento automatico deduttivo e induttivo.

A. Gangemi, V. Presutti. "Towards a Pattern Science for the Semantic Web", *Semantic Web*, 1,1-2 (2010), pp. 61-68.

LINGUISTICA

Uno strumento avanzato per la valutazione della leggibilità di un testo

La valutazione della leggibilità di un testo è un importante tema di ricerca degli ultimi 80 anni che, recentemente, è diventato centrale all'interno della comunità che si occupa di Trattamento Automatico del Linguaggio. A ciò hanno contribuito due ordini di fattori: se da un lato un accesso globale e condiviso all'informazione rappresenta una sempre più emergente necessità di una società dell'informazione veramente inclusiva, dall'altro le tecnologie del linguaggio possono

dirsi oggi mature per fornire una valutazione affidabile e linguisticamente motivata dell'accessibilità di un testo.

L'articolo illustra READ-IT, il primo strumento avanzato messo a punto per la valutazione della leggibilità di testi in lingua italiana. Oltre a considerare le caratteristiche generali del testo rappresentate dalla lunghezza della frase e delle parole (su cui si sono basati i metodi tradizionali di misurazione della leggibilità quali GULPEASE), READ-IT si basa su un'analisi sofisticata delle strutture linguistiche sottostanti al testo e articolata su diversi livelli di descrizione linguistica (lessicale, morfo-sintattico e sintattico), che è condotta all'interno di una piattaforma consolidata di metodi e strumenti per il trattamento automatico dell'italiano sviluppati dall'Istituto di Lin-

guistica Computazionale "Antonio Zampolli". Oltre a fornire una valutazione affidabile della leggibilità, READ-IT è anche in grado di identificare i luoghi di complessità del testo, fornendo così un valido supporto per un eventuale processo di semplificazione testuale. Concepito per essere utilizzato in un'ampia gamma di scenari applicativi, lo strumento permette di avvicinare all'informazione persone con uno scarso livello di istruzione, apprendenti l'italiano come prima o seconda lingua o caratterizzate da disabilità linguistico-cognitive.

F. Dell'Orletta, S. Montemagni, G. Venturi. "READ-IT: Assessing Readability of Italian Texts with a View to Text Simplification", *Proceedings of the Workshop on Speech and Language Processing for Assistive Technologies* (2011), Edinburgh, July 30, pp. 73-83.

172

SCIENZE COGNITIVE

Robotica Vygotskyana: il ruolo del linguaggio come strumento cognitivo

La robotica cognitiva è lo studio dei fenomeni mentali tramite la loro riproduzione in artefatti fisici. Riprodurre la cognizione nei robot è un passo fondamentale per capire la mente umana, e permette di costruire robot sempre più intelligenti, capaci di prendere il posto degli esseri umani in una varietà di compiti. Ma la robotica, fino ad oggi, si è interessata principalmente a riprodurre capacità cognitive di basso livello, come la

coordinazione sensomotora o la navigazione, mentre non è chiaro come gli approcci correnti possano arrivare a spiegare capacità come la pianificazione, il ragionamento logico o la vita mentale. La nostra ipotesi è che per arrivare a spiegare la cognizione di alto livello la robotica cognitiva deve diventare una robotica Vygotskyana, ossia una robotica che, in accordo con le teorie di Vygotsky, tenga conto del ruolo del linguaggio come strumento cognitivo. Le capacità cognitive superiori derivano in buona misura dall'usare il linguaggio per parlare con sé stessi, dapprima ad alta voce, col linguaggio privato, e poi dentro di sé, col linguaggio interno. Il parlare a sé stessi gioca un ruolo fondamentale in tutti i processi cognitivi dell'adulto, dalla categorizzazione,

all'astrazione, alla memoria, fino al controllo volontario dell'azione, che deriva dal rivolgere a sé stessi prescrizioni e comandi, e alla vita mentale che, quando non è puro parlare a se stessi, è sempre accompagnata dal linguaggio interno. Già oggi è possibile mostrare come la categorizzazione migliora se è accompagnata da etichette linguistiche, anche quando esse sono auto-generate dallo stesso robot. Ma modellare i molti modi in cui il linguaggio trasforma la cognizione rappresenta una delle sfide più importanti per la robotica e per la scienza della mente.

M. Mirolli, D. Parisi. "Towards a Vygotskian Cognitive Robotics: The Role of Language as a Cognitive Tool", *New Ideas in Psychology*, 29 (2011) 298-311.

SCIENZE COGNITIVE

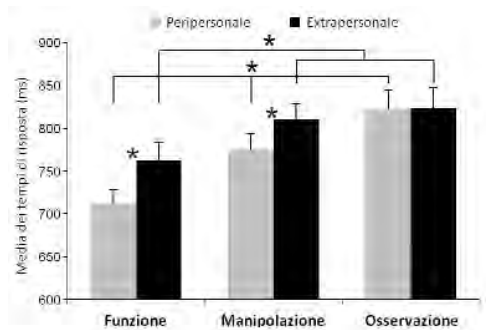
Quando gli oggetti sono vicini: agire nello spazio peripersonale

Una delle abilità umane più intriganti consiste nella capacità di rispondere adeguatamente agli oggetti in contesti diversi. In questo studio indaghiamo se osservare oggetti tridimensionali (ad es. una bottiglia) evochi azioni volte a manipolarli e usarli (ad es. afferrare contro versare). Inoltre, ci interessa capire se l'attivazione di queste azioni è modulata dalla posizione degli oggetti nello spazio. Ai partecipanti venivano mostrate immagini 3D di artefatti di tutti i giorni, collocate nel loro spazio peripersonale contro spazio extrapersonale. Subito dopo venivano loro presentati verbi di funzione, di manipolazione e di osservazione (ad esempio, versare, afferrare, guardare). Il compito consisteva nel rispondere premendo un tasto qualora il verbo fosse compatibile

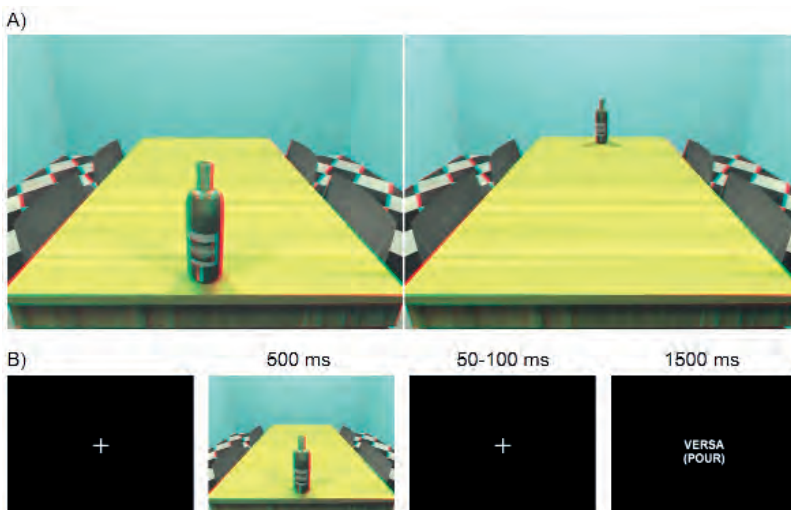
con l'oggetto presentato. I tempi di risposta erano più lenti con i verbi di osservazione che con i verbi di manipolazione e funzione. Questo suggerisce che gli artefatti sono concepiti principalmente in termini di azioni possibili, in linea con la concezione secondo cui la cognizione è *embodied*. Più importante, sia con verbi di funzione che di manipolazione, i partecipanti erano più veloci sia quando gli oggetti erano collocati nello spazio raggiungibile che in quello nello spazio extrapersonale, mentre con i verbi di osservazione non era presente alcuna differenza tra spazio peri- ed extrapersonale. Ciò indica che gli oggetti sono rappresentati in modo flessibile, e che l'attivazione delle azioni quando si osserva un oggetto non è automatica ma è rilevante soprattutto

Costantini, M., Ambrosini, E., Scorolli, C., Borghi, A.M. "When objects are close to me: affordances in the peripersonal space", *Psychonomic Bulletin & Review*, 18 (2011), 32-38.

quando l'interazione fisica con l'oggetto è possibile. Infine, i risultati evidenziano come il linguaggio sia direttamente fondato su percezione e azione. Lo studio è parte di un progetto più ampio volto ad indagare il rapporto tra percezione, azione e linguaggio.



Risultati: con i verbi di funzione e manipolazione i tempi di risposta erano più veloci sia quando gli oggetti erano presentati nello spazio peri- che in quello extrapersonale.



A) Stimoli: le immagini anaglifiche rosso/ciano permettevano di presentare gli oggetti nello spazio peripersonale (50 cm) ed extrapersonale (170 cm).

B) Procedura: I partecipanti dovevano rispondere alla presentazione del verbo se la combinazione verbo-nome era sensata ed evitare di rispondere se non aveva senso.

RETI NEURALI

Cosa impara un bambino quando impara una lingua

Il cammino che porta il bambino a imparare una lingua passa attraverso l'acquisizione della morfologia, cioè di quell'insieme di competenze linguistiche che consentono di capire e produrre parole mai sentite (come quando un bambino dice *vuolo* al posto di *voglio* per analogia con *vuole*). Alcune lingue, tra le quali l'italiano, presentano insiemi di forme flesse (o "paradigmi") più ampi ed eterogenei di altre lingue (ad es. l'inglese). È naturale chiedersi in che modo questa varietà influenzi la maturazione linguistica del bambino.

I dati sull'acquisizione della flessione in bambini anglofoni e italo-

foni vanno a usare correttamente la 3a persona singolare del presente indicativo (*walks*) con circa 6 mesi di ritardo rispetto ai secondi per l'omologa forma italiana (*cammina*). Se la competenza morfologica consistesse nel saper combinare un insieme di costituenti semplici (*walk* + *s*), allora la presenza di un solo suffisso (-s) dovrebbe rendere più semplice l'acquisizione del presente indicativo inglese. Che questo non avvenga suggerisce che le cose non stanno esattamente così.

Le forme flesse di uno stesso paradigma (ad es. il presente indicativo di *walk*) si differenziano per contrasto e competono fra loro nel nostro lessico mentale. Se una

V. Pirrelli, M. Ferro, B. Calderone. "Learning paradigms in time and space.

Computational evidence from Romance languages", *Morphological Autonomy: Perspectives from Romance Inflectional Morphology*. M. Maiden, J.C. Smith M. Goldbach, M.O. Hinzelin (eds.). Oxford: Oxford University Press (2011), pp. 135-157.

forma come *walk* è più frequente di un'altra (*walks*), tenderà a essere usata come forma prevalente anche in contesti che richiedono *walks*. In questo articolo abbiamo studiato il comportamento di modelli computazionali di mappe corticali di tipo hebbiano che apprendono le parole di una lingua memorizzandole e organizzandole in percorsi condivisi di attivazione competitiva. Esponendo queste mappe a diverse lingue, siamo riusciti a simulare diverse dinamiche dell'apprendimento morfologico nei bambini. Questi esperimenti gettano luce sulla natura della nostra conoscenza linguistica e sulle tappe che portano alla sua acquisizione.

174



Campi recettivi in una mappa corticale hebbiana di 1600 nodi, addestrata sulla versione inglese del *Piccolo Principe* di A. de Saint-Exupéry. I campi recettivi identificano i nodi della mappa che si attivano più fortemente quando viene somministrata un'intera parola. La topologia della mappa riflette la similarità tra parole al livello della struttura morfologica.

BIOINFORMATICA



Il servizio web ExpEdit per lo studio del RNA *editing* con dati di *Next Generation Sequencing*

175

L'RNA *editing* è un fenomeno molecolare post-trascrizionale che si verifica in una varietà di organismi comprendenti procarioti, animali, piante e virus. In genere, l'*editing* altera la sequenza primaria degli RNA attraverso l'inserzione/cancellazione o modificazione di specifici nucleotidi. Nell'uomo, l'RNA *editing* modifica i trascritti nucleari mediante conversioni Citosina-Uracile o Adenina-Inosina, anche se quest'ultima, determinata dagli enzimi ADAR, è quella più diffusa.

L'RNA *editing* può modulare l'espressione genica e alterazioni di questo meccanismo sono state associate a diverse patologie umane come l'epilessia, la schizofrenia, la depressione grave, la sclerosi laterale amiotrofica e il cancro.

In linea di principio, i siti soggetti a RNA *editing* possono essere identificati confrontando direttamente le sequenze dei cDNA con il corrispondente locus genomico di origine, entrambi provenienti dallo stesso individuo. A tutt'oggi più di 40,000 eventi di RNA *editing* sono stati catalogati nel database specializzato DARNED.

Per verificare la presenza di siti soggetti a RNA *editing* in studi che prevedono il sequenziamento massivo del trascrittoma mediante le tecnologie di ultima generazione, è stato sviluppato il servizio web ExpEdit. Tale servizio consente l'analisi dell'RNA *editing* in collezioni di milioni di corte sequenze nucleotidiche. Opzionalmente, il servizio ExpEdit può

allineare le sequenze del trascrittoma sul genoma umano di riferimento ed estrarre tutte quelle posizioni che, in accordo al database DARNED, potrebbero mostrare evidenze di RNA *editing*.

ExpEdit, quindi, è uno strumento estremamente utile per esplorare il fenomeno del RNA *editing* in una varietà di tessuti umani o condizioni patologiche.

E. Picardi, M. D'Antonio, D. Carrabino, T. Castrignanò, G. Pesole. "ExpEdit: a webserver to explore human RNA editing in RNA-Seq experiments", *Bioinformatics*, 27 (2011), pp. 1311-1312.

BIOINFORMATICA

Lo spazio delle strutture delle proteine oltre il *Protein Data Bank*

Il *Protein Data Bank* è un database che contiene tutte le strutture di proteine osservate sperimentalmente fino ad ora. Tuttavia, non è chiaro se questo database contiene tutte le possibili strutture che può assumere un polipeptide, o se la natura ne utilizza solo una frazione.

Usando un sofisticato algoritmo di campionamento abbiamo esplora-

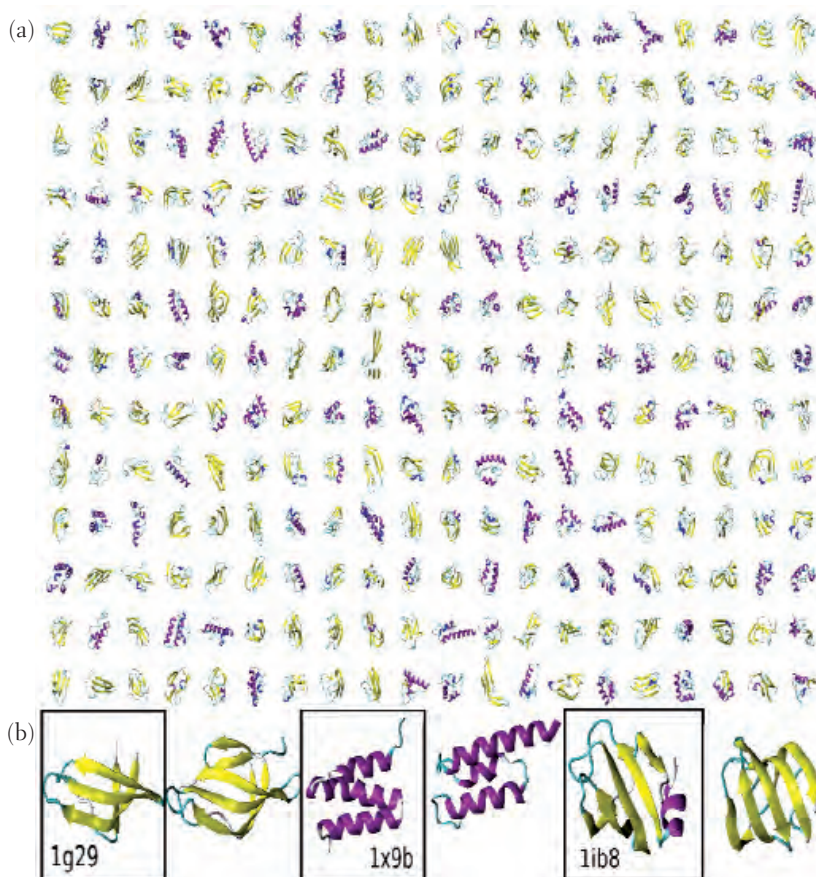
rato in modo accurato lo spazio conformazionale di un polipeptide di 60 amminoacidi. Questo ha permesso di generare circa 30000 strutture compatte con tutte le caratteristiche delle proteine osservate in natura, quali un alto contenuto di eliche e di foglietti beta. Queste 30000 configurazioni includono tutte le strutture esistenti in natura di proteine di

taglia simile e molte altre strutture mai osservate.

Analizzando in dettaglio le differenze tra le prime e le seconde, abbiamo dimostrato che le proteine naturali sono caratterizzate da un numero significativamente più elevato di contatti tra amminoacidi vicini in sequenza. Le proteine naturali sono quindi come corde avvolte a maglie corte. Proponiamo che questa caratteristica molto speciale delle proteine sia motivata dalla maggiore accessibilità cinetica delle strutture di questo tipo.

Cossio P, Trovato A, Pietrucci F, Seno F, Maritan A, et al. "Exploring the Universe of Protein Structures beyond the Protein Data Bank", *PLoS Comput Biol* 6(11): e1000957 (2010).

Doi:10.1371/journal.pcbi.1000957



BIOINFORMATICA

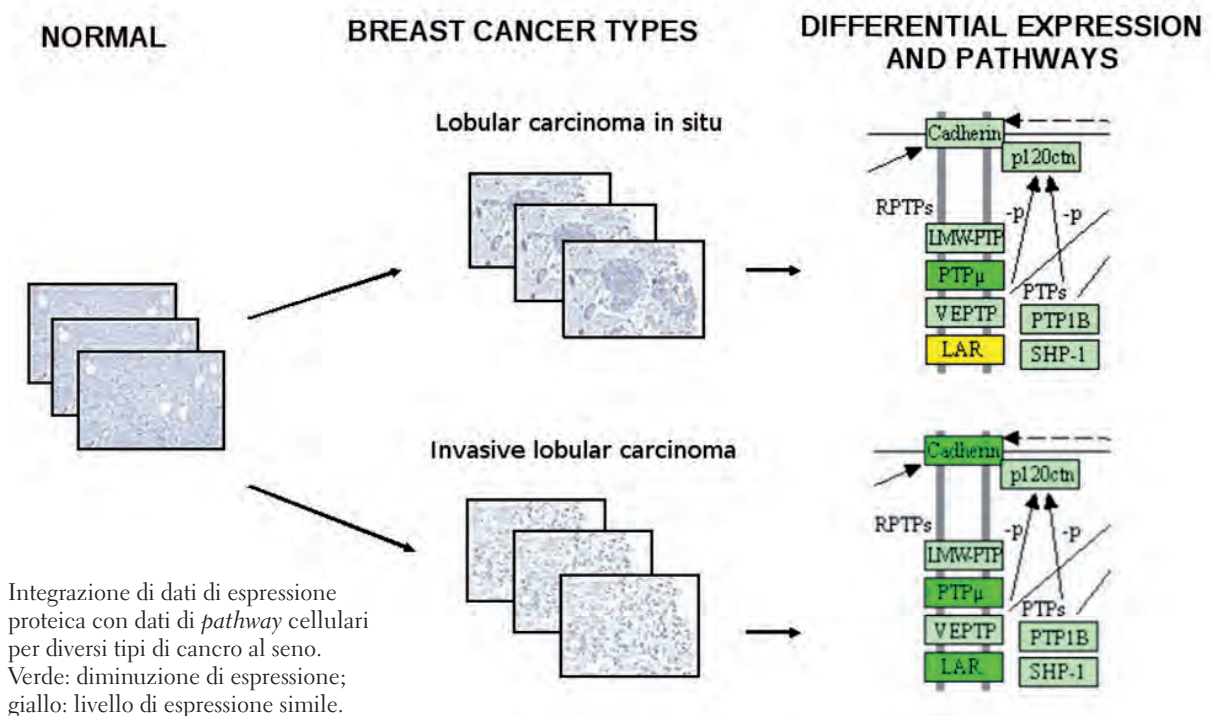
Una risorsa multilivello per l'integrazione di dati dedicata allo studio del cancro al seno

Il cancro al seno è uno dei tipi più comuni di cancro: approssimativamente, colpisce 1 donna su 10 e rappresenta il 25% di tutti i tumori che si riscontrano nelle donne. Da un punto di vista scientifico si è sempre più convinti che usando una prospettiva focalizzata sui sistemi (di geni, di proteine, di cellule) è possibile sviluppare migliori strategie per il trattamento del cancro; questa considerazione è dovuta al fatto

che i (complessi) comportamenti esibiti dai sistemi viventi possono essere difficilmente predicibili sulla base delle proprietà delle loro parti individuali (come geni, proteine, cellule). In questa situazione, l'integrazione delle informazioni riguardanti le componenti biologiche e i sistemi biologici attualmente disponibili è un'operazione cruciale. Questo lavoro è stato svolto concentrandosi sul cancro al seno e, in particolare, ha portato allo sviluppo di una risorsa gratuitamente disponibile sul web, nominata *Genes-to-Systems Breast Cancer (G2SBC) Database*, dove il risultato della ricerca effettuata può essere liberamente consultato. Il *G2SBC Database* è una collezione di dati riguardanti geni, trascritti e proteine che sono state identificate alterate in cellule del cancro al seno, secondo i dati disponibili nella letteratura scientifica; le alterazioni includono, per esempio, diversi tipi di mutazioni e va-

riazioni dell'espressione proteica. Questi dati sono integrati in un archivio elettronico multilivello (dai geni, trascritti e proteine a reti molecolari, popolazioni di cellule e tessuti), che include una serie di strumenti di analisi concernenti i *pathway* biochimici, le interazioni fisiche fra proteine, la struttura delle proteine e alcuni modelli matematici sul comportamento di popolazioni di cellule. Accoppiando questa conoscenza multilivello con gli strumenti di analisi di dati, il *G2SBC Database* supera i limiti delle risorse riduzionistiche e permette predizioni che possono condurre a nuove ricerche.

E. Mosca, R. Alfieri, I. Merelli, F. Viti, A. Calabria and L. Milanese. "A multilevel data integration resource for breast cancer study", *BMC Systems Biology*, 4:76 (2010).



BIOINFORMATICA

TRStalker: un metodo efficiente per trovare strutture ripetitive ad alta divergenza nel DNA

178

Il genoma degli organismi eucarioti contiene una larga percentuale di sottosequenze ripetute. Le strutture ripetitive accoppiate (*Tandem Repeats*) sono una classe molto frequente di strutture ripetute e sono caratterizzate dal fatto che gli elementi ripetitivi sono contigui (con zero o pochi nucleotidi di separazione). Alcuni meccanismi come lo slittamento della replicazione (*replication slippage*) provocano una variazione nel numero di sequenze ripetute nel DNA.

Tali ripetizioni giocano un ruolo in vari meccanismi di regolazione genica e sono coinvolti in svariate malattie (denominate disordini da trinucleotidi ripetuti). Inoltre alcune strutture ripetitive accoppiate che cambiano da individuo a individuo sono usati come marcatori nei test di paternità.

A causa delle mutazioni genetiche gli elementi ripetuti spesso non sono identici, ma divergono in un certo numero di posizioni tramite sostituzioni, inserzioni o cancellazioni di nucleotidi.

I metodi automatici esistenti per individuare le strutture accoppiate ripetitive sono efficaci quando la divergenza è bassa o media, mentre diventano inefficaci per livelli di divergenza elevati (indicativamente nella regione dal 30% in su). Per

le alte divergenze il problema di trovare efficacemente queste sottosequenze è ancora aperto.

L'individuazione di sequenze ripetitive ad alta divergenza può aprire la strada ad uno studio del loro ruolo nei meccanismi di regolazione e nelle patologie. Inoltre sono importanti nello studio dell'evoluzione del genoma, in quanto alti livelli di divergenza indicano una formazione più antica della ripetizione.

Nella presente ricerca abbiamo sviluppato un algoritmo denominato TRStalker allo scopo di individuare elementi ripetitivi ad alta divergenza. Una caratteristica particolare di TRStalker è nel fatto che la divergenza di un elemento ripetitivo è misurata rispetto alla sequenza originaria (come si presentava prima delle mutazioni), che in effetti non è più presente nei dati analizzabili.

Dal punto di vista informatico questo problema è equivalente al problema della "stringa mediana generalizzata", ossia trovare una stringa che minimizzi la distanza massima da un insieme di stringhe. Questo problema appartiene alla classe dei problemi detti NP-completi, per cui non esistono metodi risolutivi esatti ed efficienti. Ragione per cui abbiamo sviluppato metodi efficaci (ma non esatti)

nella stragrande maggioranza dei casi di interesse biologico.

Esperimenti sia con sequenze generate in modo sintetico che con sequenze biologiche dimostrano che il nostro metodo migliora notevolmente rispetto a metodi allo stato dell'arte, per questa classe di elementi ripetitivi ad alta divergenza, ed inoltre che elementi ripetitivi di questo tipo sono molto diffusi nelle sequenze biologiche.

M. Pellegrini, M. Elena Renda and A. Vecchio. "TRStalker: an Efficient Heuristic for Finding Fuzzy Tandem Repeats", *Bioinformatics* 26(12) (2010), pp. i358-366.

BIOINFORMATICA

Strumenti computazionali per il pre-screening di peptidi nella terapia anti-tumorale immunopreventiva

Lo sviluppo di vaccini peptidici in pazienti malati di cancro rappresenta un'alternativa ai metodi tradizionali come la radio- o chemio-terapia. Tuttavia, al contrario di queste, l'immunoterapia basata su peptidi specifici per il tumore presuppone la conoscenza d'informazioni caratteristiche del paziente che non sono facilmente misurabili sperimentalmente. Il modello computazionale sviluppato all'Istituto per le Appli-

cazioni del Calcolo (Roma) in collaborazione con l'istituto di Fisiologia dell'Università di Medicina Charité (Berlino), si pone come obiettivo quello di aiutare a restringere lo spazio dei parametri. Tale modello *in silico* utilizza una rappresentazione realistica della sequenza aminoacidica dei recettori immunitari e dei loro ligandi, e impiega delle funzioni empiriche per calcolare il potenziale d'interazione specifica per i linfociti B e T con i peptidi che sono presentati sia dalle cellule immunologiche aspecifiche sia anche da quelle del tessuto canceroso. L'approccio inoltre combina metodi bioinformatici per la predizione del complesso d'istocompatibilità (HLA) capace di legare i peptidi putativi. Il risultato è una simulazione paziente/HLA-specifica che predice l'efficacia della vaccinazione con peptidi specifici del tumore alla prostata mediante la misurazione dell'intensità della risposta immunitaria cellulare.

L'analisi effettuata con tale modello esaminando in dettaglio gli stati di attivazione del sistema immunitario, evidenzia e/o suggerisce la ragione per il fallimento terapeutico corrispondente all'incapacità di indurre una risposta citotossica protettiva. Inoltre, il modello permette di sfruttare informazioni pazienti specifiche a livello molecolare ottenute con tecnologie oramai comunemente utilizzate in genomica e proteomica integrandole con i meccanismi rilevanti a livello sistemico. In sintesi, il presente lavoro fornisce uno strumento di validazione pre-clinico di terapie preventive peptidiche anti-tumorali.

A-L. Woelke, J. von Eichborn, M.S. Murgueitio, C.L. Worth, F. Castiglione, R. Preissner. "Development of Immune-Specific Interaction Potentials and Their Application in the Multi-Agent-System Vacclmm", *PLoS ONE* 6(8): e23257 (2011). doi:10.1371/journal.pone.0023257

BIOINFORMATICA

Proteine con e senza nodi: uno studio comparativo

Per decenni l'esistenza di proteine annodate non era ritenuta possibile perchè vi era la ferma convinzione che molecole biologicamente cruciali non potessero essere aggrovigliate. Quest'ipotesi, tuttavia configgeva con quanto previsto dalla fisica dei polimeri, secondo cui qualunque polimero equilibrato,

purchè sufficientemente lungo, è necessariamente annodato. Negli ultimi anni, la rapida crescita del numero di proteine di cui si è determinata la struttura ha consentito di scoprire tra queste parecchie proteine annodate. La scoperta ha sorpreso sia i biologi che i fisici.

Infatti, da un lato le proteine annodate si sono rivelate sia numerose che variegate: ad oggi esse costituiscono qualche per cento della banca dati pubblica proteica e coprono 4 classi distinte di nodi. D'altro lato, il fatto che ciascuna di queste molecole si possa ripiegare efficientemente e reversibil-

mente realizzando lo stesso tipo di nodo nella stessa posizione, è un sicuro indice di un elevato grado di coordinazione generale del processo di ripiegamento.

Parecchi studi teorici e sperimentali si sono occupati di caratterizzare gli aspetti salienti del processo di ripiegamento.

Nello studio di Potestio et al. è stato seguito un approccio diverso. In particolare, gli autori hanno mirato a capire le caratteristiche distintive delle proteine annodate effettuando una comparazione si-

stematica di tutte le proteine annodate e snodate di cui fosse nota la struttura.

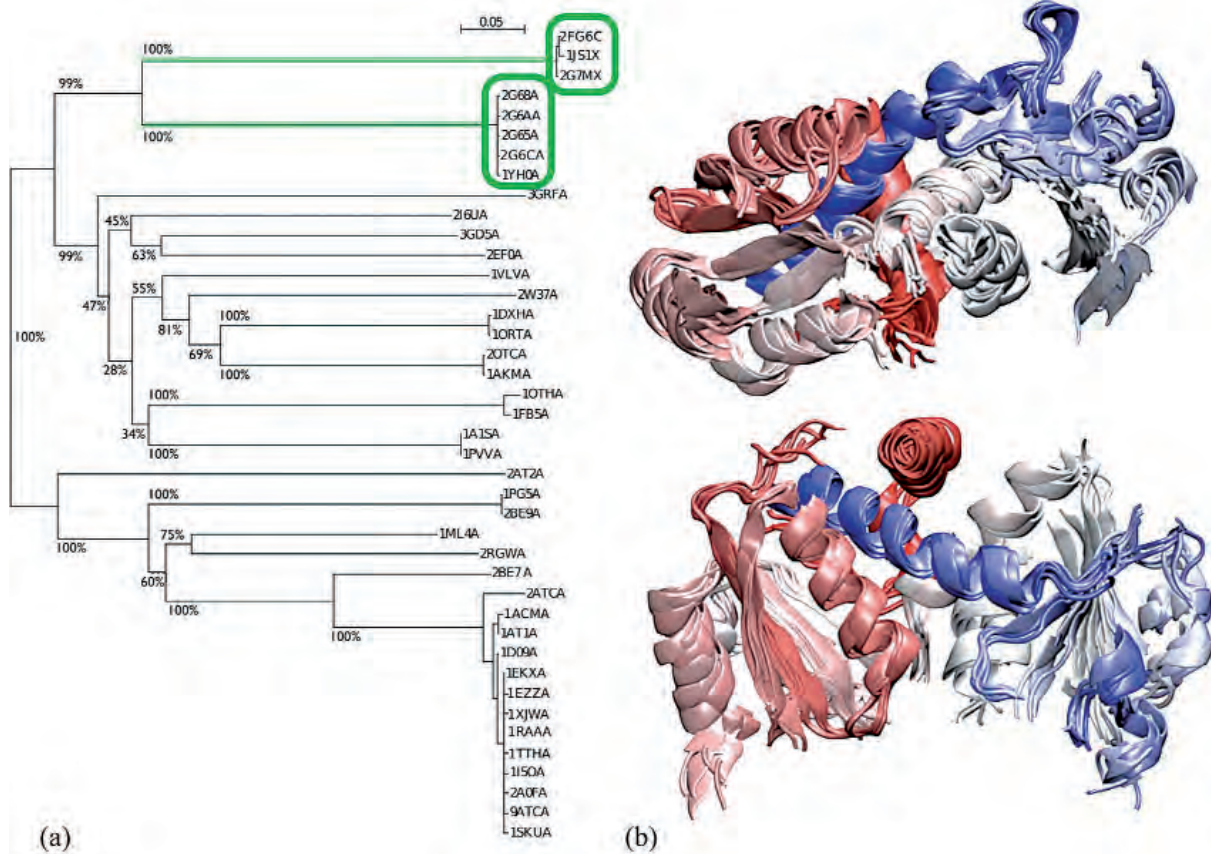
Tale indagine ha fatto emergere alcune relazioni evolutive inattese tra proteine annodate e snodate. In particolare i dati raccolti hanno suggerito che alcune proteine annodate si sono evolute da quelle snodate a seguito dell'inserzione di uno specifico tratto di amminoacidi nella sequenza chimica. Questo risultato suggerisce che tale segmento, che rappresenta una piccola porzione della pro-

teina, possa codificare lo stato topologico globale, cioè l'essere annodato, della proteina stessa.

Questa ipotesi potrebbe essere verificata in laboratorio sintetizzando proteine mutanti prive del tratto di sequenza "promore di nodi" su citato.

R. Potestio, C. Micheletti, H. Orland. "Knotted vs unknotted proteins: evidence of knot-promoting loops", *PLoS Comput. Biol.*, 6 e1000864 (2010), pp 1-10. doi:10.1371/journal.pcbi.1000864

(A) Albero filogenetico di enzimi transcarbamilasi; i rami verdi coinvolgono proteine annodate. (B) Parte strutturale comune di sei diversi enzimi transcarbamilasi, di cui uno annodato e cinque snodati. Illustrazione tratta dalla figura 1 di Potestio et al. PLoS (2010).



DIAGNOSTICA PER IMMAGINI

Misurare le dimensioni di noduli polmonari

Diciotti S, Lombardo S, Coppini G, Grassi L, Falchini M, Mascalchi M. "The LoG Characteristic Scale: A Consistent Measurement of Lung Nodule Size in CT Imaging", *IEEE Transactions on Medical Imaging*, 29 (2010), pp. 397-409.

La diagnosi precoce di cancro al polmone ha un notevole valore prognostico e un enorme impatto sul suo trattamento. In molti paesi sono attivi programmi di screening basati sulla tomografia computerizzata (TC) a bassa dose.

In TC il segno più importante per riconoscere la potenziale malignità di un nodulo è la sua crescita. Accuratezza e riproducibilità di tale misura sono essenziali.

Nelle immagini TC, i noduli polmonari hanno l'aspetto di "macchie" 3D e la loro estensione può essere valutata nello spazio della scala mediante filtri del tipo Laplaciano di Gaussiana (LoG). In

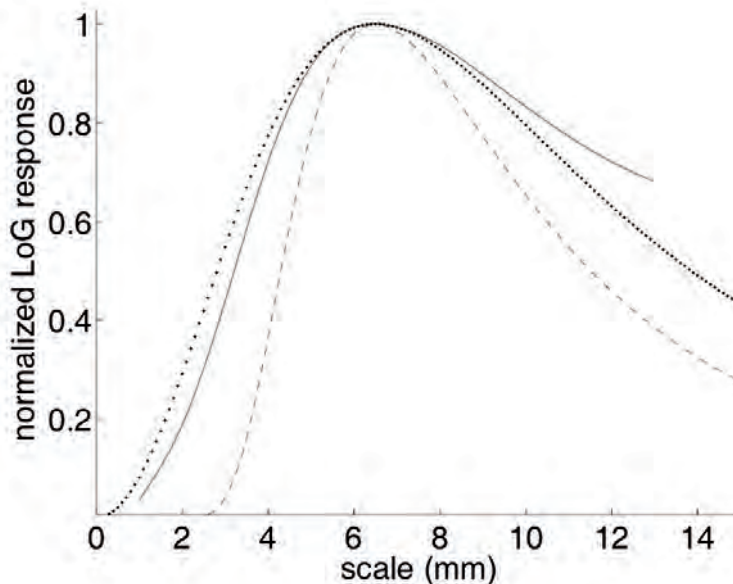
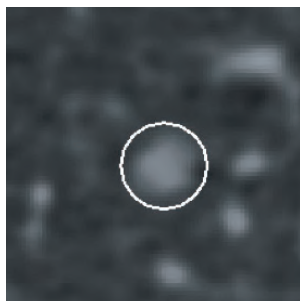
questo modo un nodulo viene descritto con la sua *signature*, ossia la risposta del filtro in funzione della scala stessa (v. figura). Il grafico presenta un picco corrispondente alla scala del LoG (scala caratteristica) che meglio descrive l'estensione del nodulo. Si è deciso di adottare la scala caratteristica quale "misura" della dimensione del nodulo.

Sono state compiute estese verifiche sia in vitro che in vivo. La validazione in vivo è stata eseguita sulle scansioni TC ottenute nello studio ITALUNG e dal data-set pubblico LIDC. Si è osservata una forte correlazione (coefficiente

di Pearson) tra la scala caratteristica e il diametro equivalente. Inoltre la riproducibilità intra- e inter-operatore della scala caratteristica è eccellente.

I risultati dei nostri esperimenti indicano che la scala caratteristica è ben correlata con le misurazioni dell'estensione volumetrica ed è robusta rispetto alle fluttuazioni statistiche della procedura clinica. Il metodo ha poi un carico computazionale molto contenuto. La scala caratteristica è quindi una valida alternativa al calcolo del diametro o del volume per valutare la crescita di noduli nello screening del cancro polmonare.

La linea continua è la *signature* nello spazio della scala di un nodulo (mostrato a sinistra). Le linee punteggiate e tratteggiate sono le *signature* relative, rispettivamente, al modello gaussiano e a uno sferico.



Un metodo locale basato su varianti al descrittore di tessitura LBP per classificare le espressioni di dolore

182

Oggi il dolore è considerato il quinto segno vitale, e sono in corso numerosi studi per definire metodi migliori di valutazione del dolore. Un grosso risultato è stato l'abbandono dello standard di riferimento basato sull'autovalutazione e il passaggio a misurazioni oggettive. Per molti gruppi di pazienti, ad esempio gli anziani e neonati, il dolore deve essere valutato con giudizi esterni.

Gli attuali strumenti di valutazione del dolore sviluppati per i neonati utilizzano dati fisiologici (ad esempio il battito del cuore e la frequenza respiratoria, la pressione arteriosa) e comportamentali (ad esempio il movimento del corpo, il pianto e le espressioni del viso). Il metodo più accurato per rilevare il dolore consiste nell'esaminare le espressioni del viso del bambino. Le risposte

al dolore visibili sul viso sono più specifiche e coerenti rispetto a quelle comportamentali e fisiologiche. La figura 1 illustra alcune delle espressioni facciali che sono state riconosciute come fortemente associate al dolore: fronte prominente, occhi strizzati, solco naso-labiale, lingua tesa e un'apertura angolare della bocca. Un possibile approccio potrebbe essere quello di utilizzare delle telecamere e sviluppare un sistema di visione artificiale che osservi, in modo non invasivo e continuo, i volti dei neonati per rilevare i segnali di dolore.

Uno dei problemi maggiori che si riscontrano nella rilevazione del dolore neonatale è l'insolita quantità di "rumore" nelle espressioni del volto, la cui superficie è ricoperta di rughe e fossette (figura 2). In questo lavoro proponiamo un approccio di intelli-

genza artificiale basato su descrittori locali di tessitura. Come illustrato in figura 3, il nostro approccio può essere suddiviso in quattro fasi principali: (1) pre-elaborazione, ovvero l'allineamento degli occhi e suddivisione in blocchi (2) estrazione e (3) selezione delle caratteristiche di tessitura, (4) classificazione.

I nostri esperimenti, effettuati su un grande database di immagini di espressioni neonatali, mostrano la grande affidabilità del sistema proposto, basato sulla combinazione di descrittori locali di tessitura.

L. Nanni, S. Brahmam and A. Lumini. "A local approach based on a Local Binary Patterns variant texture descriptor for classifying pain states", *Expert Systems With Applications*, vol. 37 (2010), no.12, pp. 7888-7894.

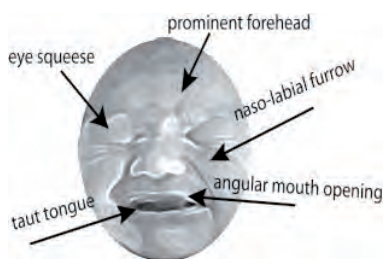


Figura 1. Principali caratteristiche delle espressioni di dolore dei neonati.

Figura 2. Le immagini in alto sono prodotte da stimoli di dolore. Le immagini in basso sono generate da stimoli fastidiosi ma non dolorosi.

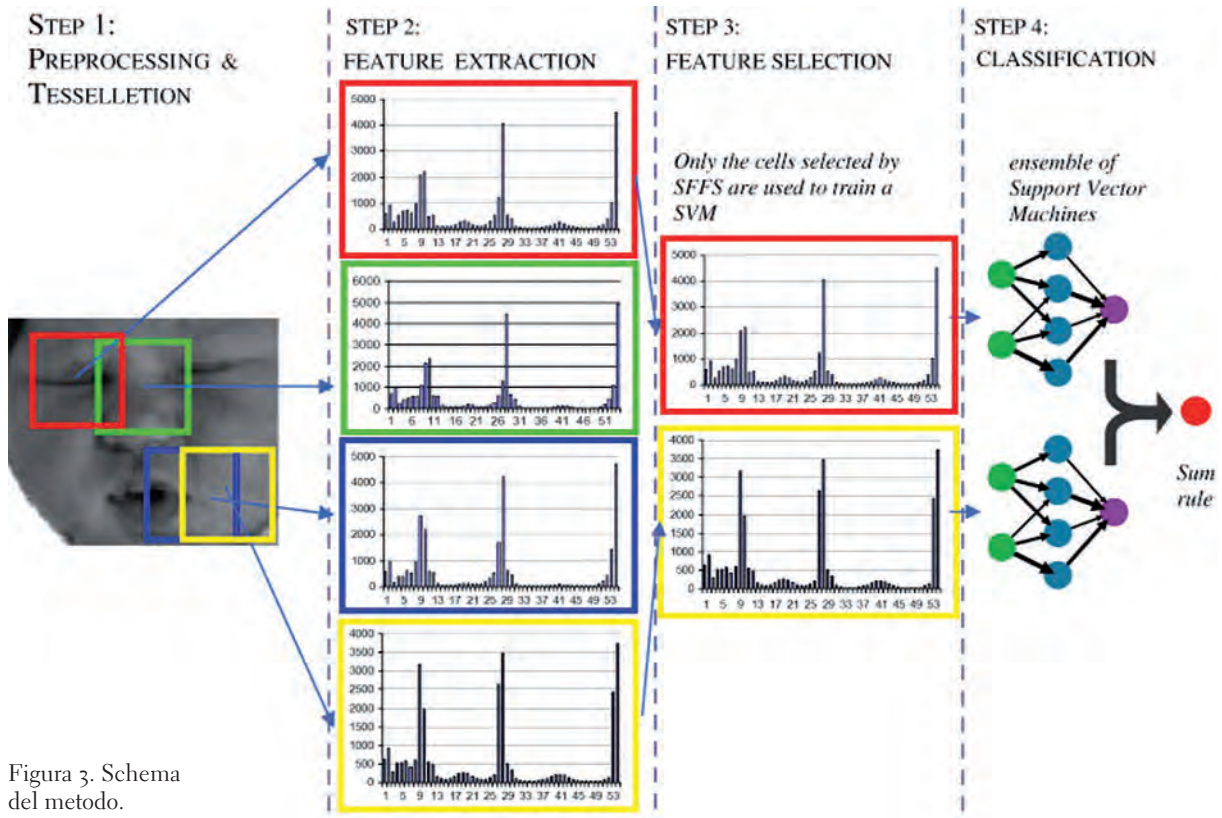
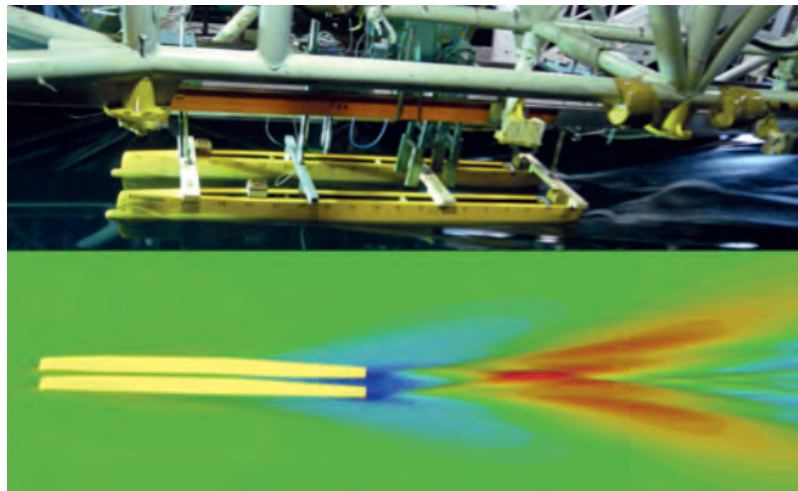


Figura 3. Schema del metodo.

IDRODINAMICA NAVALE

Ottimizzazione a singolo obiettivo e multiobiettivo di un catamarano veloce: risultati numerici e sperimentali



Il paper sintetizza il lavoro svolto all'interno di un progetto di ricerca triennale finanziato dall'Office of Naval Research (USA), che ha coinvolto, oltre al CNR-INSEAN,

l'IHR (Istituto di Idraulica dell'Università dell'Iowa - USA) ed il National Maritime Research Institute di Tokio (Giappone). L'attenzione è stata centrata sullo

Confronto del campo ondoso misurato sperimentalmente e calcolato numericamente.

sviluppo di nuovi algoritmi di ottimizzazione numerica e la loro applicazione (all'interno di un framework di ottimizzazione automatica) a problemi multiobiettivo di grande complessità, che coinvolgessero anche partner industriali (in particolare Bath Ironworks, cantiere del gruppo General Dynamics, spesso utilizzato dalla US Navy). Sono stati affrontati problemi di elevato interesse progettuale e dal forte connotato multidisciplinare: nella loro definizione, è stato inoltre necessario considerare l'ampio e complesso profilo di missione caratteristico di una nave militare. Di conseguenza, nei problemi af-

frontati sono stati inclusi vincoli di natura funzionale, geometrica e prestazionale. Per risolvere problemi di tale complessità sono stati utilizzati, quali strumenti di analisi, solutori numerici di flusso ad alta fedeltà (URANS), estremamente accurati ma altrettanto costosi sotto il profilo dei tempi di calcolo. Una forte riduzione degli oneri computazionali è stata ottenuta applicando nuovi metodi basati sull'uso di metamodelli e sul concetto di fedeltà variabile, nonché ricorrendo all'uso di piattaforme di calcolo parallele. La verifica sperimentale delle soluzioni individuate, corredata da

un'accurata analisi di incertezza, ha consentito di certificare l'entità dei miglioramenti ottenuti, in questo caso dell'ordine del 10% della potenza installata, dato di estremo rilievo in termini di riduzione dei consumi e risparmio energetico.

Yusuke Tahara, Daniele Peri, Emilio Fortunato Campana, Frederick Stern. "Single- and multiobjective design optimization of a fast multihull ship: numerical and experimental results", *Journal of Marine Science and Technology*, Volume 16, Issue 4, pp. 412-433, DOI 10.1007/s00773-011-0137-y, Print ISSN: 0948-4280, Online ISSN: 1437-8213, Publisher: Springer Japan.

BIOINFORMATICA

Analizzare le comunità di microrganismi nel loro habitat naturale

La metagenomica analizza il contenuto genomico di comunità di organismi. Tale analisi è condotta tramite complesse tecniche di sequenziamento direttamente nel loro habitat naturale, che è in genere costituito da innumerevoli specie, con livelli significativi di variabilità genetica; non è quindi praticabile la coltura in laboratorio. Innanzitutto, con queste tecniche di sequenziamento, è estratta una sequenza genomica, composta generalmente da miliardi di minuscoli frammenti di DNA (*read*), parzialmente sovrapposti, che costituiscono il dataset metagenomico di base. Partendo da questo dataset,

per un dato campione, è importante non solo assemblare il genoma originale, ma anche determinare la provenienza filogenetica, la composizione, le capacità metaboliche e le proprietà funzionali degli organismi.

Il nostro lavoro si è indirizzato verso l'analisi della composizione tassonomica di tali comunità di microrganismi. Uno dei metodi più usati in letteratura per questo tipo di analisi è l'LCA (*Lowest Common Ancestor*). Tale metodo ha lo svantaggio di scartare un gran numero di *read* e tende ad assegnarli spesso a un livello alto nella scala della tassonomia. Il no-

stro gruppo di ricerca ha sviluppato un nuovo metodo, denominato MTR (*Multiple Taxonomic Rank*), che sfrutta le informazioni comuni a gruppi di *read*, prima suddividendoli in gruppi omogenei, e poi selezionando alcuni di questi gruppi con un algoritmo di ottimizzazione combinatoria.

Diversamente da LCA, il nostro metodo riesce a scartare un numero considerabilmente minore di *read* e soprattutto a garantire una tassonomia più fedele a quella reale. Questo comportamento è stato verificato analizzando tre dataset metagenomici reali, di cui due estratti da colture oceaniche e uno da una coltura intestinale.

F. Gori, G. Folino, M. S. M. Jetten, E. Marchiori. "MTR: taxonomic annotation of short metagenomic reads using clustering at multiple taxonomic ranks", *Bioinformatics* 27(2): 196-203 (2011).

FLUIDODINAMICA

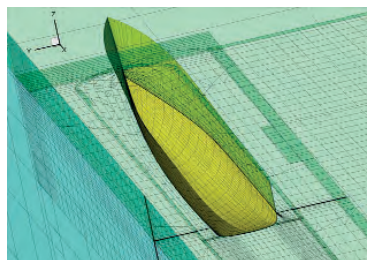
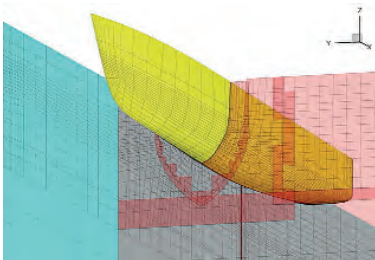
Metodi di calcolo per flussi turbolenti con superficie libera

La richiesta di veicoli marini con adeguate caratteristiche di sicurezza e poco inquinanti, e nello stesso tempo confortevoli per i passeggeri, è cresciuta in modo esponenziale negli ultimi anni, sia per l'aumentata consapevolezza ambientale, sia per contrastare in modo adeguato la crescente concorrenza dei paesi emergenti. Ciò si traduce in stringenti requisiti progettuali e quindi nella necessità di strumenti di analisi adeguati per l'analisi dettagliata del flusso intorno alle carene navali. L'attività di ricerca, svolta nel passato e tuttora in corso presso due Istituti

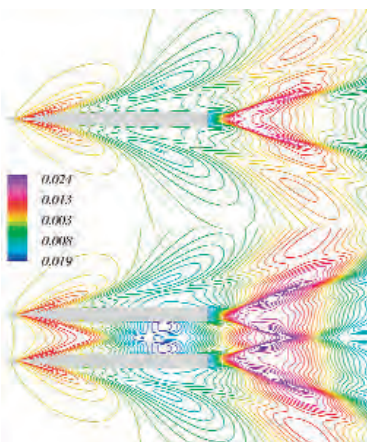
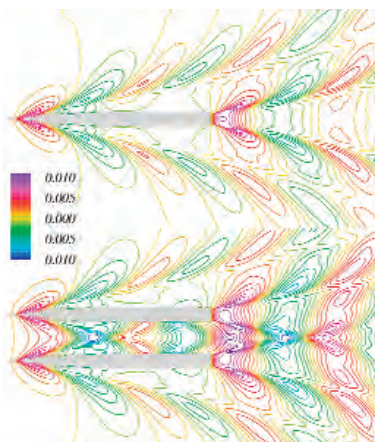
del CNR (INSEAN e IAC), ha condotto alla realizzazione di un codice di simulazione, basato sulla soluzione numerica delle equazioni generali della fluidodinamica (le equazioni di Navier-Stokes), che consente lo studio del flusso attorno a configurazioni navali realistiche, e quindi utilizzabile anche come strumento progettuale. Il codice è già stato applicato allo studio di problemi di propulsione, manovrabilità e tenuta a mare sia nel caso di carene tradizionali che nel caso di configurazioni innovative. I risultati sono stati più volte confrontati con le misure sperimentali, con esito molto soddisfacente. Particolare attenzione è stata dedicata, negli ultimi tempi, allo studio delle prestazioni di catamarani ad alta velocità, che hanno suscitato rinnovato interesse nel settore navale, sia civile sia militare, a causa delle eccellenti caratteri-

stiche di velocità, sicurezza, stabilità, e bassa resistenza (quindi bassi consumi), a parità di altre condizioni. Per questo, nell'attività di ricerca svolta durante lo scorso anno, sono state analizzate le diverse configurazioni di catamarano ottenute variando la distanza fra i due scafi, e le prestazioni del veicolo sono state confrontate con le analoghe caratteristiche di navi monoscafo. L'analisi è stata rivolta allo studio degli effetti delle forze d'inerzia e viscosi sulla formazione ondosa e sulle forze agenti sulla superficie del veicolo. I risultati sono stati utilizzati per ottimizzare il veicolo rispetto alla resistenza all'avanzamento.

R. Broglio, S. Zaghi, A. Di Mascio.
 "Numerical simulation of interference effects for a high-speed catamaran",
Journal of Marine Science and Technology,
 16 (2011), pp. 254-269.



Dettagli del reticolo di calcolo.



Elevazione d'onda intorno ad una carena convenzionale (in alto) e ad un catamarano (in basso); velocità 4m/s (a sinistra) e 5m/s (a destra).

ROBOTICA MARINA

Identificazione rapida di veicoli marini senza equipaggio

Al fine di progettare efficienti strutture di controllo ad alto livello, i parametri relativi al modello matematico di riferimento devono essere noti con ragionevole precisione. Poiché sensori e dispositivi montati a bordo di veicoli marini autonomi (senza equipaggio) possono variare durante una missione, risulta di notevole importanza disporre di una procedura di identificazione che sia facilmente e rapidamente implementabile e che fornisca stime dei parametri del modello sufficientemente accurati per lo sviluppo e l'utilizzo

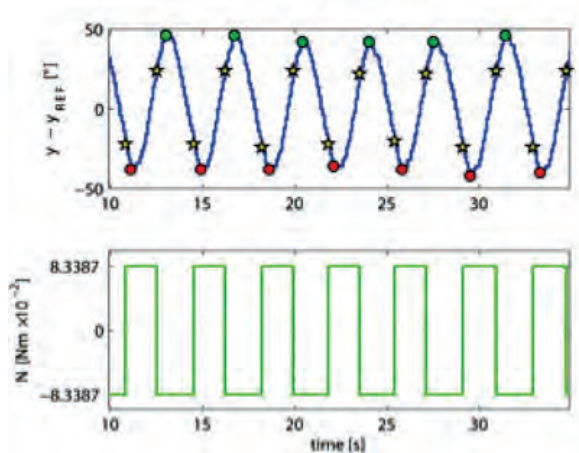
di schemi di controllo automatici. L'articolo introduce una procedura di identificazione basata sull'utilizzo delle oscillazioni proprie (*Self-Oscillations*) del sistema. La metodologia descritta può essere applicata per l'identificazione di parametri di modelli non-lineari a singolo grado di libertà, relativi a veicoli marini autonomi, sia di superficie che subacquei. Una sperimentazione estensiva è stata effettuata sul veicolo "VideoRay Micro-ROV" e sul veicolo autonomo di superficie "Charlie", al fine di dimostrare che il metodo

proposto fornisce risultati consistenti. I risultati sono stati confrontati con quelli ottenuti tramite l'applicazione di metodologie classiche come l'identificazione ai minimi quadrati. La qualità delle stime parametriche ottenute è stata validata tramite l'esecuzione di numerosi test dedicati. Il metodo proposto può inoltre essere impiegato per trarre conclusioni sul modello che descrive la dinamica del veicolo. L'articolo include inoltre i risultati relativi alla progettazione di un sistema di autopilota dove i sistemi di controllo sono configurati sulla base del metodo proposto basato sulle oscillazioni proprie, dimostrando l'appropriatezza della metodologia.

N. Misković, Z. Vukić, M. Bibuli, G. Bruzzone, M. Caccia. "Fast In-Field Identification of Unmanned Marine Vehicles", *Journal of Field Robotics*, DOI: 10.1002/rob.20374, vol 8, nr 1, pp 101-120 (2011).



Veicolo marino senza equipaggio utilizzato nella verifica sperimentale del metodo di identificazione proposto - Catamarano di superficie senza equipaggio Charlie.



Esempio di risposta durante l'identificazione basata sulle oscillazioni proprie.

COSMOLOGIA

Separazione Bayesiana dei segnali cosmologici

Una delle scoperte più importanti del secolo scorso è stato senza dubbio l'osservazione della radiazione cosmica di fondo (CMB) di Penzias e Wilson nel 1964. La loro scoperta accidentale ha fornito la prova per la teoria del Big Bang caldo (*hot bigbang*). Il modello big bang, mira a fornire una spiegazione per la formazione del nostro universo, affermando che l'universo si è evoluto nel suo stato attuale tramite espansione e raffreddamento da uno inizial-

mente molto più denso e più caldo. CMB è la prima luce rilasciata 379000 anni dopo il big bang, che da allora si è raffreddata a 2.7K. La missione satellite Planck ha l'obiettivo principale di misurare questa radiazione fossile, che ci darà informazioni non solo sul passato del nostro universo, ma anche sul suo presente e il suo futuro. La mappa CMB da calcolare dalle misurazioni microonde, ci aiuterà a decidere tra le teorie in competizione, ad esempio se l'espansione continuerà per sempre, se si stabilizzerà o se il big bang sarà seguito da un Big Crunch.

Purtroppo, CMB non si presenta da solo alle antenne, ma è misurato in una miscela con altre fonti cosmologiche provenienti dall'interno o dall'esterno della nostra galassia. È nostro compito, come

scienziati dell'informazione, di progettare metodi per scoprire CMB da osservazioni multiple a microonde. A tal fine, abbiamo sviluppato nuove tecniche sofisticate nel quadro della stima bayesiana che ci permettono di incorporare importanti informazioni cosmologiche preventive nel processo di stima. In questo articolo, diamo una completa esposizione della formulazione bayesiana per la separazione di sorgenti cosmiche e presentiamo una serie di metodi innovativi per la separazione in 2D (attraverso la struttura dell'informazione nelle immagini) che accelera i metodi numerici bayesiani rispetto alla separazione 1D.

E.E. Kuruoglu. "Bayesian source separation for cosmological component estimation", *IEEE Signal Processing Magazine*, vol. 27 (2010), no. 1, pp. 43-54.

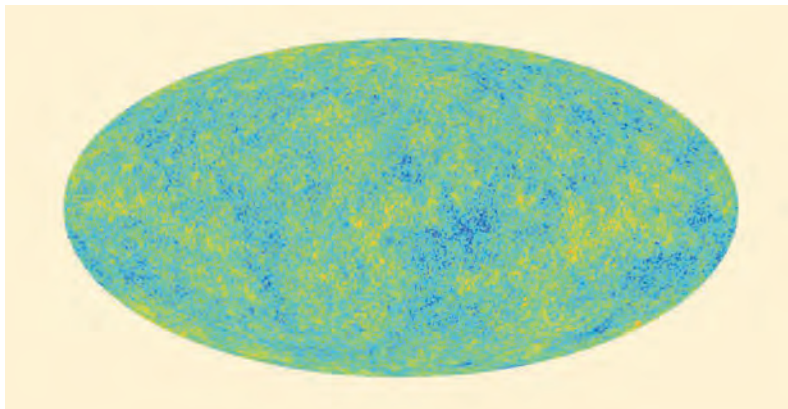


Figura 1. Mappa CMB simulata alla risoluzione Planck.

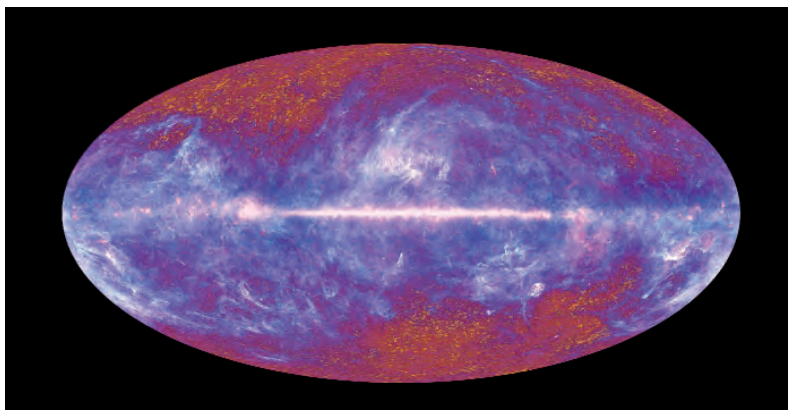


Figura 2. 1 anno Planck mappa del cielo ottenuto dopo la pubblicazione del nostro articolo. Stiamo ora applicando le tecniche descritte nell'articolo al fine di ottenere CMB come in Fig. 1.

Cultura & Società

Highlights

Sviluppo rurale, Marketing,
Beni culturali, Archeologia,
Economia, Comunicazione,
Public utility, Diagnostica per l'arte,
Lessicologia, Scienze cognitive,
Restauro, Demografia, Psicologia,
Politica energetica, Storia,
Urbanizzazione,
Tecnologie di apprendimento,
Linguistica, Evoluzione,
Conservazione



ARCHEOLOGIA

Il “paesaggio” funerario etrusco di Norchia (Viterbo, Italia): un progetto multi-variato in difesa del patrimonio culturale

190

La necropoli di Norchia, nell'area di Viterbo (80 Km a Nord di Roma), con le sue tombe rupestri, è uno dei più importanti siti archeologici dell'Etruria meridionale. Si tratta di un'impressionante e raro esempio di architettura rupestre, uno dei meglio conservati in Italia, paragonabile alle tombe rupestri di Kaunos e Demre nell'antica Caria e Lycia (nella attuale Turchia). La città di Norchia si trova sull'antica Via Clodia, approssimativamente a metà strada

tra Blera e Tuscania, nel punto di intersezione con un'antica strada etrusca che conduceva da Tarquinia ad Orvieto. L'insediamento etrusco si trovava probabilmente nella parte centrale del pianoro. Il periodo più florido della città fu tra la fine del IV e la metà del II sec. a.C., un periodo durante il quale certamente appartenne allo stato di Tarquinia. Un'imponente ed impressionante numero di tombe rupestri che si datano al IV sec. a.C. sono state rinvenute nelle tre vallate del Pile, dell'Acqualta e del Biedano, che circondano la città. Lungo il “Fosso dell'Acqualta” (Fig. 1) le tombe rupestri a tempio hanno facciate che imitano quelle di un tempio dorico con frontoni, fregi, protomi ed acroteri scolpiti nel tufo. Grazie ai disegni di Canina del 1842 e di Ainsley del 1849 sono noti non solo le decorazioni originali, ma anche lo stato di conservazione dei due monumenti nel diciannovesimo secolo. Ciò è di rilevante importanza se consideriamo il cattivo stato di conservazione dei monumenti al giorno d'oggi. Le tombe si distribuiscono

su diverse terrazze raggiunte da sentieri tortuosi che salgono dalla valle. Nella terrazza superiore sono le tombe monumentali; nella terrazza centrale le tombe a dado, mentre nella terrazza inferiore, le tombe più modeste.

Il progetto attualmente in corso presso l'Istituto per gli Studi sulla Civiltà Italica e Mediterraneo Antico (ISCIMA), in collaborazione con la Soprintendenza per i Beni Archeologici dell'Etruria Meridionale e la Società Geografica Italiana con il patrocinio del Dipartimento Patrimonio Culturale del Consiglio Nazionale delle Ricerche italiano, ha inizialmente previsto lo studio completo delle tombe scavate nel periodo 1971-1974 lungo il “Fosso del Pile” (a sud-est della città), nella zona centrale, conosciuta come Pile B (Fig. 2), e di tutti i reperti archeologici in esse rinvenuti, ma si è successivamente ampliato per includere la stratificazione archeologica, storica e territoriale dell'intera provincia di Viterbo. Grazie a fotografie scattate al momento dello scavo, può essere infatti ri-

Figura 1. Norchia (Viterbo), Necropoli del Pile B. Dettaglio di tombe rupestri (Fotografia: Laura Ambrosini).



Figura 2. Norchia (Viterbo), Fosso dell'Acqualta. Le tombe a tempio (Le tombe doriche). (Fotografia: Laura Ambrosini).



costruito il paesaggio, che è notevolmente peggiorato nel corso del tempo. È ben noto che la necessità di promuovere gli studi geo-ambientali per conservare e salvaguardare il patrimonio archeologico sia oggi in Italia sempre più urgente se il prezioso patrimonio culturale e ambientale del paese deve essere protetto. Lo scopo di

questa ricerca multi-variata è quello di proporre metodi e strumenti innovativi necessari per la conservazione, la manutenzione e la valorizzazione del sito. Si spera che, a seguito di questi studi e con la sinergia di diversi esperti, si possa portare a compimento la ricostruzione della necropoli dell'antico sito di Norchia.

Laura Ambrosini. "The rock-cut tombs of the necropolis of Norchia (Viterbo - Italy): an important example of ancient architecture that must be preserved", in A. Ferrari (ed.), Proceedings of the 4th International Congress "Science and Technology for the Safeguard of Cultural Heritage of the Mediterranean Basin", Cultural Heritage - Cairo. 2009, Cairo, Egypt 6th - 8th December 2009, Vol. II, Napoli (2010), pp. 217-223.

ARCHEOLOGIA

Modelli di mobilità: gli scambi mediterranei nel secondo millennio a.C.

Le relazioni intercorse tra Egeo e Mediterraneo centrale nella tarda età del bronzo sono ulteriormente illustrate dalla presenza di due particolari categorie ceramiche all'interno di contesti archeologici micenei e tardo-minoici. La prima è prodotta modellando a mano un impasto di argilla e minuti frammenti di rocce, secondo tecnologie e stili tipici delle comunità peninsulari e insulari italiane dell'età del bronzo. La seconda invece è una ceramica in argilla fine, di colore uniformemente grigio, lavorata al tornio e con le superfici generalmente ben lustre, non completamente estranea al tradizionale repertorio egeo. Quest'ultima, specifica, classe ceramica è diffusa anche presso le comunità della tarda età del bronzo dell'Italia meridionale adriatica e ionica. Le forme dei vasi appartengono in parte al repertorio propriamente miceneo, in parte replicano fogge tipiche delle comunità italiane

del periodo e tale caratteristica si riscontra sia in Italia che in ambito egeo. In Grecia e a Creta entrambe queste classi ceramiche sono state rinvenute spesso associate negli stessi siti, frequentemente insieme a oggetti di bronzo di tipo italiano pertinenti a diverse categorie, dagli ornamenti alle armi. La prima comparsa di ceramica di impasto di stile, in senso lato, italiano si riscontra nell'importante centro portuale di Kommos a Creta nel corso del Tardo Minoico IIIB (XIII sec. a.C.); si tratta di un gruppo di vasi importati dalla Sardegna nuragica. Tra la fine del Tardo Minoico/Tardo Elladico IIIB e il Tardo Minoico/Tardo Elladico IIIC (fine XIII-XII sec. a.C.) le ceramiche di impasto e grigia tornita con addentellati italiani sono attestate ancora a Creta, nei centri

di Chania e Cnosso, e nella Grecia continentale a Tirinto (Argolide) e Dimini (Tessaglia). In questi insediamenti le forme delle ceramiche in impasto risultano molto simili a quelle diffuse lungo i versanti adriatico e ionico della penisola italiana durante quelle fasi. Le analisi archeometriche di alcuni di questi vasi suggeriscono la loro produzione locale, una situazione dunque diversa da quella osservabile nel periodo immediatamente precedente a Kommos. Un tale cambiamento potrebbe essere collegato agli eventi traumatici accaduti in Egeo alla fine del XIII sec. a.C., quando vennero improvvisamente meno il sistema di potere e l'organizzazione socio-economica basati sui palazzi. Dopo questo periodo, infatti, la nuova classe dirigente micenea – verosimilmente appartenente ai gruppi o alle famiglie più influenti in ciascuno dei vecchi centri palaziali – poteva avere avuto necessità di attivare e sviluppare nuovi spazi di mercato e strategie di scambio.



Fibule di bronzo di tipo "italiano" scoperte in Grecia (ca. XII sec. a.C.).

M. Bettelli. "Italia ed Egeo prima e dopo il crollo dei palazzi micenei: le ceramiche d'impasto e grigia tornita in Grecia e a Creta alla luce delle più recenti scoperte" in F. Rendina, G. Recchia (a cura di). *Ambra per Agamennone. Indigeni e Micenei tra Adriatico, Ionio ed Egeo*, (2010), Bari, 95-103.

ARCHEOLOGIA

3500 anni fa sotto il vulcano: la ripresa delle indagini nel villaggio protostorico di San Vincenzo a Stromboli

192

Il villaggio di San Vincenzo a Stromboli, scoperto nel 1980 da Madeleine Cavalier, si trova nella parte orientale dell'isola, nella zona del moderno abitato. Il sito occupava una vasta unità orografica relativamente uniforme con un'altitudine che varia da 40 a 100 m s.l.m., ben delimitata da fianchi scoscesi e dell'attuale dimensione di circa 6 ettari. Si tratta di una delle poche zone elevate e pressoché pianeggianti formatasi nel corso dell'eruzione del Neostromboli detta Cono di San Vincenzo. L'abitato è, quindi,

situato in posizione strategica di controllo delle vie marittime come avamposto nord-orientale dell'intero arcipelago, con una visuale che spazia dallo stretto di Messina alle isole Flegree.

L'attuale serie di interventi, iniziata nel 2009, ha carattere interdisciplinare e didattico. Lo scavo è diretto dal Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università di Modena e Reggio Emilia, dal Servizio Beni Archeologici della Soprintendenza ai Beni Culturali di Messina e dal CNR-ICEVO di Roma, e si avvale del supporto dell'Asso-

ciazione Preistoria Attuale. Il gruppo di lavoro coinvolge archeologi, geoarcheologi, vulcanologi, geofisici, archeometri, ingegneri, paleobotanici, topografi.

Lo scavo ha messo in luce un deposito archeologico ben conservato con diverse capanne in pietra. Quella meglio preservata è di forma ovale con focolare all'interno. Sulla base del materiale rinvenuto è possibile ipotizzare che il villaggio si sia sviluppato nella fase finale del periodo di Capo Graziano (XVII-XV sec. a.C.).

Di particolare interesse è la scoperta di materiali egei: in particolare ceramiche micenee databili al Tardo Elladico I-II e perle di pasta vitrea. La scoperta di questi oggetti esotici inserisce Stromboli nella rete di scambi attiva nel Basso Tirreno a partire dall'inizio della media età del Bronzo (XVII-XV a.C.).

Levi S.T., Bettelli M., Di Renzoni A., Ferranti F., Martinelli M.C. "3500 anni fa sotto il vulcano. La ripresa delle indagini nel villaggio protostorico di San Vincenzo a Stromboli", *Rivista di Scienze Preistoriche* LXI, pp. 157-172.



Particolare delle strutture in pietra del settore 2, sullo sfondo è ben visibile lo Stromboli.



Veduta generale delle strutture in pietra del settore 3.

ARCHEOLOGIA

La produzione di olio d'oliva e vino a Hierapolis di Frigia (Turchia) in epoca romana e bizantina

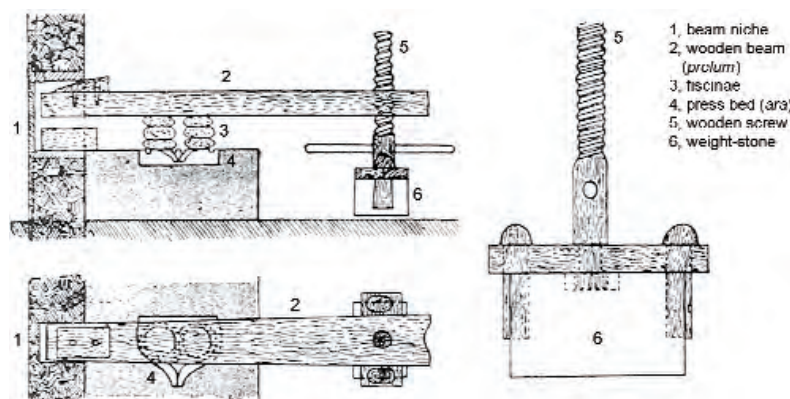


Hierapolis: mola convessa lungo la Via di Frontino.

Il lavoro riguarda le attività di ricerca condotte dall'Istituto per i Beni Archeologici e Monumentali (IBAM-CNR) nell'ambito della Missione Archeologica Italiana a Hierapolis di Frigia (Turchia sud-occidentale). Gli scavi archeologici condotti nell'area urbana e le ricognizioni nel territorio di Hierapolis hanno permesso di scoprire numerosi resti antichi riferibili a strutture per la produzione di olio d'oliva e vino, databili dall'età romana imperiale a quella bizantina. In particolare, nell'ampio territorio

della città, nelle aree occupate da antiche fattorie e insediamenti rurali dipendenti da Hierapolis, sono stati rinvenuti grandi vasche monolitiche per la frantumazione delle olive, con macine cilindriche o, più frequentemente, convesse (*orbes*), come nel *trapetum* descritto da Catone, ed elementi in pietra di presse per olio e vino: in particolare, elementi verticali di sostegno (*arbores*), basi per la spremitura (*arae*), grossi elementi verticali con una nicchia per l'ancoraggio dell'estremità fissa della

pressa (*prelum*), molti contrappesi di forma cilindrica e parallelepipedica dei tipi cosiddetti "Samaria" e "Arginunta". Questi resti sono pertinenti a presse del tipo a leva e con vite senza fine, descritto da Plinio il Vecchio ed Erone di Alessandria, utilizzato nel bacino del Mediterraneo durante il periodo Romano e quello Bizantino. Questa ricca documentazione scoperta durante la ricerca ha permesso di ampliare la nostra conoscenza sull'economia antica della Frigia meridionale (rientrante nella Provincia d'Asia in epoca romana e nella Frigia Pacatiana in età bizantina) e sulle caratteristiche di questa tipologia di impianti per la produzione di olio e vino; infatti, prima di questa ricerca, essi non erano molto attestati nella penisola anatolica.



Scardozi G. "Oil and Wine Production in Hierapolis of Phrygia and its Territory During Roman and Byzantine Age: Documentation from Archeological Excavations and Surveys", in Ü. Aydinoglu, A.K. Şenol (éd.), "Oil and Wine Production in Anatolia During Antiquity", *International Symposium Proceedings* (06-08 November 2008, Mersin, Turkey), Istanbul, (2010), p. 277-302.

Modello della pressa con leva e vite senza fine; esempi dei contrappesi tipo "Samaria" e "Arginunta" dal territorio di Hierapolis.

ARCHEOLOGIA

Preistoria del fuoco: esperienza del tempo e simboli di luce nelle culture del Mediterraneo antico

Nella mitologia greca Prometeo, figlio del titano Iapeto, rappresenta per eccellenza l'eroe ribelle che, giocando sulla sua straordinaria intelligenza, restituisce al genere umano il fuoco sottratto in precedenza da Zeus. Prometeo incarna la reazione al pericoloso mondo delle tenebre, dove fuoco e luce sono totalmente assenti. L'eroe restituisce non solo il fuoco, ma contribuisce al progresso dell'umanità con altri importanti doni, come la conoscenza dell'arte dei metalli, il calcolo del tempo, l'arte della divinazione, la conoscenza della pratica della navigazione.

La punizione di Prometeo; kylix a figure nere laconica del Pittore di Arkesilas (550 a.C. circa), conservata presso il Museo Gregoriano-Etrusco del Vaticano.

Se proiettiamo queste acquisizioni nel lontano contesto della preistoria, Prometeo è la metafora del complesso sistema di rapporti che lega la scoperta del fuoco e le più antiche attività artigianali dei gruppi umani. Fin dal Paleolitico, momento nel quale compaiono le più antiche evidenze dell'uso del fuoco risalenti a circa 1,500.000 anni fa, la domesticazione del fuoco comportava, presso i gruppi di cacciatori-raccoglitori, una costante attenzione rivolta non solo alla gestione di tale importante risorsa, ma soprattutto alla necessità di reperire materiale da combustione. Questa attività implica una specifica percezione del tempo nei termini di calcolo della durata del fuoco che, se non sufficientemente alimentato, rischiava di spegnersi, provocando danni per la comunità. Ma il tempo entra in gioco anche in un'altra pratica legata all'uso del fuoco, la cottura dei cibi, che presuppone una specifica percezione della durata globale necessaria alla preparazione, manifattura e consumazione di un pasto, insieme ad una più attenta organizzazione collettiva del lavoro.

Si è pertanto concentrata l'attenzione, in questo studio che affronta un tema scarsamente indagato nell'ambito degli studi di bioar-

cheologia nazionale, sul complesso degli effetti calorici e luminosi prodotti dal fuoco, in una prospettiva di ricerche integrate tra archeologia, etnografia e antropologia. Partendo da alcuni casi di studio presi a prestito dalle culture del Neolitico egeo-anatolico e dell'Italia meridionale (7.500-4.500 a.C. circa), l'arte della pirotecnia diventa uno dei modelli di lettura per comprendere l'emergere dei primi gruppi di agricoltori nella storia del Mediterraneo antico. Dall'impiego all'interno delle più svariate attività domestiche, all'uso dei suoi aspetti simbolici, quali quelli legati alla più antica pratica della cremazione in contesti funerari, il fuoco viene percepito come una forza dal potere irreversibile e distruttivo, in grado di generare ma anche di annullare la materialità di cose inanimate ed esseri umani.

Massimo Cultraro. "Una forza distruttiva e irreversibile: fuoco, calore, luce nelle culture neolitiche del Mediterraneo centrale", in C.D. Fonseca, E. Fontanella, C. Strinati (eds.), *Anima del Fuoco* (catalogo della Mostra, Milano marzo-giugno 2010), Milano DNArt Edizioni 2010, pp. 102-110.

Vaso contenente le ossa cremate di un bambino, da Dimini, Grecia settentrionale, Neolitico Finale (5300-4500 a.C.).



RESTAURO

Ablazione laser alla riscoperta delle cromie dell'arte

L'ablazione laser per il restauro di beni culturali si avvia a diventare pratica diffusa, anche grazie ai fondamentali sviluppi di sistemi laser dedicati e ottimizzazioni metodologiche condotte dall'Istituto di Fisica Applicata "Nello Carrara" del CNR (IFAC-CNR). I risultati più recenti sono stati riportati in un lavoro uscito sulla rivista *Accounts of Chemical Research*, che ha avuto un'ampia risonanza sul

web. Il lavoro si concentra su una serie di problematiche conservative di grande interesse per il settore, riguardanti la rimozione di strati indesiderati da opere lapidee e in metallo e da dipinti murali, affrontate e risolte con successo attraverso l'ottimizzazione della durata dell'impulso laser. Vengono descritti i meccanismi fisici coinvolti nell'ablazione di stratificazioni eterogenee e i criteri per prevenire

effetti indesiderati a carico del substrato, unitamente a una serie di applicazioni esemplari su importanti manufatti di interesse storico e capolavori rinascimentali. La modellistica fisica è trattata in maniera intuitiva, al fine di fornire un supporto concettuale all'interpretazione delle fenomenologie ablative osservate in test di laboratorio e in applicazioni pratiche. Quest'approccio mira a fornire chiavi di generalizzazione per la rigorosa applicazione dell'approccio laser e la ripetibilità dei risultati ottenibili. Più in dettaglio, gli argomenti trattati riguardano i diversi meccanismi ablativi, la loro efficienza, gradualità, selettività ed efficacia, in funzione della durata d'impulso di sistemi laser Nd:YAG e delle condizioni operative. Viene affrontato l'annoso problema dei cambiamenti di colore associate all'irraggiamento di manufatti lapidei e metallici, che ha fin qui rallentato la diffusione della tecnica nella pratica del restauro e fornite le possibili soluzioni. Si passa infine alla presentazione sintetica di diversi casi esemplari: l'Architrave di San Ranieri (Pisa), la Porta del Paradiso del Ghiberti, l'Altare di Guglielmo Della Porta, il Tesoretto di Rimigliano, i dipinti murali del Santa Maria della Scala (Siena) e del Castello di Quart (Aosta) e il David di Donatello.

S. Siano, R. Salimbeni. "Advances in Laser Cleaning of Artwork and Objects of Historical Interest: The Optimized Pulse Duration Approach", *Accounts of Chemical Research* (2010), 43 (6), pp 739-750.

David di Donatello dopo il recente restauro: dettaglio della zona dorata della capigliatura dopo l'ablazione laser (gentile concessione del Museo Nazionale del Bargello, Firenze).



CONSERVAZIONE BENI CULTURALI

Studio non invasivo di oggetti d'arte mediante spettrometria di massa

Il chimico che si appresta a studiare oggetti d'arte o reperti archeologici si ritrova a dover investigare sistemi chimici estremamente complessi dovendo anche soddisfare pienamente un requisito fondamentale: l'integrità dell'oggetto deve essere assolutamente preservata. In tale

ottica, importanti limitazioni sussistono ancora oggi nello studio non invasivo dei componenti organici di oggetti antichi. L'identificazione di tali componenti, presenti ad esempio in leganti pittorici, colle, resine, inchiostri e coloranti, risulta estremamente complessa

in quanto i materiali di partenza, di norma di origine naturale, sono costituiti da miscele di decine o centinaia di composti organici differenti la cui identificazione ha sinora richiesto l'uso di approcci distruttivi basati sull'asportazione di frammenti di campioni dall'oggetto studiato.

Il contributo del nostro gruppo di ricerca in tale ambito è stato quello di investigare e proporre, per la prima volta, l'uso di tecniche di spettrometria di massa operanti a pressione atmosferica per lo studio non invasivo di componenti organici di oggetti d'interesse artistico ed archeologico. Abbiamo infatti dimostrato come, una tecnica quale l'*atmospheric pressure (AP) MALDI*, sia in grado di operare senza dover richiedere l'asportazione di campioni e con risoluzione spaziale nell'ordine delle centinaia di microns direttamente sull'oggetto che viene mantenuto in aria nel corso dell'analisi. Operando in tali condizioni, si riesce a sfruttare pienamente le enormi potenzialità analitiche della spettrometria di massa utili, ad esempio, ad identificare coloranti e pigmenti organici usati nella pittura tradizionale o presenti in inchiostri adoperati per la stampa di antichi testi.

196

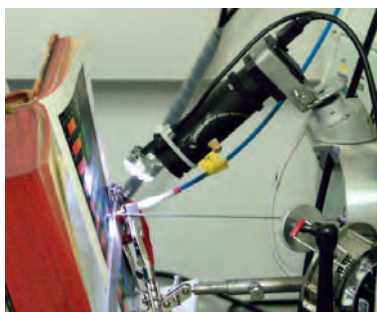
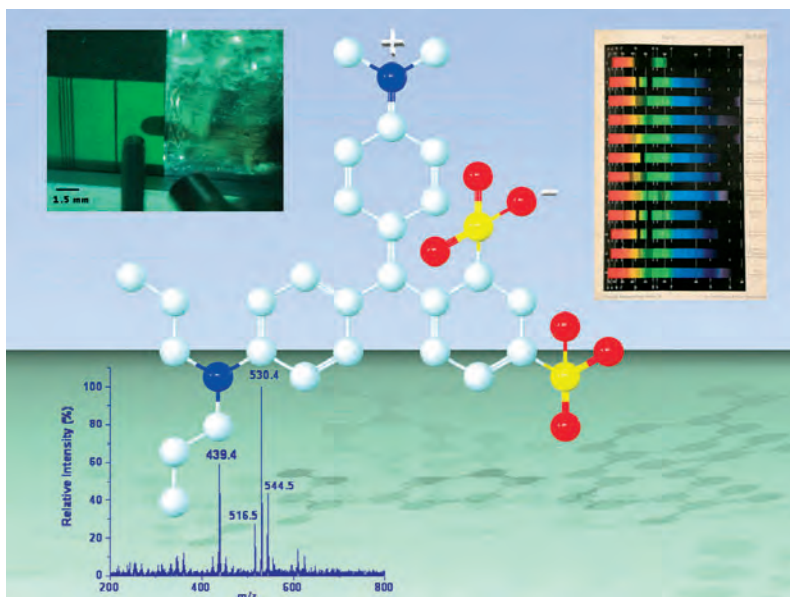


Immagine del sistema AP-MALDI modificato per effettuare analisi dirette e non invasive di antichi testi.



G. Spoto, G. Grasso. "Spatially resolved mass spectrometry in the study of art and archaeological objects", *TRAC Trends Anal. Chem.*, 30 (2011), pp. 856-863.

Lo spettro AP-MALDI ottenuto dall'analisi diretta di una parte verde del testo mostra la presenza del colorante Acid Blue 1. Il colore verde deriva dalla contemporanea presenza del Pigment Yellow 120 nella miscela colorante (picco a m/z 439.4).

STORIA

La chiesa cattolica nel mondo atlantico, 1760-1847

Negli anni tra il 1789 e il 1815 la chiesa cattolica e il papato attraversarono uno dei periodi più difficili e controversi della loro esistenza. L'articolo mostra in che modo la comunità francese, inglese e gaelica del Nord Atlantico, con la curia romana, si trovarono a sviluppare politiche comuni nei confronti del regime napoleonico durante il Consolato e l'Impero. Tale uniformità di modi e di vedute fu una diretta conseguenza del conservatorismo politico condiviso da tutti i componenti della comunità cattolica che viveva nella regione nord-atlantica. Fu il clero

a esprimere nel modo più maturo e compiuto tale atteggiamento. L'atteggiamento conservatorio degli ecclesiastici li spinse verso alleanze politiche con elite locali che non erano e non erano mai state cattoliche (in Irlanda, Gran Bretagna e Stati Uniti) o che avevano cessato di essere istituzionalmente cattoliche dal 1760 in poi (Canada e Francia). Se l'atteggiamento del clero verso la Rivoluzione Francese fu completamente negativo fin dall'inizio, il loro rapporto con Napoleone appare più contraddittorio. Dapprima il Primo Console fece nascere al-

cune speranze quando sembrò che fosse stato inviato dalla Provvidenza per restaurare l'ordine prerivoluzionario. La definizione di Napoleone come "Cromwell di Francia" risale appunto al 1800 e appartiene a questo primo periodo. Più tardi però, soprattutto dopo il 1801, tali speranze lasciarono il posto a un sentimento di odio per quel "brigante rifinito" (1810) che aveva invaso gli Stati Pontifici, occupato la Santa Sede, incarcerato il Papa, rotto l'unità del clero francese, reso praticamente impossibili le comunicazioni atlantiche, e minacciato l'esistenza stessa della Gran Bretagna, così generosa nell'accogliere i rifugiati cattolici.

L. Codignola. "From France's Cromwell to Consummate Brigand: North Atlantic Catholics and Napoleon, 1789-1815", in *Napoleon's Atlantic. The Impact of Napoleonic Empire in the Atlantic World*, ed. C. Belaubre, J. Dym, and J. Savage, Leiden, Boston: Brill, (2010), pp. 25-44.

197

STORIA

Crocevia mediterranei in Età Moderna: il caso di Napoli, città multietnica

Tra Cinque e Seicento, Napoli è - con Londra e Parigi - tra le più popolose città d'Europa. Capitale del regno omonimo, crocevia marittimo e grande piazza mercantile, questa città multietnica è un vero e proprio kaleidoscopio del Mediterraneo. Gente diversa intreccia le proprie vicende attraverso i

traffici marittimi e i commerci, gli interessi economici, la vita quotidiana, identificandosi nelle corporazioni, negli spazi religiosi e assistenziali, nelle logge delle nazioni, nelle reti familiari. La convivenza segue logiche complicate: nel crocevia, le presenze e le contaminazioni del Mediterraneo. In una prospettiva di estroversione, l'esame di tale realtà propone l'opportunità di costruire un *network* mediterraneo e incoraggia sinergie tra gli studiosi: la documentazione napoletana, imponente e spesso di difficile fruizione, può offrire risultati inattesi. Ma quali le problematiche sullo sfondo, gli strumenti e le strategie d'indagine possibili? La seconda metà del Sei-

cento è un terreno concreto per una ipotesi di lavoro, esemplificata attraverso la vicenda della 'casa' Raillard. Questa impresa familiare incrocia la vita della città mediterranea e ha un respiro internazionale; percorre esperienze mercantili, ha corrispondenti a Napoli e altrove. Ne emergono storie, scenari, figure: dietro ciò l'annotazione di percorsi e di orizzonti che attendono di essere esplorati.

G. Lombardi. "People, their Experiences and Merchant Practices in a Port-city: Naples as a Mediterranean Crossroads in the Modern Age", *The Historical Review - La Revue Historique*, VII (2010), Institut de Recherches Néohelléniques. Fondation Nationale de la Recherche Scientifique, pp. 77- 97.

ARCHEOLOGIA

Il 'rosso pompeiano', un vero giallo

Uno studio condotto da Sergio Omarini dell'Istituto Nazionale di Ottica del Cnr di Firenze ha dimostrato che il 'rosso pompeiano', emblematico delle ville di Ercolano e di Pompei, in realtà era giallo ocra. I ricercatori hanno accertato che il colore è frutto dell'azione del gas ad alta temperatura la cui fuoriuscita precedette l'eruzione del Vesuvio avvenuta nel 79 d.C. Questa mutazione cromatica era già nota, ma lo studio dell'Ino-Cnr, promosso dalla Soprintendenza speciale per i beni archeologici in collaborazione con l'Università 'Suor Orsola Benincasa' di Napoli, ha permesso di quantificarne la portata ad Ercolano.

Le pareti attualmente percepite come rosse sono 246 e le gialle 57, ma stando ai risultati, in origine dovevano essere rispettivamente 165 e 138. Le indagini sono state condotte con strumenti non invasivi: lo spettrofotocolorimetro per misurare il colore e la fluorescenza X che ha consentito di rivelare la presenza di elementi chimici per escludere il minio e cinabro.

198

BENI CULTURALI

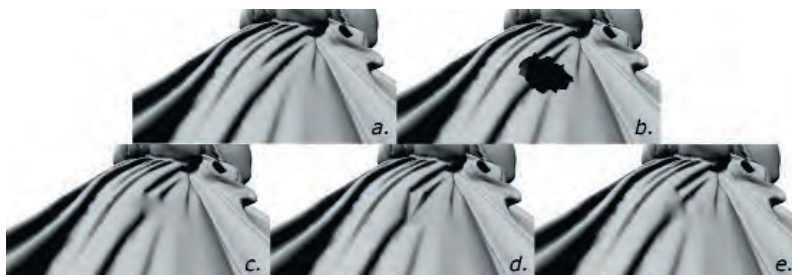
Fedeltà nella ricostruzione: la digitalizzazione 3D e l'elaborazione di modelli completi mediante *pattern laser*

L'utilizzo delle tecnologie 3D scanning nell'ambito dei Beni Culturali è uno dei principali campi di ricerca del Laboratorio Visual Computing (ISTI-CNR, Pisa). In questo contesto, uno degli usuali problemi

da affrontare è l'incompletezza del dato campionato, in quanto non tutte le zone della superficie dell'oggetto possono essere raggiunte dallo scanner. Ogni modello 3D generato per scansione presenta parti di superficie mancanti (i cosiddetti "buchi"). Tali mancanze possono essere eliminate con soluzioni algoritmiche automatiche o semi-automatiche, ma questo comporta il rischio di "inventare" la nuova superficie seguendo uno specifico algoritmo, cosa che riduce l'affidabilità del dato per le successive azioni di presentazione visuale o di supporto allo studio dell'opera. Il presente lavoro propone un sistema a basso costo per ricostruire

le porzioni di superficie mancanti estraendo il dato da una o più fotografie dell'oggetto. I dati necessari per il processo di completamento sono ottenuti mediante un diodo laser, accoppiato a una fotocamera digitale, il quale proietta un *pattern* sulla superficie da acquisire. Dopo aver acquisito una o più immagini con questo semplice device, un processo semi-automatico analizza le immagini al fine di ricostruire la superficie mancante, sfruttando il principio della triangolazione e l'analisi dei dati geometrici precedentemente acquisiti.

Il vantaggio dell'utilizzo di una fotocamera digitale consiste nella sua maggiore manovrabilità, che permette di inquadrare facilmente porzioni della superficie che spesso non possono essere raggiunte dallo scanner. Inoltre, i risultati dimostrano che la superficie ricostruita risulta più accurata rispetto a quella ottenuta con i classici metodi automatici di *surface reconstruction*.



Risultati del testing del metodo: a. Modello originale, b. Modello con porzione rimossa, c. e d. Risultati di modelli algoritmici allo stato dell'arte e. Risultato del metodo proposto.

M. Dellepiane, A. Venturi, R. Scopigno. "Image Guided Reconstruction of Un-sampled Data: A Filling Technique for Cultural Heritage Models", *International Journal of Computer Vision*, Volume 94 (2011), Number 1, pp. 2-11.

DIAGNOSTICA PER L'ARTE

Riflettografia IR multispettrale a scansione: una tecnica innovativa per la diagnostica di dipinti

L'analisi spettrale ad immagini, che consente l'acquisizione simultanea di informazioni spettrali ed immagini ad alta risoluzione, ha recentemente mostrato grandi potenzialità se applicata alla diagnostica di dipinti antichi, ed ha portato all'introduzione di tecniche innovative quali la Riflettografia IR Multispettrale a Scansione, sviluppata dal gruppo Beni Culturali del CNR-INO.

Il prototipo sviluppato è attualmente in fase di sperimentazione presso il centro di restauro dell'Opificio delle Pietre Dure di Firenze e fa parte della strumenta-

zione in dotazione al laboratorio mobile MOLAB che, nell'ambito del progetto europeo CHARISMA (2009-2013) effettua campagne di diagnostica in tutto Europa. Il dispositivo a scansione opera nel vicino infrarosso (NIR 800-2300 nm) e, attraverso una serie di rivelatori opportunamente filtrati, acquisisce punto per punto una serie di immagini a differenti lunghezze d'onda.

Il risultato è un ipercubo che può essere visto sia come una serie di immagini, una per ciascuna lunghezza d'onda, sia come una serie di spettri, uno per ciascun punto della superficie del dipinto.

Data la parziale trasparenza dei pigmenti pittorici alla radiazione NIR, la tecnica permette di rivelare caratteristiche sottostanti lo strato pittorico quali disegno preparatorio o ritocchi.

Tradizionalmente la riflettografia è eseguita acquisendo la radiazione riflessa dal quadro in un'unica banda spettrale. Tale tecnica risulta notevolmente implementata dall'opzione multi-banda a causa del diverso comportamento

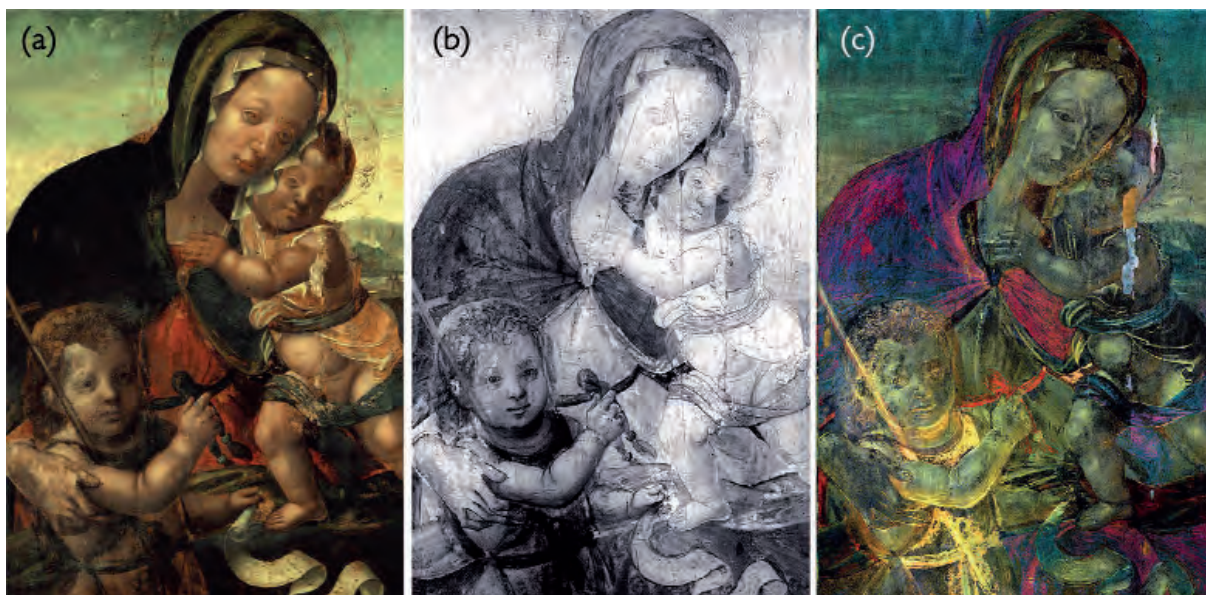
dei pigmenti al variare della lunghezza d'onda, consentendo la scelta della lunghezza d'onda più efficace secondo lo specifico oggetto esaminato.

La riflettografia multispettrale apre così nuove applicazioni per lo studio dei materiali pittorici, per l'identificazione dei pigmenti e la loro distribuzione spaziale. I risultati ottenuti su alcuni capolavori italiani hanno dimostrato il potenziale di questa nuova tecnica.

C. Daffara, E. Pampaloni, L. Pezzati, M. Barucci, R. Fontana. "Multispectral IR Reflectography SMIRR: An Advanced Tool for Art Diagnostics", *Accounts of Chemical Research*, 43 (2010), pp. 847-856.

199

Anonimo (XVI sec.): (a) Immagine a colori, (b) Riflettografia IR a banda larga, (c) Riflettografia multispettrale: falso colore per differenziare i pigmenti.



RIFLETTOGRAFIA

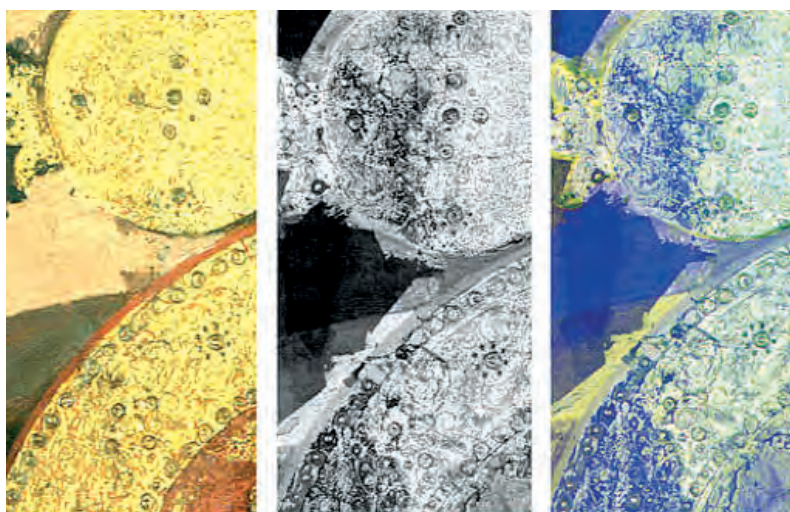
Giochi di colori: l'impiego della riflettografia infrarossa multispettrale per l'analisi di dipinti

La riflettografia infrarossa, tecnica consolidata nella diagnostica di dipinti, consiste nell'illuminare un'opera mediante radiazione infrarossa (IR) e nel rivelare la radiazione da essa retro-diffusa in una singola banda spettrale. Il principio che è alla base della riflettografia è la trasparenza della maggior parte dei pigmenti alla radiazione IR: questo fenomeno consente di rivelare caratteristiche nascoste dallo strato pittorico quali il disegno preparatorio, pentimenti o ritocchi dovuti ad interventi di restauro subiti dall'opera. Recen-

Giorgio Schiavone, "Vergine con Bambino." Da sinistra: immagine a colori; rapporto tra le immagini a 2265 nm e 1700 nm; immagine in falsi colori ottenuta con le immagini 1700, 1800 e 2265 nm. L'elaborazione dei piani immagine accentua le variazioni di riflettività al variare della lunghezza d'onda: l'immagine rapporto evidenzia il comportamento della foglia d'oro, altamente riflettente in tutta la regione IR, mentre il materiale impiegato per le integrazioni mostra un aumento della trasparenza a partire da 1800 nm; l'immagine in falsi colori migliora la visualizzazione di queste caratteristiche: i pixel con foglia d'oro risultano mappati a causa dell'elevata intensità diffusa alle lunghezze d'onda impiegate per costruire l'immagine.

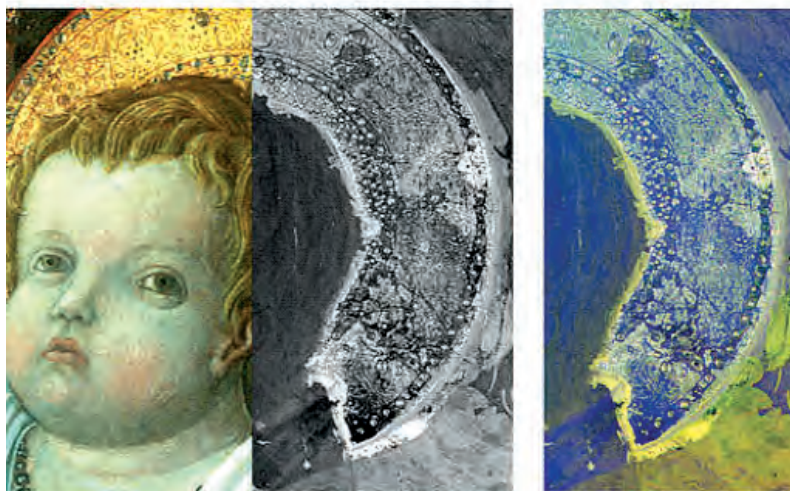
temente la riflettografia è stata implementata dal CNR-INO con la modalità multispettrale: tale nuova tecnica genera un set di immagini monocromatiche (ipercubo) acquisite nella regione spettrale del vicino IR da 800 a 2300 nm, in intervalli spettrali di larghezza 100 nm. Rispetto alla tradizionale tecnica monobanda, con la riflettografia multispettrale si acquisiscono contemporaneamente dati spettrali (per ogni pixel delle immagini) e immagini ad alta risoluzione spaziale (una per ogni lunghezza d'onda). Queste informazioni consentono lo studio dei materiali pit-

torici e della loro mappatura sulla superficie del dipinto; inoltre, permettono di poter scegliere la lunghezza d'onda opportuna che rende più efficace la visualizzazione di determinati dettagli, insieme all'elaborazione di differenti piani immagine in modo da estrarre informazioni nascoste. L'elaborazione delle immagini è immediata in quanto il dispositivo sviluppato fornisce immagini che sono automaticamente registrate, metricamente corrette e calibrate. Sono state effettuate analisi multispettrali di numerosi capolavori che hanno dimostrato l'utilità della rifletto-



ratio 2265./1700

color composite



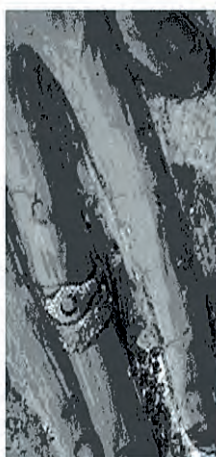
ratio 2265./1700

color composite

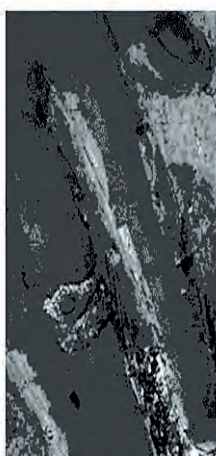
grafia multispettrale nell'analisi di dipinti, sia con finalità conoscitive sia per un'opportuna progettazione dell'intervento di restauro.

C. Daffara, R. Fontana. "Multispectral Infrared Reflectography to Differentiate Features in Paintings", *Microscopy and Microanalysis*, 17 (2011), pp. 691-695.

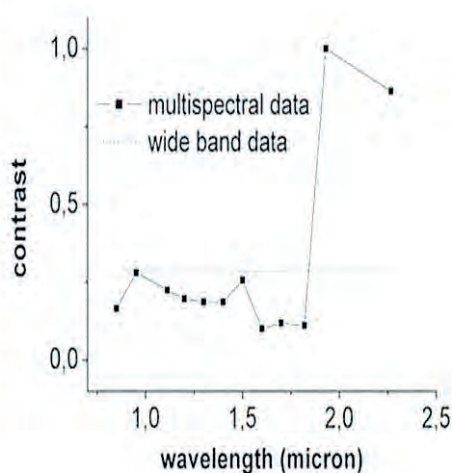
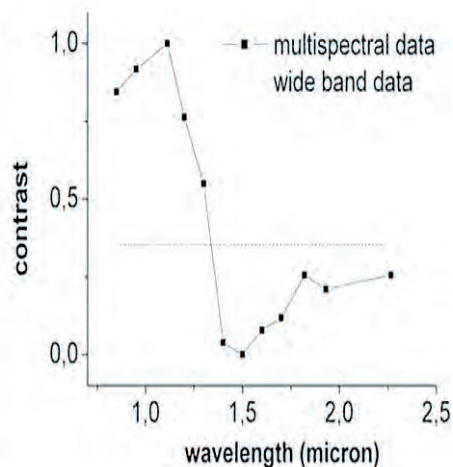
Giorgio Schiavone, "Vergine con Bambino." La selezione dell'opportuna lunghezza d'onda consente di migliorare la visibilità del disegno preparatorio secondo le proprietà di trasparenza e/o assorbimento dello strato pittorico sovrastante, nonché delle caratteristiche del materiale del disegno stesso (fig. a sinistra). Massimi di visibilità di dettagli differenti si ottengono, dunque, a lunghezze d'onda differenti: in questo caso tracce di disegno preparatorio sono visibili a basse lunghezze d'onda mentre per elevate lunghezze d'onda (~2000 nm) la trasparenza dei materiali sia pittorici sia del disegno fa emergere delle linee incise. La visibilità dipende dal contrasto tra i pixel del disegno e quelli ad esso circostanti ed è mostrata nelle figure di destra.



1112 nm



1930 nm



ARCHEOLOGIA

È autentica la Fibula prenestina, con la prima iscrizione latina

L'autenticità della Fibula prenestina, prezioso monile del VII secolo a.C., e della sua iscrizione, ritenuta la più antica testimonianza della lingua latina, è stata confermata dalle indagini condotte da Daniela Ferro dell'Istituto per lo Studio dei Materiali Nanostrutturati del Cnr e da Edilberto Formigli, che insegna all'Università 'La Sapienza' di Roma e all'Opificio delle Pietre Dure di Firenze.

Gli studiosi hanno impiegato la microscopia a scansione elettronica, accoppiata alla microsonda elettronica a raggi X a dispersione di energia, che consente osservazioni ad alta risoluzione della superficie e permette di acquisire dati sulla composizione chimica. La fibula è stata studiata con una strumentazione dotata di una camera porta campioni che permette di investigare agevolmente l'oggetto, senza danneggiarlo.

Il gioiello d'oro, lungo 10.7 cm, reca incisa l'iscrizione latina "Manios med fhefhaked Numasioi", in latino classico "Manius me fecit Numerio" ovvero "Manio mi fece per Numerio".

COMUNICAZIONE

Ragionare con parsimonia: perché gli argomenti incompleti funzionano?

202

Discutendo, si usano argomenti in cui vengono taciute premesse essenziali, senza le quali il ragionamento non avrebbe forza probante (entimemi). L'inferenza "Socrate è un uomo, dunque è mortale" si regge sulla premessa tacita "Ogni uomo è mortale". La prassi quotidiana mostra che gli entimemi sono usati spesso e bene: di norma identifichiamo senza problemi le premesse taciute, e raramente obiettiamo su di esse. Questo successo pragmatico non è scontato: dato un argomento ellittico, esistono molti

modi di completarlo, e il fatto che si raggiunga senza sforzo un accordo suggerisce un principio interpretativo comune. Ma quale? A lungo si è pensato che l'uso di entimemi richiedesse la carità dell'interprete, ovvero ricostruire l'argomento in modo da ottimizzarne la qualità inferenziale. Tuttavia, ciò impone eccessivo ottimismo sull'interprete, che viene incaricato di sostituirsi al parlante nel definire la qualità dell'argomento. Nel nostro lavoro, proponiamo un'ipotesi alternativa sul funzionamento degli entimemi, basata sul *princi-*

pio di parsimonia. Gli studi sulla razionalità limitata e la teoria della rilevanza suggeriscono che le scelte argomentative debbano ottimizzare l'impiego di risorse scarse, quali tempo, carico cognitivo, attenzione, fiato, esposizione sociale. Da questo punto di vista, la forma ellittica degli entimemi non è un difetto in attesa di rimedio, ma piuttosto la massimizzazione del risultato comunicativo col minimo sforzo espositivo. Al contempo, la parsimonia vincola anche i processi interpretativi, spingendo a estrarre il massimo di informazione col minimo sforzo. Costi e benefici orientano le scelte comunicative, e l'argomentazione entimematica funziona non per reciproca carità dei parlanti, ma perché garantisce buoni risultati a prezzi accettabili.

F. Paglieri, J. Woods. "Enthymematic Parsimony", *Synthese*, 178 (2011), pp. 461-501.

EVOLUZIONE

Chi mi ama, sbadigli!

Lo sbadiglio può essere indice non solo di noia, ma anche di empatia. Uno studio di Ivan Norscia ed Elisabetta Palagi dell'Università di Pisa e dell'Istituto di Scienze e Tecnologie della Cognizione del Cnr, pubblicato su PlosONE, dimostra per la prima volta che lo sbadiglio 'contagioso' è più frequente e veloce tra persone con un legame quali amici, parenti stretti, coppie.

Lo studio si fonda su una rigorosa raccolta di dati etologici, effettuata nel corso di un anno su più di 100 adulti e corrispondenti a oltre 400 coppie di 'sbadiglianti', osservati nei contesti più disparati. Il trend è preciso: il contagio è massimo tra familiari o coppie e diminuisce progressivamente tra amici, conoscenti e sconosciuti. Anche la latenza di risposta, cioè il tempo di reazione, è minore in familiari, amanti e amici rispetto a conoscenti o sconosciuti. A favore di quest'ipotesi esistono anche dati neurobiologici che mostrano come le zone del cervello attivate durante la percezione di uno sbadiglio altrui sono in parte sovrapposte a quelle legate alla sfera emotiva.

LESSICOLOGIA

Aspetti della terminologia tessile micenea

Fra il III e il I millennio a.C. nelle fonti scritte del Vicino Oriente e del Mediterraneo orientale sono attestate terminologie tessili assai complesse. Durante questo lungo periodo, a causa di una specializzazione lavorativa sempre più marcata, le attività di tessitura da una semplice produzione domestica si trasformano in un'industria di grandi dimensioni. Lo studio delle singole terminologie tessili può fornire informazioni importanti, non solo sui modi di produzione e sulle innovazioni tecniche, ma anche sui contatti e le rotte commerciali. Quest'articolo fornisce una pa-

noramica sul lessico specialistico miceneo. I termini attestati nelle tavolette in lineare B (XIV-XIII sec. a.C.) e direttamente o indirettamente collegati con la produzione tessile (fibre, tessuti, vesti, decorazioni, designazioni occupazionali) sono studiati seguendo la filiera della produzione, dalla fibra al tessuto finito. Alcuni di essi sono oscuri e probabilmente di origine minoica (pregreca), altri sono prestiti semitici, altri ancora hanno un'etimologia indoeuropea e si conservano in parte nel greco. Una particolare attenzione è dedicata ai sinonimi e agli antonimi, poiché questi

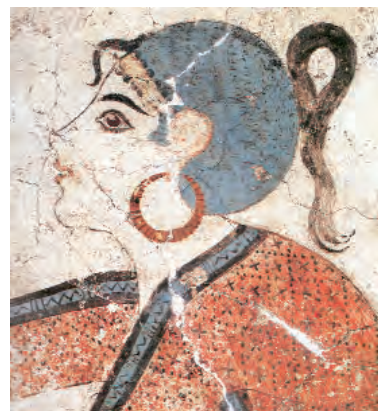
M. Del Frio, F. Rougemont, M.-L. Nosch. "The Terminology of Textiles in the Linear B Tablets, including Some Considerations on Linear A Logograms and Abbreviations", *Textile Terminologies in the Ancient Near East and Mediterranean from the 3rd to the 1st millennia BC*, Oxford (2010), pp. 338-373.

possono fornire interessanti indizi sulle caratteristiche tecniche dei tessuti. Per la registrazione di fibre e prodotti tessili gli scribi micenei usavano anche notazioni di tipo logografico, talvolta contenenti abbreviazioni acrofoniche. Anche questi logogrammi sono esaminati e confrontati con quelli dei documenti in lineare A (databili per lo più al XV sec. a.C.). Il confronto evidenzia l'esistenza di una continuità fra i due sistemi amministrativi e dimostra, fra le altre cose, che i logogrammi della lineare B per "lana" e "tessuto" derivano direttamente dalla lineare A.

203



Tavoletta in lineare B da Micene registrante quantità di lana.



Dettaglio di affresco da Akrotiri, Thera (Santorini).

LINGUISTICA

Lo sviluppo di nuove capacità cognitive: questioni teoriche e metodologiche nella rappresentazione delle lingue dei segni

204

L'articolo affronta questioni teoriche e metodologiche considerate cruciali per l'analisi e la descrizione delle lingue dei segni (LS): l'identificazione di strumenti per rappresentare adeguatamente le LS in forma scritta (parole, frasi, discorsi, ecc.). Si parte dalla considerazione sulla necessità di di-

sporre di forme, agevolmente fruibili, di trascrizione che vadano al di là dell'annotazione specialistica di particolari aspetti di analisi, ma che rendano possibile per chiunque conosca una data LS la ricostruzione delle forme linguistiche e del rapporto forma-significato di una data rappresentazione in ciascuno specifico contesto d'uso, anche in assenza di una registrazione video del testo segnato.

Ci si sarebbe attesi per le LS, così come per le lingue vocali, una grande ricchezza di ricerche sul problema della rappresentazione, tuttavia le direzioni della riflessione linguistica attuale hanno largamente sottovalutato ed esplorato tale cruciale questione.

In questo articolo mostriamo come l'uso di sistemi di notazione per le LS esistenti spesso non possano essere considerati adeguati a rappresentare un livello base di tra-

scrizione delle LS e introducano pregiudizi alla corretta analisi del discorso segnato e conducano a una rappresentazione fuorviante del funzionamento delle LS. Si presentano e discutono inoltre alcuni risultati promettenti sulla Lingua dei Segni Italiana (LIS) ottenuti attraverso l'uso del *SignWriting* (SW) come sistema di scrittura e trascrizione da parte di ricercatori sordi segnanti. Concludiamo fornendo una serie di indicazioni desunte dall'esperienza sulla LIS per la ricerca di un sistema adeguato di rappresentazione per lo studio, la conservazione e la descrizione delle LS.

E. Antinoro Pizzuto, I. Chiari, P. Rossini. "Representing sign language: Theoretical, methodological and practical issues", in M. Pettorino, A. Giannini, I. Chiari, F. Dovetto (eds.) (2010). *Spoken Communication*, Cambridge Scholars Publishing, pp. 205-240.

SCIENZE COGNITIVE

Simulazione motoria e memoria: il caso dell'arrampicata sportiva

L'acquisizione di competenze senso-motorie, come quelle di atleti di alto livello, oltre a migliorare le prestazioni motorie può determinare anche dei cambiamenti nelle abilità cognitive? Abbiamo affrontato queste domande studiando come arrampicatori esperti e novizi osservano e memorizzano tre vie di arrampicata: un percorso facile, che sia esperti e novizi sa-



Atlete che osservano una via (per la prima volta) prima di una gara. Si noti come alcune 'simulino' i movimenti che eseguiranno durante la scalata.

rebbero in grado di scalare; un percorso percettivamente saliente ma impossibile da scalare per entrambi i gruppi; ed un percorso difficile, scalabile solo da arrampicatori esperti. In un test di recall, in cui dovevano indicare su un foglio la sequenza di prese dell'itinerario (senza averlo arrampicato in precedenza), sulle vie facili ed impossibili non è emersa alcuna differenza tra i gruppi. Diversamente, le prestazioni degli scalatori esperti erano migliori di quelle dei novizi per il percorso difficile. Gli esperti, quindi, hanno un vantaggio solo quando sono in grado di salire

la via, ad indicare che le prestazioni motorie e le abilità cognitive (in questo caso la memoria) sono correlate. Inoltre, abbiamo scoperto che è la competenza motoria degli individui, non la salienza delle vie di arrampicata, a spiegare le prestazioni migliori nel compito di recall. Per spiegare questi risultati, ipotizziamo che vedere una parete di arrampicata attiva una simulazione motoria, che rievoca in "simulazione" gli stessi meccanismi implicati nella pianificazione e nel controllo on-line dell'azione. Così, gli stessi meccanismi che consentono agli atleti di avere pre-

stazioni motorie migliori danno loro anche un vantaggio nel processo cognitivo. Questo studio è parte di un ampio progetto di scienze cognitive volto a studiare se e come i meccanismi di simulazione motoria sono in grado di fornire un collegamento tra dominio sensorimotorio e dominio cognitivo.

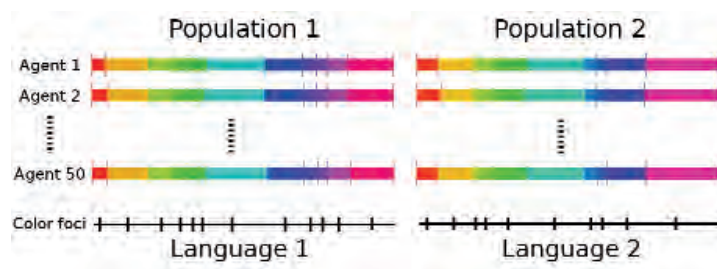
G. Pezzulo, L. Barca, A. Lamberti Bocconi, A.M. Borghi. "When Affordances Climb into your Mind: Advantages of Motor Simulation in a Memory Task Performed by Novice and Expert Rock Climbers", *Brain and Cognition*, 73 (2010), pp. 68-73.

SCIENZE COGNITIVE

Comprendere l'universalità dei colori. Verso un'analisi statistica

La categorizzazione dei colori nei vocabolari umani costituisce un banco di prova cruciale per le teorie sull'evoluzione linguistica. Il cuore del dibattito è la formazione delle categorie linguistiche:

la loro comparsa è dovuta a condizionamenti ambientali e/o vincoli neuro-biologici, o piuttosto dalla complessa dinamica di interazione linguistica tra individui? Lo studio empirico dei nomi di colore mostra



Un esempio dei risultati dalle simulazioni di due diverse popolazioni. Dopo 10000 giochi, i termini di colore e le categorie associate sono stabili.

l'esistenza di *pattern* universali, ripetuti nei vari linguaggi, celati da discrepanze superficiali: questo suggerisce una conclusione intermedia tra le due visioni estreme citate in precedenza. I dati più importanti provengono dal famoso *World Color Survey* (WCS, sondaggio mondiale sui colori), uno studio sul campo in cui dei gruppi di individui provenienti da più di cento diverse popolazioni sono stati sottoposti a delle interviste secondo un preciso protocollo, in modo da tracciare i "confini" (nello spettro luminoso) tra le categorie di colore nei vari linguaggi di provenienza. Questa ricerca ha mostrato che alcune proprietà universali, ricorrenti nei vari gruppi linguistici, possono essere identificate dall'analisi statistica su un grande numero di popolazioni. Noi ci siamo chiesti: è possibile concepire un modello dinamico in cui un gruppo di individui (una popolazione) crea un semplice linguaggio, da zero, convergendo ad un accordo su un piccolo dizionario di nomi di colori, con le

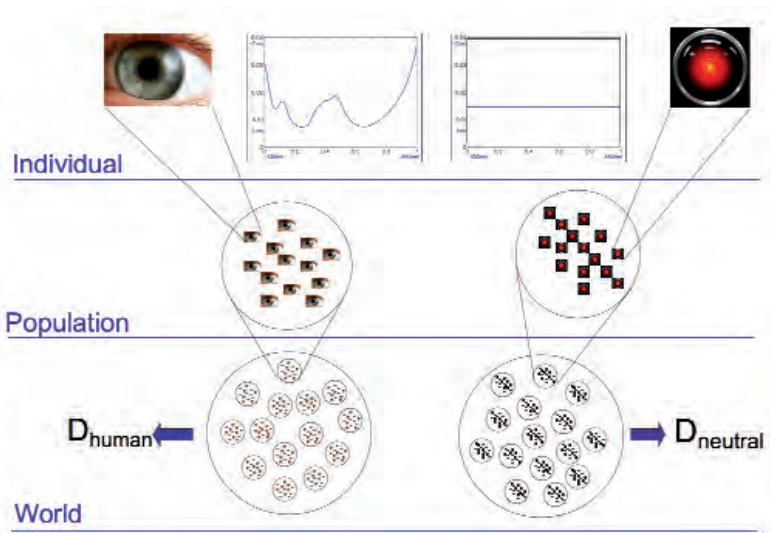
stesse proprietà statistiche osservate nel WCS? Nella nostra ricerca, siamo in grado di riprodurre il WCS in un modello numerico in cui le diverse popolazioni sviluppano indipendentemente il proprio sistema di categorizzazione, attraverso delle sequenze di giochi linguistici elementari. Troviamo anche che un semplice vincolo percettivo, cioè la cosiddetta Differenza Appena Percettibile (JND, *Just Noticeable Difference*) è sufficiente a far emergere l'universalità

statistica che delle interazioni prive di vincolo non potrebbero riprodurre. La JND per i colori è una proprietà fisiologica dell'occhio umano e rappresenta l'abilità di distinguere diversi toni di colore ad una data frequenza: è più o meno la stessa per tutti gli individui umani. Abbiamo confrontato i risultati dei nostri esperimenti numerici con i dati reali, ripetendo l'analisi statistica proposta per quantificare l'universalità nel WCS [Kay P & Regier T. (2003) Proc.

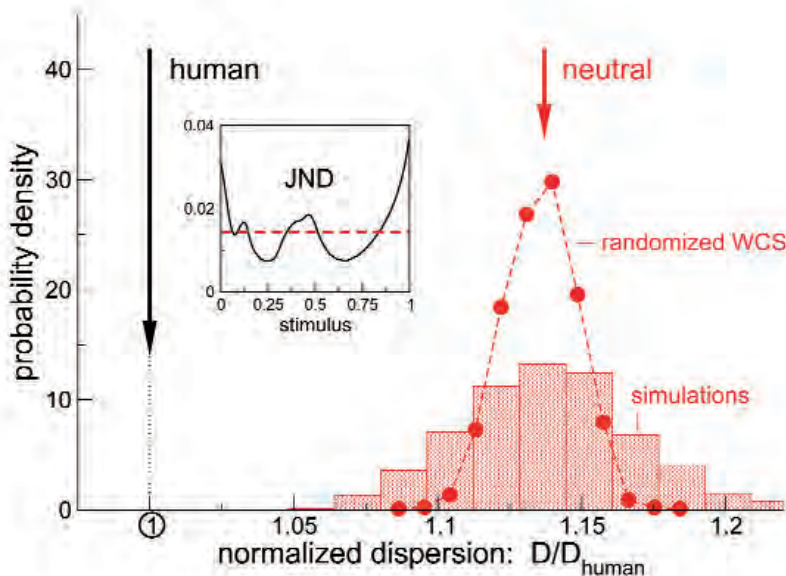
Natl. Acad. Sci. USA 100: 9085-9089] e otteniamo un accordo eccellente, anche quantitativo. Questo lavoro conferma la maturità dell'approccio statistico/analitico ispirato ai modelli fisici e la sua capacità a contribuire al dibattito nelle scienze cognitive.

A Baronchelli, T Gong, A Puglisi and V Loreto. "Modeling the emergence of universality in color naming patterns", *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 107 (2010), pp. 2403-2407.

206



La struttura logica del WCS numerico. Un valore di dispersione D viene calcolato per ogni mondo. Un mondo è un insieme di popolazioni.



La dispersione dei mondi neutrali (istogramma) è significativamente maggiore di quella dei mondi umani (freccia nera), proprio come osservato nei dati del WCS (cerchi pieni e freccia nera).

TECNOLOGIE DI APPRENDIMENTO

Un modello per piani pedagogici orientato alla comunicazione

Questa ricerca si colloca nell'ambito del *learning design* e si riferisce in particolare ai piani pedagogici intesi come entità a sostegno della comunicazione interpersonale. Viene presentato un modello per piani pedagogici capace di sostenere gli autori nella progettazione di nuovi piani e gli utenti nel comprendere, adattare, mettere in pratica e valutare piani esistenti. Significativo è il ruolo di questo modello per creare piani capaci

di essere vettori di innovazione educativa. Questo lavoro nasce nel quadro di Re-Math, un progetto europeo sull'uso di risorse digitali per l'innovazione educativa in matematica. Tuttavia, il modello prescinde dalla disciplina ed è ugualmente utilizzabile in altri ambiti. Caratteristica peculiare del modello è l'uso di una rappresentazione gerarchica secondo cui ciascun piano può essere espresso in termini di piani più elementari focalizzati su parti via via più specifiche del processo di apprendimento. Ciò consente un approccio di tipo *top-down* che offre importanti vantaggi. È un aiuto per padroneggiare la complessità della progettazione ed allo stesso tempo rappresenta un fattore maieutico che incoraggia gli autori a esplicitare livelli di concettua-

lizzazione e di astrazione che altrimenti resterebbero inespressi. L'approccio *top-down* è importante anche per l'utente che può interpretare i passi specifici di un'attività di apprendimento nel quadro di concettualizzazioni più generali ed astratte. In tale modo la comunicazione e la comprensione sono potenziate e facilitate.

Il lavoro include un esempio in ambito matematico e la descrizione di un ambiente software per la gestione di piani pedagogici. Sono presentati e discussi anche alcuni risultati sperimentali preliminari.

Olimpo G., Bottino R. M., Earp J., Ott M., Pozzi F., Tavella M. "Pedagogical plans as communication oriented objects", *Computers & Education*, vol. 55 (2) (2010) pp. 476-488. Elsevier.

TECNOLOGIE DI APPRENDIMENTO

Percepire oggetti: il modello computazionale TRoPICALS per lo studio della embodied cognition

Dati recenti mostrano come la percezione degli oggetti attiva automaticamente le loro *affordances*. Ad esempio, gli esperimenti sugli "effetti di compatibilità" hanno dimostrato che in task di categorizzazione dove vengono usate diverse prese (di forza o di precisione) per distinguere tra due diverse categorie di oggetti, i soggetti sono

più veloci se le risposte richieste sono compatibili con l'*affordance* evocata dalla dimensione degli oggetti. Il Laboratorio di Neuroscienze Computazionali (LO-CEN) dell'Istituto di Scienze e Tecnologie della Cognizione (ISTC) ha sviluppato il modello computazionale TRoPICALS (*Two Route, Prefrontal Instruction, Competition of Affordances, Language Simulation*) che fornisce un quadro generale per spiegare gli effetti di compatibilità. TRoPICALS si basa su quattro principi generali: (a) nel cervello percezione visiva e azione sono organizzati lungo le vie dorsale (che codifica le *affordances*) e ventrale; (b) lungo la via ventrale, la corteccia prefrontale seleziona le azioni in base al contesto e al goal corrente; (c) i meccanismi di selezione dell'azione si basano su gare neurali che provocano

tempi di reazione variabili; (d) le parole attivano "simulazioni interne" dei loro referenti. Il modello è stato progettato con un approccio metodologico (*computational embodied neuroscience*) che tiene conto di diversi vincoli: dati neuroscientifici e comportamentali, *embodiment*, riproduzione di processi di apprendimento. TRoPICALS ha riprodotto e spiegato 3 tipi di effetti di compatibilità e ha fornito 2 predizioni da testare con nuovi esperimenti. Il potere esplicativo di TRoPICALS è stato valutato attraverso il confronto con modelli simili, e mostrando come estendere il modello per spiegare altri effetti di compatibilità.

D. Caligiore, A. M. Borghi, D. Parisi, G. Baldassarre. "TRoPICALS: A Computational Embodied Neuroscience Model of Compatibility Effects", *Psychological Review*, 117 (2010), pp. 1188-1228.

PUBLIC UTILITY

La pianificazione dei servizi di trasporto tra efficienza ed equità: il futuro delle società metropolitane

208

Nelle moderne società metropolitane uno dei temi di maggiore attualità riguarda il sistema dei collegamenti tra il luogo di lavoro e la residenza. Lo studio, che parte dall'elaborazione di un modello matematico su base algoritmica, mostra come a un numero elevato di caratteristiche del problema possa corrispondere un numero contenuto di elementi modellistici. Ad esempio, la localizzazione delle fermate degli autobus e l'instradamento in una rete con divieti di svolta sono entrambi modellati tramite *cluster routing*. Vengono tenuti in considerazione tre principali obiettivi: efficienza, efficacia ed equità. L'efficienza è valutata rispetto alla minimizza-

zione dei costi del servizio, e l'efficacia rispetto alla minimizzazione di una misura di disagio dei passeggeri. L'equità appare più controversa sul piano della definizione. In seguito ad una discussione critica della letteratura sull'argomento, viene introdotto un nuovo criterio di equità attraverso vincoli di finestre temporali sugli orari del servizio. Tali vincoli permettono anche la sincronizzazione con altri servizi di trasporto. La ricerca, inoltre, prende in considerazione alcune estensioni rese possibili dalle innovazioni delle telecomunicazioni nei trasporti, quali l'instradamento in una rete con tempi di viaggio dinamici. La metodologia è stata valutata ri-

spetto ad un caso studio nella città di Roma, il servizio di trasporto casa-lavoro del centro ricerche Casaccia dell'ENEA. La figura riporta un esempio di una analisi dei trade-off. Le diverse soluzioni (piani di trasporto) sono rappresentate come punti nello spazio dei due obiettivi efficienza ed efficacia, dove valori minori rappresentano miglioramenti. Soluzioni con diversi indici di equità sono riportate con colori diversi. Tutti i punti riportati sono non-dominati nel senso di Pareto, ed il decisore può scegliere tra le diverse soluzioni con consapevolezza dei trade-off.

A. Perugia, L. Moccia, J.-F. Cordeau, and G. Laporte. "Designing a Home-to-Work Bus Service in a Metropolitan Area, Transportation Research Part B", *Methodological*, 45(10) (2011), 1710-1726.

Lo spazio dei due obiettivi efficienza ed efficacia scalati in modo tale che un servizio di riferimento abbia coordinate pari a (100,100).

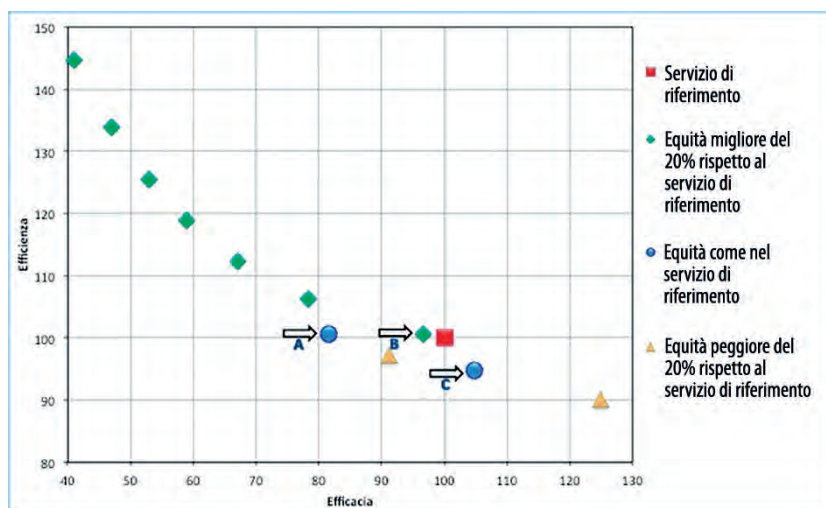
Piani di trasporto con diversi indici di equità sono riportati con colori diversi.

Si riportano soluzioni con indice di equità migliore del 20%, peggiore del 20%, ed uguale rispetto all'equità del servizio di riferimento.

Tutti i punti riportati (con la sola esclusione del servizio di riferimento) sono non-dominati nel senso di Pareto.

Come esempio dei trade-off si nota la differenza tra il punto A (migliorativo del 18% in efficacia con pari efficienza ed equità rispetto al caso di riferimento), ed il punto B (dove a pari efficienza, ma con minore miglioramento di efficacia, si ottiene un miglioramento di equità).

Il punto C illustra il caso di un miglioramento dell'efficienza che però avviene a scapito dell'efficacia.



PUBLIC UTILITY

Aggregazioni tecnologiche al servizio dell'utilità pubblica: evidenza dal settore inglese della distribuzione idrica e di trattamento dei reflui

L'articolo analizza la struttura dei costi di un campione di imprese che forniscono servizi di pubblica utilità – distribuzione idrica e trattamento reflui – in Inghilterra e nel Galles. Dal punto di vista metodologico, viene stimato un modello di funzione di costo molto generale (la cosiddetta *Composite*)

al fine di verificare se le imprese attive sia nella distribuzione idrica che nel trattamento reflui (WASC) condividono la stessa tecnologia delle imprese specializzate nella sola distribuzione idrica (WOC). I risultati basati su un test statistico LR evidenziano che l'ipotesi che i due gruppi di imprese condividano la stessa tecnologia non può essere accettata.

Mentre l'aggregazione tecnologica di imprese specializzate con imprese diversificate è una pratica comune nelle analisi empiriche sulla struttura dei costi e l'efficienza delle *public utility* multi-prodotto, la presenza di eterogeneità tra i diversi tipi di imprese suggerisce che la specificazione di una funzione di costo con coefficienti tecnologici comuni a diversi sottocampioni potrebbe essere inadeguata ai fini di un'analisi rigorosa delle proprietà di costo (economie di scala e di diversificazione). Le

nostre stime suggeriscono pertanto di adottare un approccio più prudente, che consideri la possibilità di specificare un modello con parametri tecnologici distinti per i diversi sottocampioni di imprese. Questo problema è particolarmente rilevante per l'analisi delle *public utility* coinvolte in processi di riorganizzazione industriale attraverso fusioni e/o politiche di privatizzazione e liberalizzazione (ad esempio, nei settori dell'energia, dei servizi ferroviari, e della distribuzione dell'acqua in tutta l'Europa continentale), in considerazione dell'impatto potenziale sul benessere collettivo associato a questo tipo di interventi.

Bottasso A., Conti M., Piacenza M. e Vannoni D., "The Appropriateness of the Poolability Assumption for Multiproduct Technologies: Evidence from the English Water and Sewerage Utilities", *International Journal of Production Economics*, vol. 130 (2011), n. 1, pp. 112-117.

DEMOGRAFIA

Dimensioni, caratteristiche e prospettive dei minori comunitari in Italia

Tra i processi che stanno caratterizzando l'immigrazione in Italia, uno dei principali è rappresentato dall'aumento dei minori stranieri. Una crescita intensa, legata al processo di stabilizzazione delle diverse collettività e che viene alimentata dall'arrivo dall'estero, attraverso i ricongiungimenti familiari, di giovani immigrati e dalla nascita in Italia dei figli delle coppie straniere. I minori stranieri residenti in Italia

erano 126.000 nel 1997 e sono diventati 862.000 all'inizio del 2009. L'aumento degli stranieri nati o cresciuti in Italia si riflette direttamente sull'impatto del fenomeno, visto che aspettative e bisogni della seconda generazione sono più elevati di quelli della prima generazione e sono direttamente collegati al numero di anni trascorsi in Italia. Per quanto riguarda i minori comunitari, le statistiche disponibili ci offrono un quadro limitato della situazione. L'allargamento dell'Unione ha comportato una crescita rapida ed intensa di questo aggregato, in particolare per i rumeni che sono diventati la prima comunità straniera. I dati del Ministero dell'Istruzione sugli studenti stranieri mostrano come in soli cinque anni si sia passati

dalle 6000 unità dell'UE a 15 nell'anno scolastico 2002-03 (2,5% del totale) alle 124.000 dell'UE a 27 (un quinto del totale). Una crescita di 21 volte in un periodo di tempo decisamente breve. La crescita dell'immigrazione comunitaria è un altro importante cambiamento nello scenario migratorio italiano e ha completamente modificato la situazione legale di gran parte della popolazione straniera. Alla luce di questi cambiamenti sarebbe opportuno un adeguamento delle rilevazioni statistiche, delle analisi, delle interpretazioni e delle politiche relative al fenomeno migratorio.

C. Bonifazi. "Dimensioni, caratteristiche e prospettive dei minori comunitari in Italia", *Minorigiustizia*, 2 (2010), pp. 28-32.

SVILUPPO RURALE

Traditiovations: la creazione di innovazione dal passato e da tecniche antiche per le aree rurali

210

Molte attività agricole sono oggi considerate non sostenibili per la presenza di molte esternalità che interessano l'ambiente e la salute

umana. Quasi paradossalmente il futuro di una moderna agricoltura sembra essere legato ad un ritorno al passato e alla riappropriazione di tradizioni marginalizzate, ignorate o perdute basate su retaggi culturali locali e su conoscenze tradizionali. Queste tradizioni possono rappresentare una precondizione per innovare e per sostenere lo sviluppo locale generando, anche grazie al sostegno della ricerca scientifica, pratiche e tecniche innovative che derivano da conoscenze tradizionali o tecniche antiche re-inventate. L'analisi e la validazione di queste antiche pratiche da parte della ri-

cerca scientifica sono il prerequisito per lo sviluppo di *Traditiovations*. In questo articolo vengono identificati e descritti due esempi di *Traditiovations* in cui pratiche e tecniche che derivano da antiche conoscenze tradizionali o storiche, mostrano la capacità di operare come innovazioni produttive e gestionali, nonostante le loro apparentemente obsolete e antiquate caratteristiche.

Cannarella, Carmelo; Piccioni, Valeria. "Traditiovations: Creating innovation from the past and antique techniques for rural areas", *Technovation*.

URBANIZZAZIONE

Urbanizzazione e crescita in Europa, 1700-1870

Il XIX secolo segna il passaggio in Europa da una civiltà fondata sulle campagne e l'agricoltura a una fondata sulle città, l'industria e i servizi. L'urbanizzazione, che interessa tutto il continente, è uno dei grandi cambiamenti nel processo di modernizzazione degli ultimi due secoli. Con la crescita moderna dell'economia, si riduce il peso dell'agricoltura e del mondo rurale sia in termini di occupazione che in termini di prodotto, mentre aumenta quello dell'industria e dei servizi. Allo stesso tempo avviene una trasformazione sia nel rilievo delle città che nella geografia urbana dell'Europa. Tra il 1700 e il 1870 si verificò, innanzitutto, un aumento del tasso di urbanizzazione: modesto nel

Settecento, col passaggio dall'8% nel 1700 al 9% nel 1800, e forte nell'Ottocento, con l'aumento dal 9 al 15% nei primi Settanta anni del secolo. Si modificò, inoltre, l'equilibrio stesso del mondo urbano europeo. Già intorno al 1700 l'urbanizzazione nel Sud del continente era stata superata da quella del Nord. Allora, tuttavia, le differenze fra Nord e Sud erano relativamente modeste. I maggiori cambiamenti rispetto al tardo Medioevo consistevano nella crescita dell'urbanizzazione in Inghilterra e Scozia da una parte, e nei Paesi Bassi, dall'altra. Da quell'epoca, tuttavia, l'urbanizzazione progredì assai più rapidamente nel Nord e nel Centro del continente che nel Sud. Intorno al 1870, la geo-

grafia dell'urbanizzazione europea era assai diversa da quella del passato e i paesi del Mediterraneo settentrionale, Spagna e Italia, occupavano una posizione più marginale. La crescita dell'urbanizzazione nel Nord e Centro dell'Europa era avvenuta all'interno delle grandi trasformazioni che avevano avuto luogo nell'economia e nella società col processo d'industrializzazione. Questo aveva investito più precocemente il Nord e il Centro del continente. Una conseguenza era stata l'incremento del peso urbano nei paesi che avevano imboccato più precocemente la strada della crescita moderna e un ritardo nei paesi mediterranei. L'urbanizzazione rifletteva il diverso peso delle nazioni nell'economia in espansione.

P. Malanima. "Urbanisation 1700-1870", in *The Cambridge Economic History of Modern Europe*. Ed. by S. Broadberry and K. O'Rourke. I. Chap. 10, Cambridge, Cambridge University Press (2010), I, pp. 236-64.

POLITICA ENERGETICA

Produttività ed efficienza energetica: nuovi indicatori strategici per il vantaggio competitivo dei paesi nei mercati globali

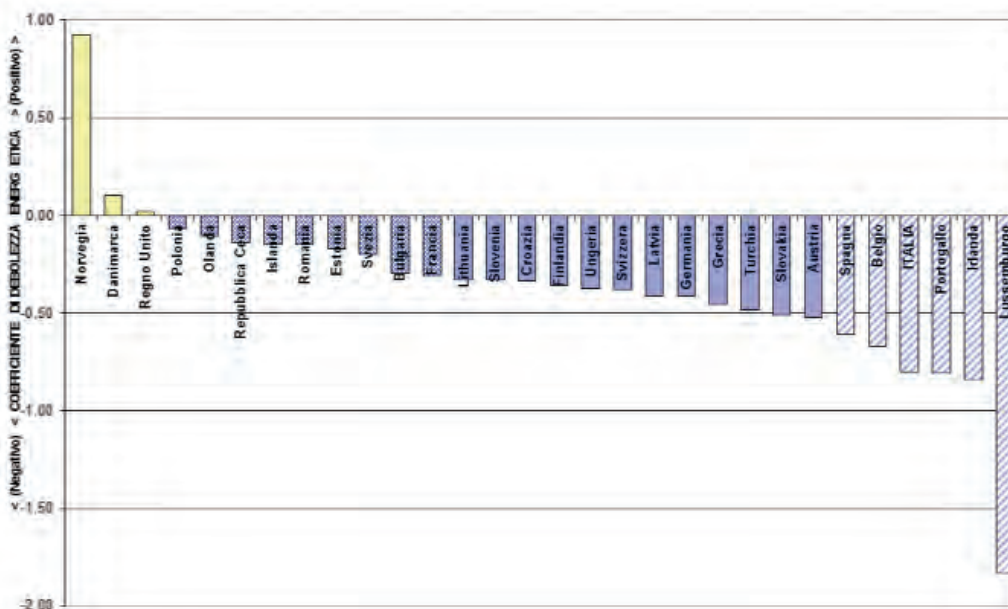
La metrica dell'energia, l'*Energy metrics*, è lo sviluppo di una completa struttura teorica per la misurazione delle performance energetiche e di quelle economiche di un paese, della sua efficienza energetica e dei relativi miglioramenti di produttività per sostenere decisioni di politica economica per ottimizzare l'uso delle risorse naturali ed economiche. I nuovi indicatori della metrica dell'energia sono:

1. Indicatore della debolezza energetica che fornisce segnali circa la stabilità economica del paese in caso di shock energetici. Questo indicatore mostra che i paesi a bassa debolezza energetica sono: Norvegia, Danimarca e Regno Unito, mentre quelli ad elevata debolezza energetica sono: Spagna, Portogallo ed Italia (che avrebbero un'elevata instabilità economica in caso di shock energetici).
2. PIL per barile di petrolio: un indicatore di produttività energetica che ha un elevato valore in Svizzera, Irlanda, Italia e Danimarca. L'Italia è il paese con la più elevata produttività energetica (1.093€ per barile di petrolio). L'Italia ha una forte capacità di trasformare un input energetico (barile di petrolio) in beni e servizi dall'elevato valore aggiunto. Spagna e Regno Unito hanno un basso valore del PIL per barile (circa 975-988€ per barile), Germania 860€ e Francia 802€ per barile di petrolio.
3. Barile pro capite è un indicatore di efficienza energetica. Sem-

pre l'Italia ha un'elevata efficienza energetica pro capite: consuma una media di 21,30 barili di petrolio pro capite. La Spagna consuma 22 barili di petrolio pro capite, Germania 28,76 barili e la Francia 29,75 barili pro capite.

Questi nuovi indicatori della metrica energetica hanno un'effettiva capacità di monitorare le performance energetiche ed economiche dei paesi al fine di pianificare efficienti ed efficaci strategie ed interventi di politica economica per aumentare il moderno vantaggio competitivo delle nazioni in ambienti turbolenti e caratterizzati da veloci cambiamenti ed improvvisi shock.

Mario Coccia. "Energy metrics for driving competitiveness of countries: Energy weakness magnitude, GDP per barrel and barrels per capita", *Energy Policy*, vol. 38 (2010), n. 3, pp. 1330-1339.



Magnitudo di Debolezza Energetica nell'area geo-economica Europea (+ valori = Paesi solidi agli shock; - valori = Paesi fragili economicamente agli shock energetici).

ECONOMIA

L'innovazione in tempi di crisi: sistemi nazionali di innovazione, domanda e struttura industriale

212

Il panorama dallo scoppio della crisi nel 2008 è caratterizzato da una brusca caduta della domanda e del commercio, un peggioramento del credito, un intervento dei governi e le banche centrali senza precedenti. Minore attenzione è stata rivolta all'innovazione. Chi sono coloro che investono in innovazione in tempo di crisi? Il lavoro esplora le con-

dizioni a livello di paese che inducono le imprese a innovare in tempi di crisi.

L'analisi è condotta su un questionario somministrato ad oltre 5.200 imprese europee, in cui si chiede la variazione del livello degli investimenti in innovazione in risposta alla crisi. L'analisi tiene conto di una serie di altre informazioni sulle loro caratteristiche, dimensioni, settore industriale.

Il comportamento innovativo delle imprese viene spiegato attraverso una serie di variabili di contesto a livello paese divise in due tipologie: variabili congiunturali e variabili strutturali. Le prime comprendono la domanda interna e le esportazioni. Le seconde lo sviluppo tecnologico, il capitale umano, il sistema creditizio, la specializzazione industriale. Quali variabili favoriscono l'innovazione in tempi di crisi? Le variabili

strutturali prevalgono su quelle congiunturali: in particolare un capitale umano qualificato, una specializzazione nei settori ad alta tecnologia, e lo sviluppo di un solido sistema finanziario.

I risultati suggeriscono che l'innovazione, pur avendo una componente legata al ciclo economico, ha una componente strutturale di lungo periodo che dipende da fattori strutturali dell'economia. Politiche di breve periodo sono utili a contrastare gli effetti immediati della crisi, ma l'innovazione, motore fondamentale per una crescita di lungo periodo, è il risultato di politiche di lungo periodo.

A. Filippetti, D. Archibugi. "Innovation in times of crisis: National system of innovation, structure and demand", *Research Policy* 40 (2011), pp. 179-192.

MARKETING

Qualità, prezzo e reputazione nel comparto alberghiero

Nell'ultimo decennio la città di Torino ha intrapreso strategie per la rigenerazione del contesto urbano attraverso la promozione di grandi eventi, la creazione di *convention bureau* e l'introduzione di marchi di qualità. In coerenza alle strategie di marketing territoriale, la Camera di Commercio di Torino ha introdotto un marchio *Yes, Torino Quality for Travellers* per innalzare il livello qualitativo dell'offerta alberghiera.

L'attività di ricerca si è focalizzata sull'analisi delle relazioni tra indicatori di qualità nel settore alberghiero e il livello dei prezzi, allo scopo di valutare l'effetto del menzionato programma.

Nel comparto turistico-alberghiero gli studi basati sul modello del prezzo edonico hanno analizzato l'effetto dei segnali tradizionali di qualità (categoria di stelle, affiliazione ad una catena alberghiera, localizzazione) sul prezzo. Nel presente studio il modello concettuale proposto identifica l'interazione tra tali indicatori, enfatizzando l'importanza di un processo di certificazione della qualità. Sotto il profilo metodologico il modello del prezzo edonico è inserito in un sistema di equazioni simultanee che stima in modo endogeno l'in-

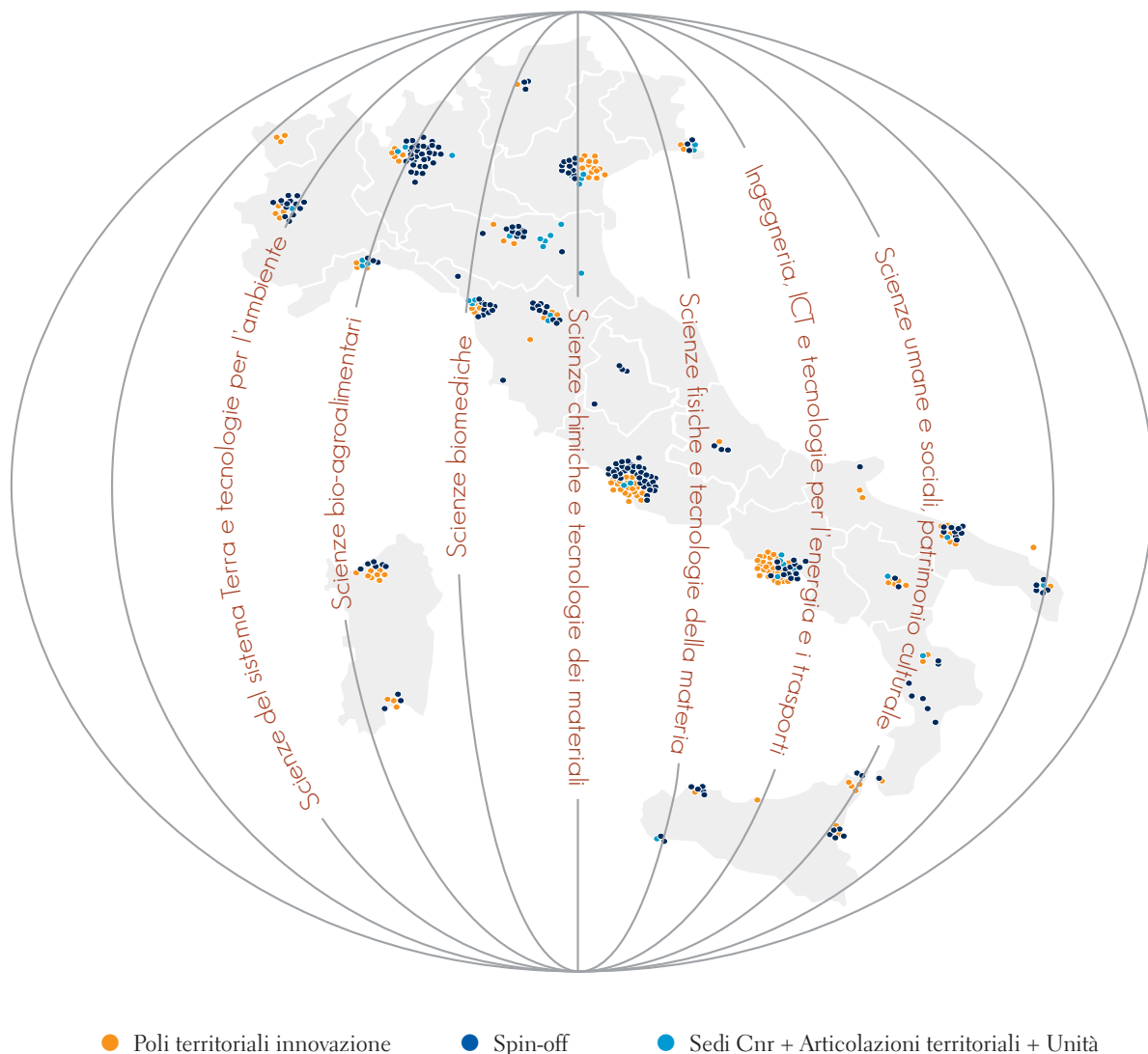
terazione tra i segnali di qualità. I risultati, basati su un dataset di 145 strutture alberghiere nella città di Torino, identificano il potere esplicativo associato all'adesione a sistemi di certificazione. Manager e imprenditori aderenti all'iniziativa hanno l'opportunità di conseguire un *premium price* collegato all'adesione al programma e all'impegno nel consolidamento della rispettiva reputazione. I risultati indicano i limiti dell'attuale sistema di classificazione delle strutture alberghiere, identificando la necessità di innovazione in coerenza con le istanze formulate degli operatori.

G. Abrate, A. Capriello, G. Fraquelli. "When quality signals talk: evidence from the Turin hotel industry", *Tourism Management*, 32 (2011), pp. 912-921.



Rapporto Attività

Cos'è il CNR?



214

Il Consiglio Nazionale delle Ricerche è il più grande ente di ricerca italiano, l'unico sotto il Ministero della Ricerca a svolgere attività multidisciplinari. La missione dei suoi Dipartimenti e Istituti (geograficamente dislocati in tutta Italia) è di svolgere, diffondere e promuovere attività di ricerca nei principali settori della conoscenza e studiare la loro applicazione per lo sviluppo scientifico, tecnologico, economico e sociale del Paese. Inoltre, al fine di promuovere l'innovazione e la competitività del sistema nazionale, il CNR fornisce tecnologie e soluzioni

per le esigenze emergenti pubbliche e private, del Governo e di altri enti pubblici.

I Dipartimenti del CNR sono unità organizzative, strutturate in macro-aree di ricerca scientifica e tecnologica nei seguenti settori: Scienze del sistema Terra e tecnologie per l'ambiente; Scienze bio-agroalimentari; Scienze biomediche; Scienze chimiche e tecnologie dei materiali; Scienze fisiche e tecnologie della materia; Ingegneria, ICT e tecnologie per l'energia e i trasporti; Scienze umane e sociali, patrimonio culturale.

I 109 Istituti, raggruppati in diversi settori tecnici e scientifici di competenza, svolgono le attività stabilite secondo vari programmi; la distribuzione geografica sul territorio, permette loro di contribuire in modo significativo all'innovazione regionale e locale.

Il capitale finanziario del CNR proviene in gran parte dal Governo, ma il 30% del bilancio complessivo è il risultato dei ricavi provenienti da commesse esterne per studi e attività di consulenza tecnica, oltre che da accordi con le imprese, contratti con l'Unione europea e con altre organizzazioni internazionali. A livello europeo, il CNR è una delle reti scientifiche più ampie ed

importanti (al pari di CNRS, Max Planck/Fraunhofer, CSIC ad esempio) la cui risorsa principale è la valida conoscenza rappresentata dall'impegno delle persone e dalle loro competenze e idee. Il CNR può contare su oltre 8.000 dipendenti, di cui più della metà sono ricercatori e tecnologi, e su più di 1.500 tecnici. Allo stesso tempo, circa 4.000 giovani ricercatori sono impegnati in studi post-laurea e formazione presso il CNR. Un contributo significativo viene anche da collaboratori di ricerca: ricercatori provenienti da università e aziende private che prendono parte ad attività di ricerca dell'Ente.

L'impatto del CNR nel progresso della scienza

Il CNR è il maggior ente pubblico di ricerca italiano, quarto in Europa e 18-esimo nel mondo, per numero di pubblicazioni (SCImago 2011). Mentre non è possibile condurre confronti internazionali di produttività, a causa di assenza di dati da altri Paesi, è possibile tuttavia comparare la qualità media dell'output di ricerca CNR, che ogni anno conta di circa 7mila nuove pubblicazioni scientifiche in Web of Science. Da analisi empiriche risulta che la qualità media dei risultati della ricerca pubblica italiana è superiore alla media mondiale e quella del CNR superiore alla media italiana. Tale responso scaturisce con il considerare tutte le pubblicazioni di organizzazioni pubbliche di ricerca italiane, censite nel Science Citation Index di Web of Science, nel periodo 2001-2006. In totale sono state analizzati oltre 250.000 articoli scientifici, *article review* e *conference proceeding* realizzati da 78 università, 75 enti di ricerca e 192 ospedali e IRCCS. Ogni pubblicazione è stata classificata in uno dei 164 settori scientifici in cui Web of Science ripartisce le scienze dure e le relative citazioni rapportate alla media delle citazioni di tutte le pubblicazioni mondiali dello stesso anno e settore. Attraverso questo procedimento è stato possibile evitare le distorsioni tipiche delle misure a livello aggregato, che non tengono conto del diverso tasso di citazione nei diversi campi di speculazione scientifica, e confrontare la qualità media di istutuzioni con diverso profilo scientifico.

L'ampiezza del periodo di osservazione e la distanza temporale dalla data di rilevazione delle citazioni, rendono i risultati dell'analisi accurati e robusti.

Le citazioni standardizzate delle pubblicazioni italiane risultano in media superiori del 12% a quelle mondiali. In particolare, quelle universitarie dell'8%; degli enti di ricerca del 16%; degli ospedali e IRCCS del 20%. Il CNR rappresenta il 12,5% della produzione scientifica italiana nelle hard science e ottiene citazioni superiori del 22% alla media mondiale. L'11,7% dei suoi lavori sono pubblicati sul top 10% delle riviste di settore per *impact factor*, ossia il 17% in più del risultato atteso.

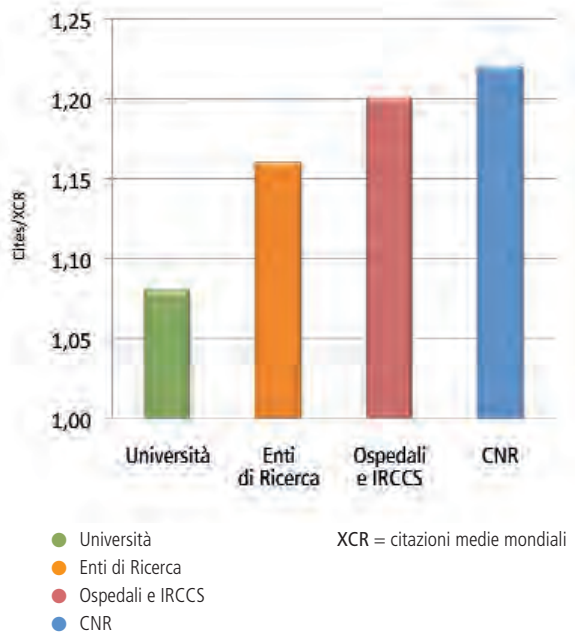
I risultati complessivi della ricerca CNR sono ancora più confortanti se si analizza il trend temporale, che risulta in forte crescita negli ultimi anni considerati. Nel 2006 le citazioni medie dei lavori CNR risultano del 42% superiori al valore della media mondiale, mentre quelle delle pubblicazioni italiane registrano un più 30%.

Onde evitare possibili inappropriate estensioni nell'interpretazione dei risultati, si sottolinea che il confronto concerne l'impatto medio della produzione scientifica e non la produttività di ricerca, ancorché gli stessi autori dell'indagine abbiano dimostrato una correlazione significativa e forte tra le due.

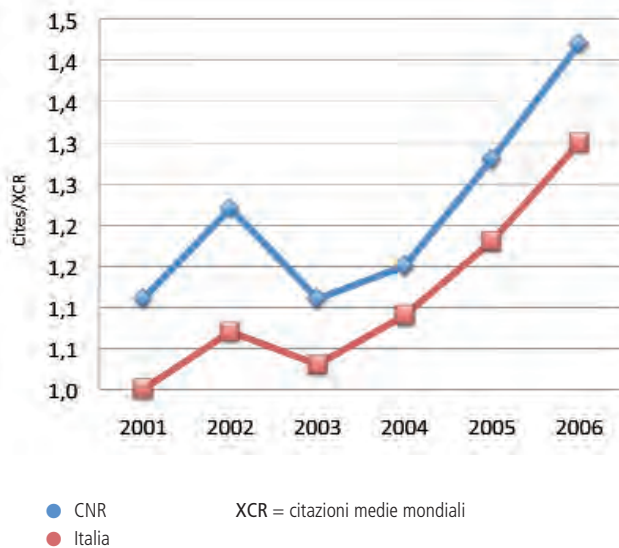
SIR world report 2011, http://www.scimagoir.com/pdf/sir_2011_world_report.pdf

Abramo G., D'Angelo C.A., Viel F., The field-standardized average impact of national research systems compared to world average: the case of Italy, *Scientometrics* (2011) 88:599-615.

Impatto medio standardizzato per tipo di istituzione

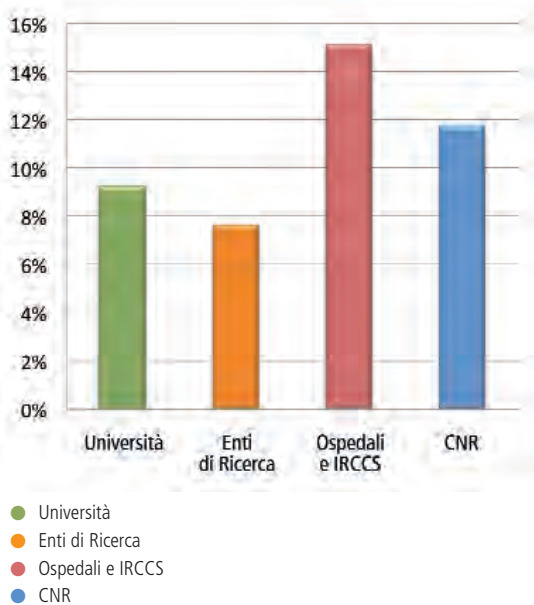


Serie temporale dell'impatto medio standardizzato del CNR e del sistema di ricerca italiano

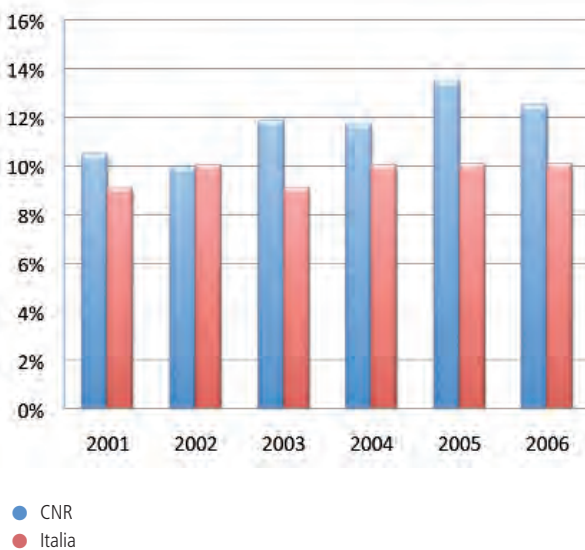


216

Pubblicazioni nel top 10% delle riviste per impact factor

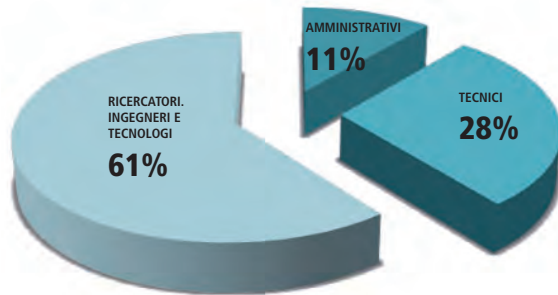
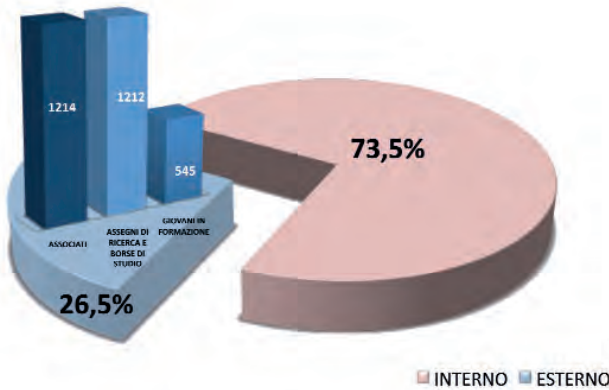


Pubblicazioni nel top 10% delle riviste per impact factor – Confronto annuale tra CNR e sistema di ricerca italiano



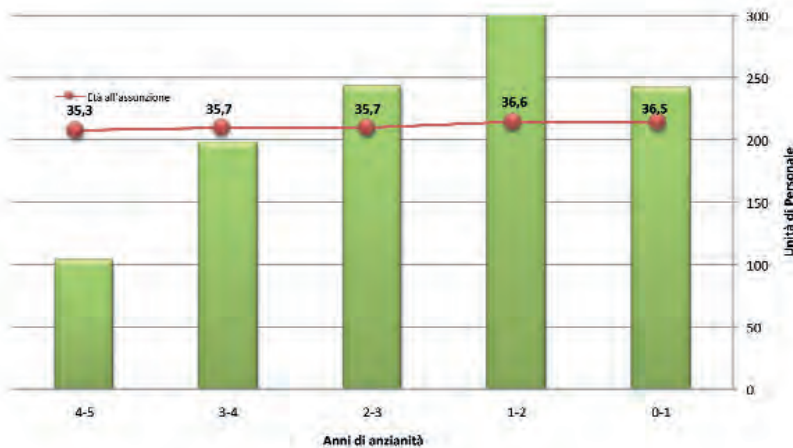
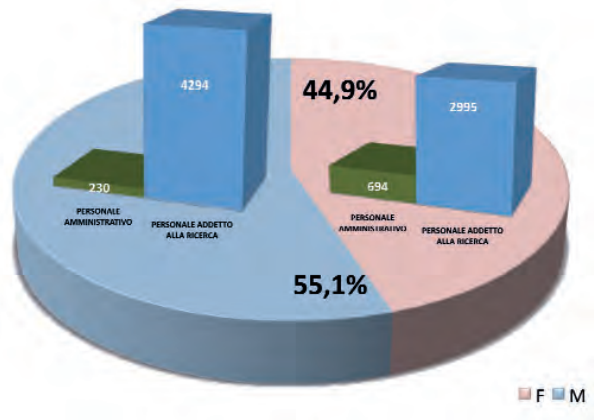
Personale CNR

Profili professionali



217

Profili professionali per genere (maggio 2012)

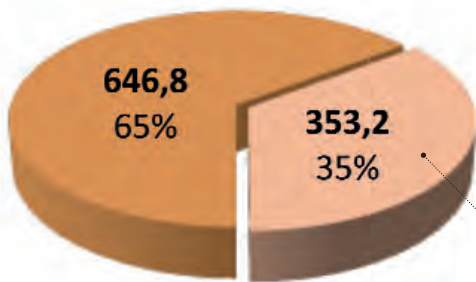


Ricercatori e tecnologi assunti negli ultimi 5 anni

Profilo	R. & T.	Seniors R. & T.	R. & T. Managers	Tot.
Unità	1116	26	9	1151
Età media assunzioni	36,1	46,7	53,5	36,5

Risorse finanziarie del CNR

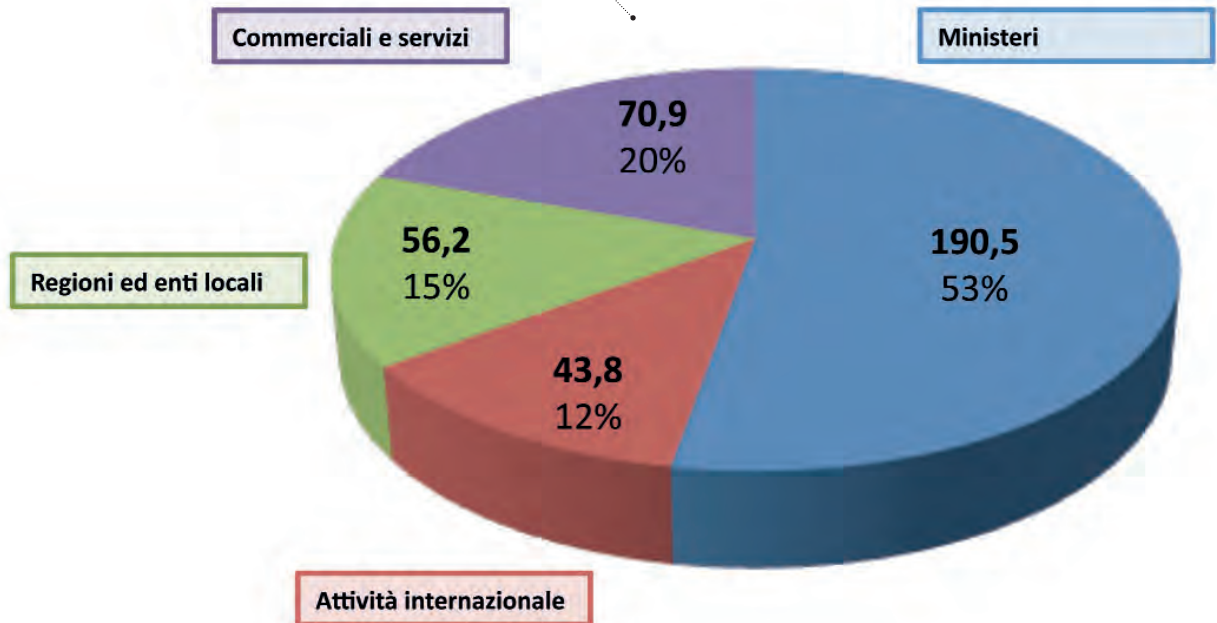
Finanziamento totale 2011



218

- Risorse interne
- Risorse esterne

Risorse esterne



Valori assoluti in ME

Fund Raising Index 2011

1.54

Il CNR nel mondo

La presenza del CNR in ambito internazionale viene assicurata a diversi livelli e attraverso differenti tipologie di iniziative. L'Ufficio Accordi e Relazioni Internazionali (UARI) assicura la rappresentanza italiana e della sua comunità scientifica nelle grandi infrastrutture di ricerca internazionali. Nel 2011, con oltre 20 milioni di euro, sono proseguiti i finanziamenti di ISIS e ILL e la partecipazione all'ESRF (European Synchrotron Radiation Facility - Laboratorio europeo di luce di sincrotrone) di Grenoble, Francia. Assicura inoltre la presenza in 49 Organismi scientifici internazionali, non governativi, con propri delegati che rappresentano la comunità scientifica italiana nel contesto mondiale.

Le strategie di cooperazione scientifica a livello internazionale attivate dal CNR per favorire la mobilità dei ricercatori sono prevalentemente di due tipi:

- gli Accordi di cooperazione scientifica fra il CNR e gli enti omologhi stranieri attraverso i quali, nel corso degli anni, il CNR ha costruito una intensa rete di punti di riferimento in tutti i continenti. Nel biennio 2010-2011 sono stati firmati 6 nuovi Accordi di cooperazione scientifica bilaterale (n. 32 in totale) e 4 Memorandum of Understanding che, complessivamente, ammontano a 18, con enti di 12 paesi stranieri.
- il Programma Short-Term Mobility – STM che consente, a ricercatori italiani, di trascorrere brevi soggiorni presso università e istituzioni straniere di elevato prestigio scientifico, e, a qualificati accademici

stranieri, di essere invitati presso gli Istituti del CNR affinché la ricerca italiana possa beneficiare della loro attività e presenza nel nostro paese. Nel 2011 complessivamente sono stati finanziati 100 soggiorni per una spesa di 350 mila euro: nelle tabelle sotto riportate sono evidenziati sia la tipologia dei fruitori sia i Paesi di provenienza e di destinazione dei ricercatori.

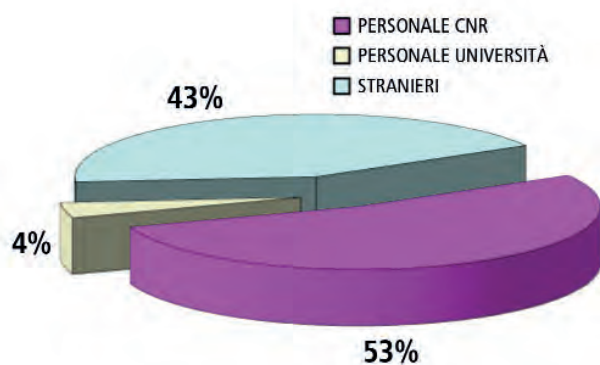
In ambito specificatamente europeo l'Ufficio Attività e Relazioni con le Istituzioni Europee – UARIE cura i rapporti del CNR con l'UE e con le organizzazioni internazionali di particolare rilevanza nel quadro europeo.

La partecipazione del CNR ai programmi di ricerca europei è incentrata soprattutto sul Settimo Programma Quadro. Il risultato dell'impegno dei ricercatori e degli Istituti del CNR è dimostrato dal costante aumento dei progetti approvati e del contributo finanziario ottenuto e sottolinea un interesse significativo della comunità scientifica CNR nei fondi di ricerca europei. Ad uno stadio avanzato di attività del 7PQ, Maggio 2012, il CNR occupa la quinta posizione tra le istituzioni di ricerca europee in termini di numero di progetti (457); inoltre nel 18% di essi il CNR svolge il ruolo di coordinatore (83 progetti).

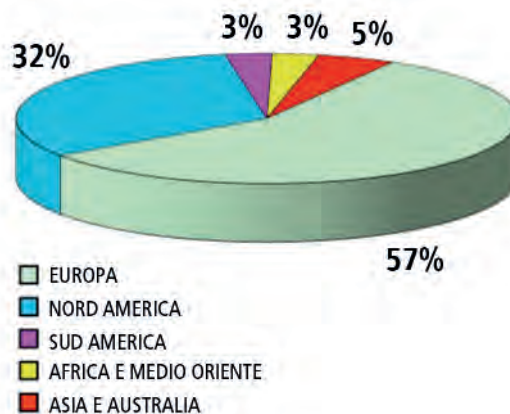
L'Ente risulta maggiormente impegnato nel Programma dedicato in maniera specifica alla ricerca collaborativa, ovvero COOPERATION, con 303 progetti finanziati. Più in dettaglio, per quanto riguarda i singoli temi che lo compongono, la maggior parte dei progetti finanziati si riscontra nel settore *Information & Communication Technologies* (96 progetti), *Nanosciences, Nanotechnologies, Materials & new production technologies* (60 progetti) e *Environment* (52 progetti), confermando l'eccellenza dei ricercatori CNR in questi campi.

219

Programma Short-Term Mobility – 2011



Percentuale della ripartizione dei fruitori



Paesi di destinazione e provenienza in percentuale

Facilities

Infrastrutture oceanografiche CNR (dati al 2011)

220



Urania

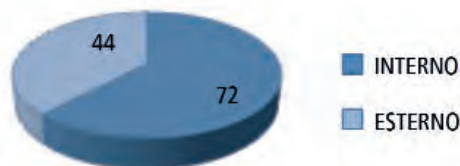
n. di campagne: 25
giorni: 327

Personale coinvolto nella ricerca



Dallaporta

n. di campagne: 23
giorni: 304



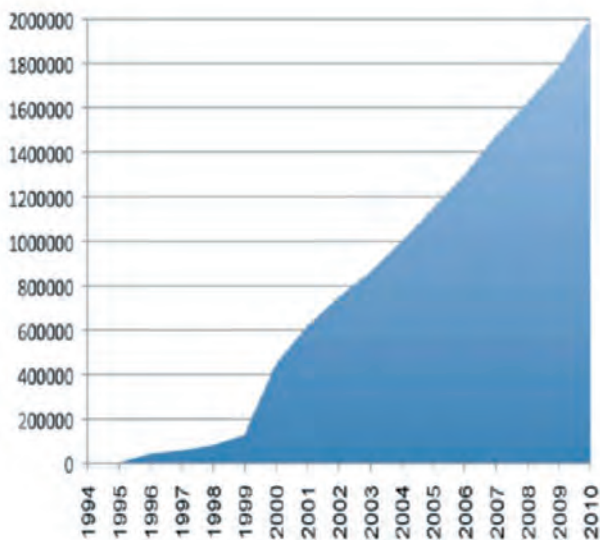
Domini.it



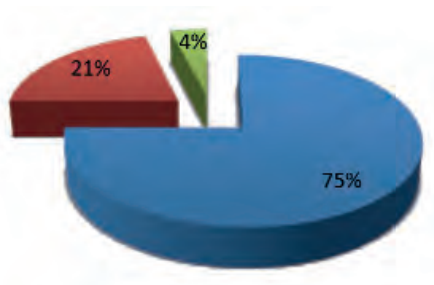
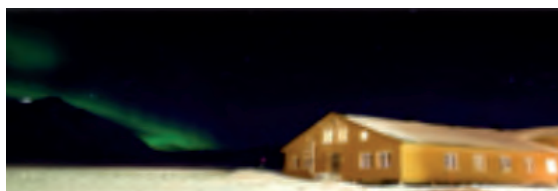
In questi 5 anni il numero dei domini italiani registrati è raddoppiato.

Classificazione per il numero di domini in Italia:

- Quinto posto (classifica dei paesi Europei)
- Nono posto (classifica mondiale)



Stazione Artica Italiana 2011 (CNR)



- **Investimento**
 - Educazione
 - Divulgazione
- **Logistica e Infrastrutture**
 - Stazione Dirigibile Italia (SDI)
 - Torre per lo studio dei cambiamenti climatici (CCT)
 - Laboratorio per lo studio dell'atmosfera
- **Aree Scientifiche**
 - Atmosfera
 - Oceanografia
 - Geologia e geofisica
 - Biologia ed ecologia
 - Astrofisica
 - Progetti internazionali

Ev-K2-CNR



ATTIVITÀ

- **Progetto SHARE**
 - WP1 Scientific Research
 - WP2 Technology Research
 - WP3 Information Systems
 - WP4 Capacity Building
- **Progetto SEED**
- **Progetto KARAKORUM TRUST II**
- **Ricerca in Scienze della Terra**

Stazioni Antartiche Italiane 2011 (PNRA)

AREE SCIENTIFICHE

- Glaciologia • Tecnologia • Atmosfera • Oceanografia
- Geologia e geofisica • Biologia ed ecologia • Astrofisica
- Progetti internazionali

LOGISTICA E INFRASTRUTTURE

- Stazione Mario Zucchelli (SMZ)
- Stazione Concordia (SC)
- Nave Italia



Knowledge and technology transfer, outreach

Il *knowledge and technology transfer* – trasferimento di conoscenze e tecnologie – è il processo che mira alla valorizzazione dei migliori risultati di ricerca promuovendone un efficace impatto nel tessuto economico-produttivo e sociale attraverso la cessione di brevetti e tecnologie innovative all'industria, la creazione di nuove imprese high-tech e azioni di divulgazione volte ad elevare il livello di conoscenze scientifico-tecnologiche nella società.

Nel Cnr tale azione è stata orientata, in questi anni, da un lato a favorire il networking per mettere in connessione tra loro risorse e competenze in grado di rispondere ai bisogni di innovazione propri del mondo produttivo e industriale,

dall'altro a favorire un atteggiamento più sensibile e reattivo verso la 'cultura del Ktt', con l'obiettivo di rendere la comunità scientifica stessa maggiormente consapevole dell'importanza di una corretta tutela e valorizzazione del proprio know-how. Vanno in questa direzione le numerose iniziative di formazione per il personale interno, dalla summer school 'Come va... la ricerca?' – che dal 2008 ha formato oltre 200 ricercatori e tecnologi dell'Ente sui temi di una corretta gestione, protezione e comunicazione dei risultati di ricerca – all'evento 'Emerging Companies' – che ogni anno mette a confronto investitori e venture capitalists internazionali con startupper e ricercatori interessati ad avviare una propria impresa in ambito high-tech.

Un particolare impegno nel supporto alla brevettazione offerto da una struttura centrale che affianca i Dipartimenti tematici per la tutela delle invenzioni ha avuto quale risultato, dal 2010 ad oggi, un sensibile aumento dei brevetti depositati, che sono passati dai 33 registrati nel 2009 ai 52 registrati nel 2011. A questo fa riscontro un aumento delle imprese spin off generate dall'Ente, strumenti formidabili per portare e valorizzare sul mercato il know-how e i risultati del Cnr. Alle 54 imprese formalmente costituite nel 2010 si aggiungono, infatti, 18 nuove proposte in fase di avvio. Il processo di creazione di nuova impresa è stato significativamente favorito dall'avvio della 'Start Cup Ricerca Il Sole 24 Ore', la competizione di business ideas avviata in partnership con il principale quotidiano economico finanziario, dal 2010 estesa alla partecipazione di ricercatori provenienti dai principali enti di ricerca nazionali. Essenziale anello della catena dell'innovazione è, infine, quello della *social inclusion* finalizzata ad aumentare il livello di conoscenza e consapevolezza della scienza da parte della

222

150 anni di Scienza

Con 200.000 visitatori per edizione e il traguardo di 'dieci candeline' davanti a sé, il Festival della Scienza è riconosciuto oggi come il principale evento nazionale dedicato alla divulgazione della scienza, e uno dei più importanti a livello europeo. Socio fondatore e partner della manifestazione, il Cnr fornisce ogni anno un importante contributo alla sua realizzazione sia a livello organizzativo, sia a livello di progettazione dei contenuti: proprio nel 2011 l'Ente ha promosso, in collaborazione con l'Associazione Festival della Scienza, l'ampio progetto '150 anni di Scienza', che ha permesso di ripercorrere le principali eccellenze scientifiche del nostro Paese attraverso un articolato percorso di mostre ed eventi organizzati in tutta Italia, poi confluiti nella manifestazione genovese: 'Mindstake' (laboratorio organizzato nell'ambito di 'Brainforum', Milano, aprile 2011) 'Internet festival' (Pisa, 5-8 maggio 2011), '150 anni di scienza: la ricerca genetica a Napoli' (Napoli, 16-22 maggio 2011), 'Sotto una nuova ottica' (Firenze, 24-29 maggio 2011), 'Made in Italy Agroalimentare' (Bari e Foggia, 21-25 settembre 2011), 'Questione di chimica. A tu per tu con le meraviglie della chimica quotidiana' (Bologna, 23-27 settembre). L'edizione 2012 del Festival è in programma dal 25 ottobre al 4 novembre.
(www.festivalscienza.it)



La Start Cup Cnr Il Sole 24 Ore



società nel suo insieme, contribuendo alla creazione di un ambiente favorevole all'innovazione. Primo fra gli Enti italiani, il CNR ha costituito una struttura che opera a supporto della rete scientifica per l'outreach e la diffusione dei risultati sia attraverso la progettazione e l'organizzazione di eventi divulgativi per il grande pubblico (dal "Festival della Scienza" di Genova ad "Arkimedeion", il primo museo permanente dedicato alla figura di Archimede inaugurato a fine 2011 a Siracusa; da "Matefitness – la palestra della matematica" a numerose mostre scientifico-interattive, laboratori ed exhibit organizzati anche in forma itinerante), sia attraverso il coordinamento dell'attività editoriale propria dell'Ente, che con il nuovo Statuto nel 2011, è diventato Editore con il marchio CNR Edizioni.

Sostituti ossei di nuova generazione (progetto 'Bone Aid' dell'Istec-Cnr di Faenza), diagnostica wireless per il latte (progetto 'Milknet' presentato dall'Ismn-Cnr di Roma in collaborazione con l'Istituto superiore di sanità), enzimi in grado di eliminare l'intolleranza al glutine (progetto 'Safe cereals' dell'Isa-Cnr): questi i progetti vincitori dell'edizione 2011 della Start Cup Cnr, la competizione di business ideas volta a stimolare l'imprenditorialità scientifico-tecnologica a partire dai migliori risultati della ricerca italiana. La seconda edizione della manifestazione, allargata ai ricercatori di altri Enti di ricerca, ha visto aumentare sia il numero sia la qualità dei progetti in gara, a testimonianza che iniziative come queste possono davvero stimolare un efficace confronto tra ricercatori, imprenditori, manager e investitori finalizzato ad aprire reali prospettive di collaborazione. In occasione della successiva 'finale' di Working Capital – Pni 2011, il progetto 'Taggalo' (Ino-Cnr), che propone una tecnologia per monitorare la corretta diffusione degli spot pubblicitari, si è aggiudicato il primo premio del settore Ict. (www.startcup.cnr.it)

223

Matefitness, iniziativa 'premiata' dalla Google

Avviata nel 2006 con l'obiettivo di offrire al pubblico di tutte età un luogo fisico dove 'allenare la mente' e scoprire mediante attività ludiche, exhibit, laboratori e percorsi i lati più affascinanti, originali e utili della matematica, 'Matefitness - la palestra della matematica' è oggi un punto di riferimento stabile per pubblico generalista e scuole, aperto in forma permanente al Palazzo Ducale di Genova. La sua valenza formativa è stata riconosciuta anche da Google, che nel dicembre 2011 ha selezionato il progetto tra i destinatari dei 'charitable givings', i contributi di responsabilità sociale per scopi filantropici ed educativi. Unico progetto selezionato per l'Italia, MateFitness è stato definito 'in grado di cambiare il mondo' e ha ricevuto una donazione di 100.000 dollari: un grant importante, destinato a sostenere e potenziare le attività su base nazionale. (www.matefitness.it)





Dipartimenti

Le attività del CNR si articolano in macro-aree di ricerca scientifica e tecnologica. I Dipartimenti sono le unità organizzative delle macro-aree, con compiti di programmazione, coordinamento e vigilanza.

- DIPARTIMENTO SCIENZE DEL SISTEMA TERRA E TECNOLOGIE PER L'AMBIENTE
- DIPARTIMENTO INGEGNERIA, ICT E TECNOLOGIE PER L'ENERGIA E I TRASPORTI
- DIPARTIMENTO SCIENZE BIO-AGROALIMENTARI
- DIPARTIMENTO SCIENZE BIOMEDICHE
- DIPARTIMENTO SCIENZE CHIMICHE E TECNOLOGIE DEI MATERIALI
- DIPARTIMENTO SCIENZE FISICHE E TECNOLOGIE DELLA MATERIA
- DIPARTIMENTO SCIENZE UMANE E SOCIALI, PATRIMONIO CULTURALE



Istituti



SITO WEB www.ceris.cnr.it

E-MAIL ceris@cnr.it
segreteria@ceris.cnr.it
n.marengo@ceris.cnr.it

TELEFONO +39 011 6824911

FAX +39 011 6824966

INDIRIZZO Via Real Collegio, 30
 10024 Moncalieri (TO)

DIRETTORE Secondo Rolfo

E-MAIL s.rolfo@ceris.cnr.it

POSTA ELETTRONICA CERTIFICATA
direttore.ceris@pec.cnr.it

SEZIONI Roma, Milano

CERIS

Istituto di Ricerca sull'Impresa e lo Sviluppo

Il Ceris (Istituto di Ricerca sull'Impresa e lo Sviluppo) svolge ricerca nel campo dell'economia applicata e dell'impresa, con particolare enfasi sull'economia industriale, sull'innovazione e sullo sviluppo territoriale. L'Istituto può contare su un'equipe di ricercatori fortemente interdisciplinare, e su uno stretto rapporto con il mondo accademico, politico e produttivo, che consentono di aggiornare le proprie ricerche rapportandole all'evoluzione dell'economia reale e delle discipline economiche: tra i suoi interlocutori ricorrenti ci sono Ministeri, Regioni, Agenzie pubbliche, Camere di Commercio, Associazioni sindacali e di categoria e singole imprese. Recentemente, le competenze si sono estese all'ambito dell'economia ambientale e delle politiche della scienza, e sono state attivate con successo altre linee di attività riguardanti la valutazione delle politiche pubbliche, l'analisi del mercato del lavoro, la filiera agro-alimentare, l'impatto di arte e cultura sullo sviluppo locale. Negli ultimi anni il Ceris ha accentuato i propri contatti internazionali con Università ed Istituti stranieri anche attraverso la partecipazione a numerosi programmi dell'Unione Europea.

228



SITO WEB www.iac.cnr.it

E-MAIL d.giustini@iac.cnr.it

TELEFONO +39 06 49270921

FAX +39 06 4404306

INDIRIZZO Via dei Taurini, 19 - 00185 Roma

DIRETTORE Michiel Bertsch

E-MAIL direttore@iac.cnr.it
bertsch@iac.cnr.it

POSTA ELETTRONICA CERTIFICATA
direttore.iac@pec.cnr.it

SEZIONI Roma, Bari, Sesto Fiorentino (FI),
 Napoli

IAC

Istituto per le Applicazioni del Calcolo "Mauro Picone"

L'Istituto per le Applicazioni del Calcolo "Mauro Picone" (IAC), fondato nel 1927, è il più antico centro di ricerca mondiale completamente dedicato alla matematica applicata, e il maggiore in Italia. La sua missione consiste nello sviluppo avanzato di nuovi modelli e metodi matematici, statistici e computazionali, ossia di strumenti che giocano un ruolo decisamente strategico in un'epoca in cui la matematica è oramai indispensabile per la ricerca scientifica e l'innovazione tecnologica. Tra i principali settori di competenza vi sono la modellistica differenziale, la fluidodinamica, la teoria del controllo, la statistica e la probabilità, il calcolo scientifico e l'informatica. Inoltre, tra le più promettenti linee di ricerca si annovera il trattamento delle immagini (biomedicina, telerilevamento, beni culturali), le applicazioni di modelli matematici alla biologia (simulazione dell'organismo in presenza di virus o tumori, analisi di dati in genetica, modelli per le cellule staminali), la gestione ottimale delle emissioni dei titoli di stato, la modellistica del traffico urbano, i fluidi complessi. Le collaborazioni dell'IAC comprendono i Ministeri dell'Economia e delle Finanze e dello Sviluppo Economico, l'Istituto Superiore per la Conservazione ed il Restauro di Roma, numerose Università italiane e straniere, diversi centri di ricerca in Italia e all'estero e una grande azienda come la Selex Communications e PMI.



SITO WEB www.iamc.cnr.it

E-MAIL direttore.iamc@iamc.cnr.it

TELEFONO +39 081 5423804

FAX +39 081 5423887

INDIRIZZO Calata Porta di Massa - Interno
Napoli - 80133 Napoli

DIRETTORE Salvatore Mazzola

E-MAIL salvatore.mazzola@cnr.it
direttore@iamc.cnr.it

SEZIONI Oristano, Taranto, Messina,
Campobello di Mazara (TP), Mazara
del Vallo (TP), Castellammare del Golfo (TP)

IAMC

Istituto per l'Ambiente Marino Costiero

L'IAMC si occupa di tematiche inerenti l'ambiente marino, ponendo particolare attenzione agli aspetti geologici, chimici, fisici e biologici. Le aree di interesse scientifico rientrano nello studio della geologia e geofisica marina, della biodiversità degli ecosistemi marini e dei cicli biogeochimici, analizzando le fasce costiere e la tolleranza del sistema marino alle perturbazioni naturali e antropiche. L'Istituto si interessa anche delle risorse biologiche (pesca e acquacoltura), dell'oceanografia pre-operativa ed ecologica, dei sistemi sensoriali e delle future condizioni dell'ecosistema marino, e dell'ecologia degli ecosistemi costieri. Le attività di ricerca vengono svolte anche grazie all'esistenza di numerosi laboratori e imbarcazioni, modernamente attrezzati con strumentazione avanzata per la ricerca a mare. L'IAMC, inoltre, analizza la documentazione dei maggiori eventi catastrofici di epoca storica, opera nel settore strategico della cartografia dei fondi marini costieri in zone sensibili (aree portuali, parchi marini) e partecipa a progetti finanziati da Ministeri ed Enti pubblici (Università, Stazione Zoologica Anton Dohrn, ARPA, ENEA, ecc.), impiegando moderne tecnologie marine e banche dati.

229



IASI

Istituto di Analisi dei Sistemi ed Informatica "Antonio Ruberti"

SITO WEB www.iasi.cnr.it

TELEFONO +39 06 77161

FAX +39 06 7716461

INDIRIZZO Viale Manzoni, 30
00185 Roma

DIRETTORE Paola Bertolazzi

E-MAIL direzione.iasi@cnr.it
paola.bertolazzi@iasi.cnr.it

POSTA ELETTRONICA CERTIFICATA
direttore.iasi@pec.cnr.it

SEZIONI Firenze, Roma

L'Istituto di Analisi dei Sistemi e Informatica "Antonio Ruberti" (IASI) studia come rappresentare, con il linguaggio logico matematico, i comportamenti e i funzionamenti dei sistemi complessi, per ciò che riguarda la biologia, la fisica, la medicina, l'economia e l'ingegneria. I modelli matematici vengono impiegati per simulare e ottimizzare i sistemi attraverso algoritmi e programmi di calcolo efficienti, che permettono sperimentazioni in silicio, previsioni e individuazione di strategie. In biologia e medicina questo approccio si traduce nella ricerca traslazionale, per esempio gli studi sulla fisiopatologia del paziente traumatizzato grave, ma anche nei modelli per simulare gli effetti del trattamento di cura nei tumori. Nel settore ambiente e lavoro, invece, lo IASI studia rappresentazioni per la stima della dose di esposizione ad agenti ambientali. Un secondo tema portante dell'attività di ricerca riguarda lo studio delle metodologie e tecnologie informatiche per la gestione della conoscenza nei sistemi informativi di organizzazioni pubbliche e aziende private, in sinergia con le nuove tecnologie Internet (Internet del futuro). Infine lo IASI si occupa anche di trasporti: ha elaborato un sistema di controllo del traffico urbano mediante tecniche avanzate di programmazione logica. Numerose e prestigiose le collaborazioni, tra cui il National Institute for Occupational Safety and Health USA; l'ISS e l'IEO in Italia, diversi atenei e importanti aziende come Consorzio START (Finmeccanica), TXT e-solutions, IBM Italia, Telecom Italia, FIAT, Agip Petroli.



Consiglio Nazionale delle Ricerche

SITO WEB www.ibaf.cnr.it
 E-MAIL direzione@ibaf.cnr.it
 TELEFONO +39 0763 374911
 FAX +39 0763 374980
 INDIRIZZO Via G. Marconi, 2 - Villa Paolina
 05010 Porano (TR)
 DIRETTORE Enrico Brugnoli
 E-MAIL enrico.brugnoli@ibaf.cnr.it
 POSTA ELETTRONICA CERTIFICATA
direttore.ibaf@pec.cnr.it
 SEZIONI Monterotondo (RM),
 Legnaro (PD), Napoli

IBAF

Istituto di Biologia Agroambientale e Forestale

L'IBAF è impegnato nello studio di risposte e adattamento di piante e sistemi agricoli e forestali ai fattori ambientali, in particolare agli stress abiotici e ai cambiamenti climatici. Gli approcci di ricerca includono genetica molecolare, biochimica, ecofisiologia, scienze agrarie e forestali ed ecologia del paesaggio. L'obiettivo principale dell'approccio integrato è il miglioramento dell'ambiente, con tecnologie sostenibili, piante e organismi utili, con studi di stress abiotici, cambiamento globale, fotosintesi, scienza del suolo, controllo integrato e malerbologia, genetica evolutiva, isotopi stabili in piante ed ecosistemi, produzione di bioenergia, qualità degli alimenti e tracciabilità. L'obiettivo finale è la mitigazione degli effetti delle attività umane (mitigazione del cambiamento globale e dell'inquinamento, conservazione della biodiversità, fitorimediazione, ecc.). L'IBAF ha collaborazioni e progetti comuni con Ministeri (Ambiente, MIPAF, MIUR, MISE), Regioni, Enti locali, industrie, Università e centri di ricerca in Europa, Americhe, Australia, Asia e Africa. Collabora attivamente con Agenzie Internazionali (e.g., FAO, IPGRI, IAEA, ecc.).

230



SITO WEB www.ibam.cnr.it
 E-MAIL segreteria@cnr.it
direttore@ibam.cnr.it
 TELEFONO +39 0832 422200
 +39 095 311981 (ext. 214)
 FAX +39 0832 422225
 +39 095 311981 (ext. 203)
 INDIRIZZO Strada Provinciale
 Lecce-Monteroni - Campus Universitario
 73100 Lecce
 DIRETTORE Daniele Malfitana
 E-MAIL direttore@ibam.cnr.it
daniele.malfitana@cnr.it
 POSTA ELETTRONICA CERTIFICATA
ibam@pec.cnr.it; direttore.ibam@pec.cnr.it
 SEZIONI Catania, Tito (PZ)

IBAM

Istituto per i Beni Archeologici e Monumentali

L'IBAM è una struttura scientifica multidisciplinare con competenze altamente specializzate nel settore della conoscenza, documentazione, diagnosi, conservazione, valorizzazione, fruizione e comunicazione del patrimonio archeologico e monumentale. Queste competenze si esprimono grazie al team multidisciplinare che comprende archeologi, storici, architetti, geologi, ingegneri, chimici, fisici ed informatici. L'Istituto è dotato di una strumentazione altamente sofisticata che copre vari settori della ricerca tecnologica applicata ai beni culturali. Al suo interno operano oggi circa settanta tra ricercatori, tecnologi, collaboratori tecnici e funzionari di amministrazione, ai quali va aggiunto un numero considerevole di borsisti, dottorandi, assegnisti di ricerca, specializzandi e laureandi. L'IBAM esprime le sue competenze mediante lo sviluppo, la sperimentazione e l'applicazione di indagini metodologiche attraverso importanti casi di studio connessi ad attività legate al territorio in Italia, in Turchia, a Creta, in Spagna, in Iraq, in Perù, in Albania ecc. In questa prospettiva di proiezione nel più vasto panorama internazionale, l'Istituto collabora attivamente con numerose strutture sia governative che private in Italia e all'estero, configurandosi, in tal modo, come un importante punto di riferimento per il Paese nel settore delle metodologie della ricerca applicate ai beni culturali. Internazionalizzazione delle ricerche, potenziamento della multidisciplinarietà e interdisciplinarietà, integrazione di competenze, eccellenza nei progetti di ricerca europea proposti ed investimento su giovani forze costituiscono i principali impegni della direzione dell'Istituto che rivolge uno sguardo attento all'innovazione, al trasferimento tecnologico ed alla valorizzazione delle risorse umane visti i fronti di rilevante impatto nel sistema Paese.



SITO WEB www.ibb.cnr.it
 E-MAIL ibb@cnr.it
 TELEFONO +39 081 2203187
 FAX +39 081 2296117
 INDIRIZZO Via Tommaso De Amicis, 95
 80145 Napoli
 DIRETTORE Bruno Alfano
 E-MAIL alfanobr@unina.it
bruno.alfano@ibb.cnr.it
direttore@ibb.cnr.it
 POSTA ELETTRONICA CERTIFICATA
direttore.ibb@cnr.it
 SEZIONI Catania, Napoli

IBB

Istituto di Biostrutture e Bioimmagini

L'Istituto di Biostrutture e Bioimmagini (IBB), ha competenze di ricerca sia nello sviluppo di agenti diagnostici e terapeutici, sia nella diagnostica per immagini. L'IBB ha un organico di oltre 70 ricercatori con competenze in vari settori come la medicina, la biologia, la chimica, la fisica e l'informatica. La combinazione di tali settori di competenza produce la base interdisciplinare per svolgere attività di ricerca realmente innovativa nel campo dell'imaging molecolare, con un'elevata potenzialità per applicazioni sia pre-cliniche sia cliniche. Le attività di ricerca si sono sviluppate nell'ambito dei progetti dei Dipartimenti di Medicina e Progettazione Molecolare del CNR, con un coinvolgimento nel progetto "Bioinformatica" del Dipartimento ICT. Gli interessi di ricerca di IBB sono posti all'interfaccia tra medicina, biotecnologie, chimica e tecnologie dell'imaging, per i quali l'Istituto ha sviluppato competenze multidisciplinari indispensabili alla ricerca traslazionale. L'interesse dell'Istituto è fortemente focalizzato sull'innovazione dell'imaging morfo-funzionale e molecolare, che oltre ad avere effetti immediati sulla salute, è uno strumento fondamentale nella ricerca medica, per caratterizzare molte malattie umane, per monitorare l'effetto dei farmaci e per studiare modelli animali di malattie umane. In parallelo e in sinergia, l'IBB progetta nuovi composti per l'utilizzo in diagnostica e farmaceutica, con potenziali effetti sulla salute e sulla qualità della vita. L'IBB, già inserito nei network europei EMIL e DIMI per le applicazioni oncologiche e neurologiche, è partner del progetto europeo INMiND e grant-holder del COST BM1003. L'Istituto collabora con numerose Università straniere (Copenaghen, Debrecen, Leida, Goeteborg, Ginevra, Tampere, Cambridge, Aix en Provence, Chicago, Denver, Washington, Boston e North Dakota), con enti pubblici e privati, con istituti e centri di ricerca (INSERM, RCSI di Dublino, Imperial College di Londra, European Molecular Biology Laboratory di Amburgo, Weizmann Institute in Israele, Rochester Institute of Technology) e, infine, con il mondo industriale (PRIMM, Solvay, Sigma-Tau, Hardis, TecnoGen, ESAOTE, Wyeth Lederle).

231



SITO WEB www.ibba.cnr.it
 E-MAIL ibba@cnr.it
 TELEFONO +39 02 23699430
 FAX +39 02 23699411
 INDIRIZZO Via Edoardo Bassini, 15
 CNR - Area della Ricerca Milano 1
 20133 Milano
 DIRETTORE Roberto Bollini
 E-MAIL direttore@ibba.cnr.it
bollini@ibba.cnr.it
 POSTA ELETTRONICA CERTIFICATA
direttore.ibba@pec.cnr.it
 SEZIONI Monterotondo (RM), Pisa, Lodi

IBBA

Istituto di Biologia e Biotecnologia Agraria

Le attività di ricerca condotte dall'IBBA hanno come obiettivo primario l'approfondimento e la diffusione delle conoscenze nel settore dell'agricoltura. Gli studi sulle basi molecolari che regolano il funzionamento dei sistemi biologici vegetale, animale e microbico, condotti a diversi livelli di organizzazione (cellula, organismo), sono il presupposto per la valorizzazione della biodiversità nonché per lo sviluppo di tutte le applicazioni genetiche, tecnologiche e biotecnologiche in campo agrario. Inoltre, l'IBBA ha recentemente esteso le proprie ricerche anche ai settori della bioinformatica, delle nanotecnologie, del bio-farming e della bioenergia, a cui sono dedicate molte attività di formazione per i giovani ricercatori. L'Istituto è riconosciuto a livello internazionale e ha attivato numerose collaborazioni di prestigio, tra cui quelle con l'Agricultural Research Council, il Council of Scientific and Industrial Research in India, il Centro de Ciencias Genómicas, UNAM, Mexico, la University of Potsdam in Germania, numerose Università straniere (Heidelberg, Leeds, California, Glasgow, Copenaghen). Numerose le collaborazioni con Università e centri di ricerca italiani.



SITO WEB www.ibbe.cnr.it

E-MAIL ibbe@cnr.it
m.mirizzi@ibbe.cnr.it
a.armenise@ibbe.cnr.it

TELEFONO +39 080 5443389

FAX +39 080 5443317

INDIRIZZO Via Amendola, 165/A
 c/o Dipartimento di Bioscienze,
 Biotecnologie e Scienze Farmacologiche
 Campus "Ernesto Quagliariello"
 70126 Bari

DIRETTORE Graziano Pesole

E-MAIL g.pesole@ibbe.cnr.it

POSTA ELETTRONICA CERTIFICATA
direttore.ibbe@pec.cnr.it

SEZIONI Trani

232

IBBE

Istituto di Biomembrane e Bioenergetica

L'IBBE è sede di uno dei principali laboratori di ricerca nel campo della bioenergetica e biomembrane a livello nazionale e internazionale. Le principali attività di ricerca si focalizzano sulla caratterizzazione strutturale e funzionale di geni e proteine coinvolti nella biogenesi mitocondriale e nel metabolismo energetico. In particolare, sono stati pubblicati studi sui complessi della catena respiratoria mitocondriale e sui carrier mitocondriali, sulla regolazione cellulare di questi sistemi e il loro ruolo nell'omeostasi cellulare, sul ruolo dei mitocondri nel differenziamento cellulare, sull'apoptosi e sulle alterazioni mitocondriali nell'invecchiamento e nelle malattie degenerative. Più recentemente, le attività di ricerca dell'IBBE si sono ampliate con un focus su attività di ricerca in ambito genomico e post-genomico ed in particolare nei settori della genomica comparata, trascrittomica e metagenomica utilizzando i dati generati dalle piattaforme di sequenziamento di nuova generazione, e della bioinformatica. L'IBBE sta coordinando la realizzazione di una infrastruttura avanzata per lo studio della Biodiversità Molecolare nell'ambito del processo di costruzione di LifeWatch, l'infrastruttura europea per la biodiversità. Numerose collaborazioni sono in corso con altri Istituti del CNR e con numerose Università italiane (Bari, Unisalento, Napoli, Calabria, Molise, Milano) e straniere (Cardiff, Amsterdam, Barcellona, Manchester, Graz, Rochester), oltre che con altri istituti di ricerca (CNRS) e con le aziende Biotech (Genzyme e Sanofi Aventis).



Consiglio Nazionale delle Ricerche

SITO WEB www.ibcn.cnr.it

E-MAIL direzione@ibcn.cnr.it

TELEFONO +39 06 90091207

INDIRIZZO Via E. Ramarini, 32
 00015 Monterotondo Scalo (RM)

DIRETTORE Delio Mercanti

E-MAIL delio.mercanti@cnr.it

POSTA ELETTRONICA CERTIFICATA
direttore.ibcn@pec.cnr.it

IBCN

Istituto di Biologia Cellulare e Neurobiologia

L'Istituto di Biologia Cellulare e Neurobiologia è nato nel 2010 dall'unione di gruppi di ricerca dell'Istituto di Neurobiologia e Medicina Molecolare, dell'Istituto di Biologia Cellulare – entrambi fondati dal Premio Nobel Rita Levi Montalcini – e dell'Istituto di Neuroscienze, con l'obiettivo di superare le tradizionali barriere disciplinari e sviluppare un sistema innovativo di interazioni tra ricercatori con differenti esperienze scientifiche. L'Istituto opera nel campo delle scienze biologiche e mediche con le neuroscienze, l'immunologia, la genetica, l'epigenetica, le malattie infettive e l'oncologia molecolare; l'attività di ricerca mira ad una migliore comprensione dei meccanismi cellulari e molecolari che regolano i processi biologici sia in condizioni fisiologiche che patologiche, senza trascurare la produzione e la caratterizzazione di modelli di patologie umane e l'eventuale identificazione di bersagli candidati per lo sviluppo di strategie terapeutiche e diagnostiche innovative. Un rilievo particolare merita la produzione, disseminazione e fenotipizzazione primaria di mutanti murini, modelli di malattie umane (INFRAFRONTIER/IMPC).



SITO WEB www.ibf.cnr.it
 E-MAIL direttore@ge.ibf.cnr.it
 TELEFONO +39 010 6475577
 INDIRIZZO Via De Marini, 6
 16149 Genova
 DIRETTORE Franco Gambale
 E-MAIL direttore.ibf@cnr.it
 POSTA ELETTRONICA CERTIFICATA
direttore.ibf@cnr.it
 SEZIONI Milano, Palermo, Trento, Pisa

IBF

Istituto di Biofisica

L'IBF (Istituto di Biofisica) svolge ricerche sulla correlazione tra struttura e funzioni di molecole di interesse biologico nei settori della biologia molecolare, della bioenergetica, della fisica, della biochimica, della genetica, della elettrofisiologia e della bioinformatica.

Le ricerche vertono su argomenti complementari e sistemi diversi (quali proteine, acidi nucleici, strutture sopramolecolari, microrganismi, cellule e sistemi cellulari, organismi animali e vegetali) e sono effettuate con metodologie e strumentazioni innovative, seguendo un approccio integrato e multidisciplinare che supera la lettura puramente descrittiva dei processi biologici.

L'Istituto realizza prodotti applicativi (bio-dispositivi, bio-sensori) e sviluppa processi innovativi per test di biocompatibilità, screening di farmaci, acquisizione di segnali di interesse biomedicale e monitoraggio di impatto biologico ambientale. L'IBF collabora a livello nazionale ed internazionale con numerose Università (Genova, Bari, Bologna, Trento, Milano, Napoli, Palermo, Potenza, Strasburgo, Zurigo, Losanna, Avana, Sheffield, Berkeley, Yale, Pittsburgh, Sendai, Buenos Aires), centri di ricerca (Ist. Giannina Gaslini, Ist. Agrario S. Michele all'Adige, Inst. du Sciences du vegetal di Parigi, Inst. de biotecnologia di Cuernavaca, National Institute for Medical Research di Londra, Russian Academy of Sciences, ESRF in Francia, Neuroscience Center of Excellence di New Orleans, Centre de Recherche sur l'énergie nucléaire – CEA) e, infine, enti privati e aziende (Merck Serono, Bionat Italia Srl, Medtronic Italia, Industriale UNIMI, ETT Srl, Rottapharm Biotech Srl).

233



SITO WEB www.ibfm.cnr.it
 E-MAIL segreteria@ibfm.cnr.it
 TELEFONO +39 02 21717514
 FAX +39 02 21717558
 INDIRIZZO Via Fratelli Cervi, 93
 20090 Segrate (MI)
 c/o Laboratorio Interdisciplinare
 di Tecnologie Avanzate (LITA)
 DIRETTORE Maria Carla Gilardi
 E-MAIL mariacarla.gilardi@ibfm.cnr.it
direzione@ibfm.cnr.it
 POSTA ELETTRONICA CERTIFICATA
direttore.ibfm@pec.cnr.it
protocollo.ibfm@pec.cnr.it
 SEZIONI Genova, Cefalù

IBFM

Istituto di Bioimmagini e Fisiologia Molecolare

Obiettivo dell'IBFM (Istituto di Bioimmagini e Fisiologia Molecolare) è lo studio dei meccanismi di fisiologia e patogenesi, dal livello molecolare al livello d'organo, effettuato utilizzando diverse tecnologie tra cui, principalmente, quelle di imaging e diagnostica molecolare, fisiologia sistemica muscolare e neurodinamica. Le attività dell'Istituto sono contraddistinte da un approccio interdisciplinare, strumentale e traslazionale caratterizzato dall'uso e integrazione di tecnologie innovative e dal trasferimento informativo tra attività pre-clinica e clinica. Tra i settori di indagine scientifica dell'IBFM, si identificano tre aree essenziali di sviluppo: bioimmagini, per la messa a punto e applicazione in vivo di metodi per l'imaging molecolare nei campi della medicina, fisiopatologia, diagnostica; fisiologia e fisiopatologia dell'esercizio, per lo studio degli effetti dell'ipossia, sulle risposte metaboliche e cardiovascolari e sulle patologie in caso di obesità; neurofisiologia e neurofisiopatologia, con ricerche sull'acquisizione e analisi di eventi e meccanismi neurali complessi (neuronali e di network) in differenti condizioni sperimentali sia nell'animale che nell'uomo. L'IBFM collabora in Italia con le Università di Milano e di Genova, con il Politecnico e la Fondazione Centro S. Raffaele del Monte Tabor di Milano e la Fondazione Istituto San Raffaele - G. Giglio di Cefalù. All'estero, con numerosi atenei in Europa e negli Usa, oltre a diversi centri di ricerca.



SITO WEB www.ibim.cnr.it

E-MAIL ibim@cnr.it

TELEFONO +39 091 6809501
+39 091 6809194

FAX +39 091 6809122
+39 091 6809504

INDIRIZZO Via Ugo La Malfa, 153
90146 Palermo

DIRETTORE Giovanni Viegi

E-MAIL direttore.ibim@cnr.it
vegi@ibim.cnr.it

POSTA ELETTRONICA CERTIFICATA
ibim@pec.cnr.it

SEZIONI Reggio Calabria

IBIM

Istituto di Biomedicina e di Immunologia Molecolare "Alberto Monroy"

L'attività scientifica dell'IBIM (Istituto di Biomedicina e di Immunologia Molecolare "Alberto Monroy") è compresa in aree di ricerca a carattere interdisciplinare nei settori della fisiopatologia e clinica dell'apparato cardiorespiratorio; dell'epidemiologia, biologia e clinica della patologia bronco-polmonare; della compatibilità tissutale nei trapianti di organo e analisi di modelli sperimentali di trapianto; dello studio molecolare, cellulare e morfologico nelle prime fasi dello sviluppo embrionale. L'IBIM svolge ricerca anche sul differenziamento e sui processi degenerativi di cellule eucariotiche, sulle proteine implicate nelle patologie immunologiche e allergiche, sull'epidemiologia, fisiopatologia e clinica dell'insufficienza renale e dell'ipertensione arteriosa.

L'Istituto collabora a livello nazionale ed internazionale con Università, ospedali, istituti specializzati e centri di ricerca tra cui si annoverano: la Scuola Superiore S. Anna di Pisa, l'Istituto Nazionale di Malattie Infettive L. Spallanzani di Roma, il San Raffaele e l'Istituto di Ricerche Farmacologiche M. Negri a Milano, l'AMIA, l'ARPA Sicilia, l'University of Leiden, la Stockholm University, l'Istituto di Ricerche in Biomedicina di Bellinzona, il King's College di Londra, la University of Southampton, la BIOMAY Spa di Vienna, INSERM, il CNRS di Bordeaux, il National Centre for Marine Research di Atene, l'Institute of Oceanography di Israele e l'Albert Einstein College of Medicine di New York, EU Cost Action on Sleep Medicine e la Japan Society for Promotion of Science.

234



SITO WEB www.ibimet.cnr.it

E-MAIL ibimet@cnr.it

TELEFONO +39 055 3033711

FAX +39 055 308910

INDIRIZZO Via Giovanni Caproni, 8
50145 Firenze

DIRETTORE Antonio Raschi

E-MAIL direttore.ibimet@cnr.it

POSTA ELETTRONICA CERTIFICATA
direttore.ibimet@pec.cnr.it

SEZIONI Sassari, Bologna, Roma

IBIMET

Istituto di Biometeorologia

L'IBIMET (Istituto di Biometeorologia) svolge da sempre ricerca nel mondo agrario, forestale e rurale, acquisendo competenze e strumenti tecnici necessari per effettuare le opportune analisi ambientali e sociali. Fra i temi trattati dall'IBIMET vi sono lo sviluppo della modellistica di colture agrarie; le applicazioni della meteorologia e della climatologia; l'impiego di metodologie come il telerilevamento e i GIS, l'ecofisiologia e la biochimica per la qualità degli alimenti. Negli anni più recenti l'Istituto ha avviato ricerche sui bilanci di gas serra, su cambiamenti climatici e strategie di adattamento e mitigazione, sullo sviluppo rurale, sulla prevenzione dei rischi e le strategie di gestione sostenibile dei sistemi agrari e forestali. I ricercatori dell'IBIMET conducono studi di climatologia dinamica per le previsioni stagionali, analizzando le possibili applicazioni nei settori dell'allerta alimentare, dei sistemi di protezione civile e delle previsioni per la campagna agricola, anche nei Paesi in via di sviluppo. Infine l'IBIMET ha instaurato numerose collaborazioni con Istituzioni nazionali e internazionali e ha promosso la creazione di centri collegati quali il LAMMA per la meteorologia e modellistica ambientale, il CESIA per l'informatica, l'FCS - Fondazione per il Clima e la Sostenibilità, il CiBIC per la bioclimatologia, il COMMA-Med per la meteorologia Marina, il CRES per studi sull'erosione del suolo, il PIAN.TE per la pianificazione territoriale e, recentemente, l'OMA - Osservatorio dei Mestieri d'Arte a Firenze.



SITO WEB www.ibp.cnr.it
 E-MAIL segreteria@ibp.cnr.it
 TELEFONO +39 081 6132273
 +39 081 6132536
 FAX +39 081 6132277
 INDIRIZZO Via Pietro Castellino, 111
 80131 Napoli
 DIRETTORE Daniela Corda
 E-MAIL direttore@ibp.cnr.it
d.corda@ibp.cnr.it
 POSTA ELETTRONICA CERTIFICATA
direttore.ibp@pec.cnr.it

IBP

Istituto di Biochimica delle Proteine

L'Istituto di Biochimica delle Proteine (IBP) opera nel campo della Biomedicina e delle Biotecnologie nei settori farmacologico, agroalimentare ed ambientale, grazie ad una consolidata esperienza nello studio dei rapporti struttura-funzione di proteine, nella biocatalisi e in biologia cellulare. Inoltre l'IBP si interessa dell'identificazione di bersagli molecolari per lo sviluppo di nuovi farmaci, della caratterizzazione di biomateriali per terapie rigenerative tissutali e per il rilascio intracellulare di prodotti attivi. Gli approcci sperimentali vanno dalla biochimica di base ed enzimologia, alla microbiologia, biologia molecolare, microscopia avanzata, bioinformatica e genetica. L'IBP è dotato di una moderna strumentazione ed applica tecniche all'avanguardia incluse spettroscopia atomica, dicroismo circolare, SPR, tecniche di imaging (microscopia super-risolta, microscopia HCS, tomografia elettronica), microiniezione, FACS, sequenziamento di proteine e di DNA. L'IBP è parte di reti di ricerca nazionali ed europee di eccellenza ed ha varie collaborazioni con l'industria farmaceutica. Infine, la formazione di giovani ricercatori è una delle missioni principali dell'Istituto.

235



SITO WEB www.ibpm.cnr.it
 E-MAIL ibpm@cnr.it
paola.lupoli@uniroma1.it
 TELEFONO +39 06 49910877
 FAX +39 06 4440062
 INDIRIZZO Piazzale Aldo Moro, 5
 c/o Dipartimento di Scienze Biochimiche
 "A. Rossi Fanelli", Sapienza Università
 di Roma - 00185 Roma
 DIRETTORE Ida Ruberti
 E-MAIL ida.ruberti@uniroma1.it
 POSTA ELETTRONICA CERTIFICATA
direttore.ibpm@pec.cnr.it

IBPM

Istituto di Biologia e Patologia Molecolari

L'attività dell'IBPM (Istituto di Biologia e Patologia Molecolari) si inquadra all'interno della biologia moderna e affronta i problemi biologici fondamentali utilizzando metodologie ed approcci fra loro complementari. Gli studi di biologia strutturale forniscono informazioni fondamentali su processi quali folding e riconoscimento in proteine, regolazione della trascrizione, trasduzione del segnale. D'altra parte gli studi genetico-molecolari permettono di definire la rete di interazioni alla base di processi complessi quali la proliferazione, il differenziamento e la morte cellulare, lo sviluppo. L'Istituto ha conseguito importanti risultati nei campi della struttura e funzione di acidi nucleici e proteine, della dinamica di proteine, dei meccanismi genetici ed epigenetici di regolazione dell'espressione genica, del controllo del differenziamento e della divisione cellulare. Strategica è la localizzazione di gran parte dell'IBPM all'interno della Sapienza Università di Roma, e molto attiva la collaborazione con i vari dipartimenti. Sono numerosi i progetti anche con altri atenei italiani e centri di ricerca e Università stranieri.



SITO WEB www.ic.cnr.it

E-MAIL ic@cnr.it
segreteria@ic.cnr.it

TELEFONO +39 080 5929148
 +39 080 5929142
 +39 080 5929141

FAX +39 080 5929170

INDIRIZZO Via Giovanni Amendola, 122/O
 70126 Bari

DIRETTORE Michele Saviano

E-MAIL michele.saviano@ic.cnr.it

POSTA ELETTRONICA CERTIFICATA
direttore.ic@pec.cnr.it
ic@pec.cnr.it

SEZIONI Monterotondo (RM), Trieste

IC Istituto di Cristallografia

L'Istituto di Cristallografia (IC) accorpa le due anime della cristallografia: metodologica e sperimentale. La sua attività riguarda ricerca sia teorica che applicata. Si sviluppano metodologie cristallografiche innovative per dati di diffrazione di raggi X da polvere, cristallo singolo e macromolecole, di interesse industriale, biofarmaceutico, chimico e biologia strutturale, implementate in software. Si svolgono studi interdisciplinari di modellazione strutturale orientata alla biofarmacologia molecolare, sviluppo di nuovi composti biologici e farmacologici (antibiotici, farmaci antitumorali, ecc.); caratterizzazione di materiali di interesse tecnologico, come nanocristalli, quasicristalli. Inoltre, vengono sviluppati nuovi approcci per radiografie quantitative di materiali nano strutturati e di tessuti ossei ingegnerizzati per la diagnostica preventiva in biomedicina; strumentazione scientifica innovativa per il mercato internazionale; applicazioni "Anti Digital Divide"; biosensori a base di proteine fotosintetiche, adatti per numerose applicazioni nell'ambito delle biotecnologie per la salute, per l'ambiente e per l'agroalimentare.

Principali collaborazioni dell'IC, nazionali ed internazionali, sono: Sincrotrone Trieste ScpA, ESR, NIH, ASI, NASA, Los Alamos National Labs, MPI-Biochemie, Paul Scherrer Institute, University of Leicester, Università di Halle, IIT, EBRI, ICGEB, SISSA, RCSI (Irlanda), Rigaku, Menarini, Biosint Spa, ACRAF Spa, Biosensor, Istituto Ortopedico Rizzoli.

236



SITO WEB www.icar.cnr.it

E-MAIL cosenza@icar.cnr.it

TELEFONO +39 0984 831720

FAX +39 0984 839054

INDIRIZZO Via Pietro Bucci - Cubo 41C
 87030 Rende (CS)

DIRETTORE Domenico Talia

E-MAIL talia@icar.cnr.it

POSTA ELETTRONICA CERTIFICATA
direttore.icar@pec.cnr.it

SEZIONI Napoli, Palermo

ICAR Istituto di Calcolo e Reti ad Alte Prestazioni

L'ICAR (l'Istituto di Calcolo e Reti ad Alte Prestazioni) ha l'obiettivo principale di studiare e progettare soluzioni innovative in termini di ricerca, trasferimento tecnologico e alta formazione nell'area dei sistemi di elaborazione ad alte prestazioni (Sistemi Cloud e Grid, sistemi di calcolo paralleli e distribuiti, ambienti e tecnologie avanzate per Internet, calcolo scientifico) e dei sistemi intelligenti e data intensive (gestione di grandi quantità e flussi di dati, scoperta di conoscenza, sistemi multi-agenti intelligenti, sistemi multimediali). Il contributo dell'ICAR riguarda aree di ricerca di significativa importanza per lo sviluppo dell'economia e della società. La realizzazione di modelli, architetture e sistemi software distribuiti, ad alte prestazioni e basati sulla rappresentazione ed elaborazione della conoscenza, sono fondamentali per la realizzazione degli obiettivi principali delle società avanzate e testimoniano l'importanza della missione scientifica dell'ICAR. L'ICAR si avvale del personale della sede centrale e delle due unità operative di Napoli e Palermo, e opera in collaborazione con altri Istituti del CNR e con Università e centri di ricerca nazionali ed internazionali.



SITO WEB www.icb.cnr.it

E-MAIL icb@cnr.it

TELEFONO +39 081 8675018
+39 081 8661444

FAX +39 081 8041770

INDIRIZZO Via Campi Flegrei, 31
ex-Olivetti, Edificio 70 - 80078 Pozzuoli (Na)

DIRETTORE Agata Gambacorta

E-MAIL direttore@icb.cnr.it

POSTA ELETTRONICA CERTIFICATA
direttore.icb@pec.cnr.it

SEZIONI Padova, Roma, Valverde (CT),
Sassari

ICB

Istituto di Chimica Biomolecolare

L'ICB (Istituto di Chimica Biomolecolare) svolge ricerche, di base e applicate, nel campo della chimica dei sistemi biologici, con lo scopo di incrementare attività di ricerca in aree trasversali, consolidando le competenze disciplinari nell'ambito della caratterizzazione, sintesi e funzionalità di molecole bioattive. Le ricerche fanno particolare riferimento a prodotti, processi e sistemi, aventi specifico interesse chimico, farmaceutico, farmacologico, cosmetico, alimentare, agrochimico, biotecnologico, eco-ambientale, e, più recentemente, anche energetico. Dall'attività di ricerca nel settore della chimica di sintesi l'ICB attende nuove molecole di interesse per il settore bio e per quello della chimica sostenibile. Interessanti campi di studio, tra cui la chemical biology, il molecular design e il drug discover, inseriscono l'ICB, quale centro di eccellenza scientifico radicato sul territorio, nei più importanti programmi di ricerca e accordi bilaterali regionali, nazionali ed internazionali, soprattutto all'interno dell'Unione Europea. L'ICB, ha la propria sede centrale a Pozzuoli (Napoli) e sezioni a Sassari, Padova, Roma e Catania. Negli ultimi anni l'Istituto è stato presente nei più importanti programmi di ricerca regionali, nazionali ed internazionali, soprattutto dell'Unione Europea e progetti PON e POR, e in accordi bilaterali. Sono intensi gli scambi di ricercatori e numerosi i soggiorni formativi di ospiti italiani e stranieri. Sono inoltre numerose le collaborazioni e contratti con l'industria.

237



SITO WEB www.iccom.cnr.it

E-MAIL iccom@cnr.it

TELEFONO +39 055 5225289
+39 055 5225281

FAX +39 055 5225203

INDIRIZZO Via Madonna del Piano, 10
Area di Ricerca di Firenze
50019 Sesto Fiorentino (FI)

DIRETTORE Maurizio Peruzzini

E-MAIL maurizio.peruzzini@iccom.cnr.it

POSTA ELETTRONICA CERTIFICATA
direttore.iccom@pec.cnr.it

SEZIONI Pisa, Bari

ICCOM

Istituto di Chimica dei Composti Organo Metallici

ICCOM (Istituto di Chimica dei Composti Organo Metallici) ha come missione lo sviluppo della chimica sostenibile e lo studio di nuovi materiali e processi per lo sfruttamento delle energie rinnovabili.

Sono aree strategiche presidiate dall'Istituto: lo sviluppo di processi chimici sostenibili ad elevata efficienza e selettività; l'elettro e fotocatalisi per applicazioni nel settore dell'energia, particolarmente nell'area delle fuel cells e della produzione di idrogeno; la chimica e tecnologia dell'idrogeno; la produzione da fonti rinnovabili, storage chimico ed utilizzazione in celle a combustibile; i composti organici ed organometallici per il fotovoltaico di terza generazione; le tecnologie per la valorizzazione e il confinamento (CCS) del biossido di carbonio; i materiali polimerici organici, inorganici ed ibridi con proprietà funzionali; le tecniche analitiche avanzate per l'ambiente, la medicina e la conservazione del patrimonio artistico culturale; gli studi, sperimentali e teorici, per la razionalizzazione delle relazioni struttura – reattività e struttura – proprietà funzionali dei composti chimici e dei materiali.

ICCOM è al centro di una vasta rete di relazioni internazionali ed ha contratti in essere con la Comunità Europea, Ministeri (MIUR, MATTM, MAE, MISE), le Regioni Toscana e Puglia e partner privati italiani e stranieri.



SITO WEB www.icevo.cnr.it

E-MAIL icevo@cnr.it
barbara.foschi@icevo.cnr.it

TELEFONO +39 06 4416131

FAX +39 06 44237724

INDIRIZZO Via Giano della Bella, 18
 00162 Roma

DIRETTORE Marie-Claude Trémouille

E-MAIL

Marieclaude.Tremouille@icevo.cnr.it
direzione@icevo.cnr.it

POSTA ELETTRONICA CERTIFICATA
direttore.icevo@pec.cnr.it

ICEVO

Istituto di studi sulle Civiltà dell'Egeo e del Vicino Oriente

L'ICEVO (Istituto di studi sulle Civiltà dell'Egeo e del Vicino Oriente) ha come area primaria di ricerca il bacino del mar Egeo e il Vicino Oriente, fino all'Armenia e l'Iran. Dal punto di vista cronologico, le attività scientifiche sono incentrate sulla ricostruzione della storia delle antiche civiltà sviluppatesi in quelle aree geografiche nell'età del Bronzo e nella prima età del Ferro, affiancando alle tradizionali discipline storiche le nuove tecnologie e le analisi archeometriche.

Le indagini scientifiche dell'ICEVO sono quindi rivolte all'archeologia e alla filologia e vedono lo studio di siti, reperti, necropoli, testi, la storia delle culture minoica, micenea, anatoliche e mesopotamiche, nonché i loro eventuali contatti, come centrali nella propria mission.

Sono molte le relazioni e collaborazioni con istituzioni internazionali di ricerca e Università italiane e straniere; tra queste spiccano quelle con l'Institute for Aegean Prehistory di Philadelphia, la University of Harvard, il Chicago Institute, la British School e l'American School of Classical Studies di Atene, i Ministeri della Cultura greco e turco, la Freie Universität e il Deutsches Archäologisches Institut di Berlino, l'Akademie der Wissenschaften und der Literatur di Magonza, il Musée du Louvre, l'Institut Catholique de Paris, l'Accademia Nazionale delle Scienze di Yerevan e l'Università Modares di Teheran.

238



SITO WEB www.cib.na.cnr.it

E-MAIL cib@cib.cnr.it
r.boccaccio@cib.na.cnr.it

TELEFONO + 39 081 8675099/5266
 (Segreteria); + 39 081 8675103 (Direttore);
 + 39 081 8675111

FAX +39 081 8675251 (Direzione)
 +39 081 8675326 (Segreteria)
 +39 081 8675109 (Amministrazione)

INDIRIZZO Via Campi Flegrei, 34
 80078 Pozzuoli (NA)

DIRETTORE Maurizio Russo

E-MAIL direttore.icib@cib.na.cnr.it

POSTA ELETTRONICA CERTIFICATA
direttore.icib@pec.cnr.it

ICIB

Istituto di Cibernetica "Eduardo Caianiello"

L'ICIB (Istituto di Cibernetica "E. Caianiello") opera nel campo della cibernetica, della fisica della materia condensata, delle scienze dell'informazione, delle neuroscienze e della biologia. In particolare, conduce studi nei settori della fisica dei sistemi coerenti, dei sistemi informativi avanzati, della modellistica di sistemi naturali e artificiali e progetta e caratterizza tecnologie abilitanti, prototipi di strumentazione e dispositivi avanzati. Numerose le collaborazioni con varie Università estere e italiane (Illinois, Yale, Cambridge, Madrid, Israele, New York, San Pietroburgo, Losanna, Dublino, Napoli, Salerno, Roma, Cagliari, Chieti, Milano, Palermo, Bologna); Enti e centri di ricerca scientifica (Russian Academy of Sciences, CNRS di Grenoble, INTAS di Lingby, Institute of Biocybernetics and Biomedical Engineering di Varsavia, Accademia delle Scienze di Praga, Max-Planck Institute, Belarusian Academy of Sciences, INFN, Stazione Zoologica A. Dohrn di Napoli); Istituzioni pubbliche (Soprintendenze, Comuni, Province) e imprese (AN-SALDO CRIS, AtB-Advanced Technologies Biomagnetic, COMEFI, Pirelli Labs, PROMETE, COSMO FILM, SmithKline Beecham Pharmaceuticals).



SITO WEB www.icis.cnr.it
 E-MAIL icis@cnr.it; bonato@icis.cnr.it
 TELEFONO +39 049 8295940
 +39 049 8295941
 FAX +39 049 8702911
 INDIRIZZO Corso Stati Uniti, 4
 c/o Area della Ricerca di Padova
 35127 Padova
 DIRETTORE Gilberto Rossetto
 E-MAIL direttore@icis.cnr.it
rossetto@icis.cnr.it
 POSTA ELETTRONICA CERTIFICATA
direttore.icis@pec.cnr.it

ICIS

Istituto di Chimica Inorganica e delle Superfici

L'attività di ricerca dell'ICIS (Istituto di Chimica Inorganica e delle Superfici) è indirizzata allo sviluppo di nuove metodologie di sintesi e di processi razionali in grado di rispettare l'ambiente e la salute umana grazie al minore utilizzo e formazione di sostanze tossiche o dannose. Le competenze sviluppate sono alla base di uno dei settori strategici della chimica del futuro. Gli studi condotti dall'Istituto presentano elementi di forte innovazione, rivolti alla progettazione, sintesi non convenzionale, caratterizzazione e modulazione delle proprietà di sistemi chimici a diverso grado di complessità, applicati allo sviluppo sostenibile e alla sicurezza ambientale (fuel cells, produzione di idrogeno e suo sfruttamento quale fonte primaria di energia a basso costo e non inquinante, tecnologie fotovoltaiche, materiali autopulenti); alla salute (diagnostica, molecole bioattive, materiali biocompatibili per protesi e impianti); ai beni culturali (micro e nano-metodologie chimico-fisiche applicate a materiali ceramici, vetri e metallici). L'ICIS collabora con il LRMH - Laboratoire de Recherche des Monuments Historiques in Francia, l'UNESCO, il National Museum di Berlino, l'Institute of Inorganic Chemistry e la Russian Academic of Sciences in Russia, il CSIC spagnolo, l'Universidade do Estado de Santa Catarina (CCT), il Departamento de Engenharia Mecânica in Brasile, il Forschungszentrum Rossendorf in Germania e la Harvard Medical School di Boston.

239



SITO WEB www.icrm.cnr.it
 E-MAIL domenicangelo.freri@icrm.cnr.it
segreteria@icrm.cnr.it
 TELEFONO +39 02 2850 0021
 +39 02 2850 0032
 FAX +39 02 2890 1239
 INDIRIZZO Via Mario Bianco, 9
 20131 Milano
 DIRETTORE Sergio Riva
 E-MAIL sergio.riva@icrm.cnr.it
 POSTA ELETTRONICA CERTIFICATA
direttore.icrm@pec.cnr.it
 SEZIONI Milano, Roma

ICRM

Istituto di Chimica del Riconoscimento Molecolare

Le ricerche dell'ICRM sono incentrate sullo studio dei principi e delle forze che regolano la biospecificità e il bioriconoscimento a livello molecolare, coinvolgendo competenze multidisciplinari di chimica organica, biorganica, analitica e computazionale, biochimica e biotecnologia. In tali ambiti, l'ICRM affronta sia problematiche riguardanti la ricerca di base nel settore delle biomolecole, quali aspetti concernenti la regolazione biologica, le interazioni recettore-ligando o enzima substrato, il folding e la dinamica di peptidi e proteine, che aspetti più applicativi basati sull'impiego di metodologie chimiche e biotecnologiche per la produzione, caratterizzazione e analisi di composti di interesse chimico-farmaceutico, alimentare, ambientale e biomedico. Parole chiave che identificano l'attività dei ricercatori dell'ICRM sono, quindi, biocatalisi, biochimica strutturale, bioinformatica, microsistemi analitici, proteomica e sostanze naturali bioattive. L'Istituto ha sede a Milano e ha due UOS presso il Policlinico Gemelli della Università Cattolica di Roma e il Dipartimento di Chimica del Politecnico di Milano.



SITO WEB www.ictp.cnr.it

E-MAIL ictp@pec.cnr.it
seccr@ictp.cnr.it

TELEFONO +39 081 867 5111

FAX +39 081 867 5230

INDIRIZZO Via Campi Flegrei, 34
c/o Comprensorio "Adriano Olivetti"
Edificio 70 - 80078 Pozzuoli (NA)

DIRETTORE Cosimo Carfagna

E-MAIL direttore@ictp.cnr.it
cosimo.carfagna@ictp.cnr.it

POSTA ELETTRONICA CERTIFICATA
direttore.ictp@pec.cnr.it

SEZIONI Catania

ICTP

Istituto di Chimica e Tecnologia dei Polimeri

L'ICTP di Pozzuoli opera nel campo della ricerca dei materiali attraverso una rete organizzata che supporta la collaborazione tra le imprese private e le istituzioni pubbliche e di ricerca. Grazie all'Ufficio di Trasferimento Tecnologico offre alle aziende la possibilità di richiedere tecnologia non presente sul mercato e soluzioni a problemi tecnici, la possibilità di offrire e chiedere collaborazione per i progetti, e, soprattutto, mette sempre le aziende in contatto con consulenti esperti sulla tecnologia richiesta. I gruppi di ricerca sono organizzati come unione spontanea su temi specifici di ricerca, tecnologi e tecnici su progetti specifici e sono fondamentalmente strutture dinamiche con le attrezzature scientifiche più innovative. Le attività di ricerca dell'ICTP si articolano nelle seguenti linee all'interno del Dipartimento di chimica e tecnologia dei materiali: 1. Sintesi di polimeri e progettazione di sistemi polimerici innovativi per aumentare le prestazioni dello sviluppo Eco-Sostenibile; 2. Correlazione struttura-proprietà e metodi innovativi per la caratterizzazione di materiali polimerici; 3. Sviluppo e caratterizzazione di materiali polimerici biodegradabili naturali e sintetici. L'ICTP mantiene un forte rapporto con Università, imprese e centri nazionali e internazionali di ricerca (University of Massachusetts, University Polish Academy of Science, Università di Dublino, University of Georgia, Slovak Academy of Sciences, Hungarian Academy of Science, Fachhochschule Osnabrück Fachbereich Werkstoffe und Verfahren, Dipartimento di Chimica dell'Università del Tennessee, Institut für Technik und Landwirtschaft in Gartenbau) University of Helsinki, Istituto delle Macromolecole, Università Federale di Rio de Janeiro, Brasile, Centro Internazionale di Ingegneria genetica e Biotecnologia, Capo Town Component, Sud Africa, Istituto di Chimica Organica, National Academy of Sciences, Ucraina.

240



SITO WEB www.icvbc.cnr.it

E-MAIL s.palchetti@icvbc.cnr.it

TELEFONO +39 055 5225484

FAX +39 055 522 5403

INDIRIZZO Via Madonna del Piano, 10
Edificio C - Area della Ricerca di Firenze
50019 Sesto Fiorentino (FI)

DIRETTORE Piero Tiano

E-MAIL p.tiano@icvbc.it
direttore@icvbc.cnr.it

POSTA ELETTRONICA CERTIFICATA
direttore.icvbc@pec.cnr.it

SEZIONI Milano, Monterotondo (RM)

ICVBC

Istituto per la Conservazione e Valorizzazione dei Beni Culturali

L'ICVBC (L'Istituto per la Conservazione e Valorizzazione dei Beni Culturali) concentra la propria attività nel settore della conservazione del patrimonio culturale. Si occupa non solo degli aspetti della diagnostica, intesa come sviluppo di metodiche sempre più informative e meno invasive, ma anche dell'intervento. In questo senso la ricerca riguarda: l'ottimizzazione dei metodi di restauro, prima ancora che dei materiali; il monitoraggio, strumento cruciale di programmazione della conservazione nelle sue varie azioni (restauro, manutenzione programmata, conservazione preventiva); un approccio al bene sempre contestualizzato all'ambiente di conservazione. In alcuni casi, la contestualizzazione dell'intervento diventa essa stessa oggetto di studi (impatto climatico e antropico). Grazie a un'esperienza pluridecennale, l'Istituto collabora oltre che con altri Istituti del CNR anche con le principali Istituzioni (Opificio delle Pietre Dure e la Soprintendenza al Polo Museale di Firenze; l'Istituto Centrale del Restauro a Roma) e Enti locali (Regioni e Comuni) preposti alla tutela del patrimonio culturale. Svolge azione di trasferimento tecnologico verso privati e imprese che operano nel campo del restauro dei Beni Culturali. Partecipa a istituzioni nazionali (UNI) e internazionali (CENTC346) per la redazione di normative nel settore dei Beni Culturali. Rapporti di collaborazione esistono con diversi dipartimenti di alcune Università italiane (Firenze, Pisa, Torino, Milano, Parma e Varese) e straniere (Università Nuova di Lisbona, Weizmann Institute of Science di Rehovot, North Caroline State University, Netherland Institute for Cultural Heritage ad Amsterdam). Svolge formazione sia per studenti universitari che dottorandi e ospita stagisti per ricerche sperimentali nel settore.



SITO WEB www.idaic.cnr.it
 E-MAIL idaic@fi.191.it
 TELEFONO +39 055 579558
 FAX +39 055 5047100
 INDIRIZZO Via A.La Marmora, 29
 50121 Firenze
 RESPONSABILE SCIENTIFICO
 Alberto Germanò
 POSTA ELETTRONICA CERTIFICATA
direttore.idaic@pec.cnr.it

Centro di Responsabilità Scientifica IDAIC Istituto di Diritto Agrario Internazionale e Comparato

L'Istituto di Diritto Agrario Internazionale e Comparato (IDAIC) ha le sue radici nel 1922 con l'edizione della Rivista di diritto agrario. Incorporato nel 2003 nel CNR, esso ha per finalità lo studio del diritto agrario, del diritto agroalimentare e del diritto agroambientale (anche da un punto di vista comparato e internazionale), nonché il connesso studio storico, economico e politico con riguardo ai rapporti tra proprietà terriera e impresa agricola, agricoltura e alimentazione, agricoltura e ambiente. L'IDAIC è protagonista di un movimento culturale diffuso su scala mondiale attraverso: la Rivista di diritto agrario; la Collana con 65 volumi sul diritto agrario nazionale e straniero; i convegni sulla disciplina dell'agricoltura, dell'alimentazione e dell'ambiente; la redazione di testi normativi agrari per il Ministero dell'Agricoltura; una Biblioteca, con circa 14000 volumi e con 207 testate di riviste, i cui titoli sono sul sito www.idaic.cnr.it; la frequenza dei rapporti con i cultori del diritto agrario delle Università italiane e straniere; l'attuazione, su incarico del MiPAAF, di cicli di lezioni destinate a funzionari ministeriali sul diritto agroalimentare nazionale e comunitario.

241



SITO WEB www.idasc.cnr.it
 E-MAIL segreteria@idasc.cnr.it
 TELEFONO +39 06 45488482
 FAX +39 06 45488061
 INDIRIZZO Via del Fosso del Cavaliere, 100
 00133 Roma
 DIRETTORE Claudio Rafanelli
 E-MAIL direzione@idasc.cnr.it
 SEZIONI Brescia, Ferrara

IDASC Istituto di Acustica e Sensoristica "Orso Mario Corbino"

L'IDASC (Istituto di Acustica e Sensoristica "Orso Mario Corbino") costituisce il riferimento nazionale e internazionale per la disciplina dell'acustica, coinvolta in numerosi aspetti dello sviluppo scientifico, tecnologico, economico e sociale dei vari Paesi. Inoltre, l'Istituto è sede legale dell'Associazione Italiana di Acustica (AIA), che raccoglie la comunità scientifica degli acustici italiani. L'AIA opera nei settori della scienza e della tecnologia per lo sviluppo di nuovi dispositivi acusto-elettronici e acusto-ottici per il trattamento di segnali elettrici, di trasduttori e, recentemente, sono entrati a far parte del Laboratorio "SENSOR", a Brescia ed il Laboratorio "Sound Energetics" a Ferrara per le applicazioni avanzate nel campo dell'ICT, della medicina (biosensori di DNA, sonde intensimetriche P-V), delle nanotecnologie (celle solari di terza generazione, nanowire electronics), dell'agroalimentare (naso elettronico EOS), dei beni culturali, dell'ambiente e della sicurezza (rilevazione del rumore, geo-acustica, acustica subacquea), dell'Hi-Fi. Inoltre, all'interno dell'Istituto, è attivo il Centro di Calibrazione, già accreditato SIT, per la taratura di idrofoni. L'IDASC svolge una consolidata attività di trasferimento tecnologico e di ricerca scientifica e industriale, supportata da progetti comuni con la Commissione Europea, alcuni Ministeri (Economia e Finanze, Ambiente), Regioni, Agenzie Regionali per la Protezione dell'Ambiente, Aeronautica Militare Italiana, Enti e Università italiane ed estere. Dal 2005 è sede dell'ICES, Accordo Scientifico con INOGS, INGV, e CNEA Argentina.



SITO WEB www.idpa.cnr.it

E-MAIL info@idpa.cnr.it
direzione@idpa.cnr.it

TELEFONO +39 041 2348547
+39 041 2348922

FAX +39 041 2348549

INDIRIZZO Calle Larga Santa Marta, 2137
c/o Dipartimento di Scienze Ambientali,
Informatica e Statistica, Università
Ca' Foscari - 30123 Venezia

DIRETTORE Carlo Barbante

E-MAIL direttore@idpa.cnr.it
carlo.barbante@idpa.cnr.it

POSTA ELETTRONICA CERTIFICATA
direttore.idpa@pec.cnr.it

SEZIONI Milano, Padova

242

IDPA

Istituto per la Dinamica dei Processi Ambientali

L'IDPA ha posto come base del suo progetto di ricerca la necessità di comprendere il cambiamento globale dell'ambiente e del clima, i suoi effetti sul territorio, la sua evoluzione nel tempo e i possibili rimedi. Negli ultimi anni è cresciuta la consapevolezza che le variazioni ambientali, sia legate alla naturale dinamica del pianeta, sia influenzate dal comportamento umano, incidono in modo sensibile sugli assetti socio-economici.

La mission di IDPA è di contribuire alla comprensione dell'evoluzione dell'ambiente, inteso come sistema in equilibrio dinamico caratterizzato da processi fisici, chimici, geologici e biologici. Le tematiche di ricerca riguardano lo studio di inquinanti, la contaminazione chimica ambientale, la caratterizzazione dei processi di contaminazione che interessano le acque sotterranee, le cause e le dinamiche di incendi civili e boschivi, la valutazione e la conservazione del patrimonio culturale. IDPA studia inoltre i sistemi geologici (geodinamica, georisorse e multirischio), conduce attività scientifiche in Antartide, Artico e Groenlandia nel settore della paleoclimatologia e studia la diffusione della contaminazione in aree antropizzate valutando l'impatto delle attività umane sull'ambiente e proponendo interventi di recupero ambientale.



SITO WEB www.ieiit.cnr.it

E-MAIL ieiit.to@cnr.it
aurora.martina@ieiit.cnr.it

TELEFONO +39 011 5645400

FAX +39 011 5645429

INDIRIZZO Corso Duca degli Abruzzi, 24
Politecnico di Torino - 10129 Torino

DIRETTORE Riccardo Tascone

E-MAIL riccardo.tascone@ieiit.cnr.it
direttore@ieiit.cnr.it

POSTA ELETTRONICA CERTIFICATA
direttore.ieiit@pec.cnr.it

SEZIONI Bologna, Genova, Milano,
Padova, Pisa

IEIT

Istituto di Elettronica e di Ingegneria dell'Informazione e delle Telecomunicazioni

L'IEIT (Istituto di Elettronica e di Ingegneria dell'Informazione e delle Telecomunicazioni) possiede competenze avanzate nel settore dell'ingegneria dell'informazione e, quindi, nelle discipline dell'informatica, dell'elaborazione dei segnali, delle telecomunicazioni, della sistemistica, dei controlli automatici, dell'elettromagnetismo applicato, dell'elettronica e della fotonica. L'IEIT coniuga sapientemente gli aspetti della ricerca di base con quelli applicativi, utili per la conoscenza e l'acquisizione di nuovi strumenti. I risultati dell'IEIT rientrano nel processo di innovazione del sistema produttivo, grazie alla realizzazione di prodotti soft (algoritmi, modelli di simulazione, metodiche progettuali e tecniche di sintesi) e prodotti hard (nuove architetture di dispositivi, sensori e sottosistemi) caratterizzati sperimentalmente nei propri laboratori e utili per applicazioni nel settore industriale, delle telecomunicazioni e delle osservazioni scientifiche terrestri e spaziali.

All'IEIT sono dovuti importanti contributi in numerosi settori tra cui quelli delle reti telematiche, dei sistemi di comunicazione wireless, del calcolo parallelo e distribuito, della visione artificiale, di sistemi e dispositivi a microonde e onde millimetriche. L'approccio ingegneristico, che contraddistingue le attività di ricerca dell'Istituto, facilita il rapporto con le realtà produttive del Paese e l'instaurarsi di contratti e collaborazioni scientifiche con industrie, PMI, enti di ricerca, agenzie e varie Università tra cui Bologna, Genova, Milano, Padova e Pisa.



SITO WEB www.ieni.cnr.it

E-MAIL tiziana.collodel@ieni.cnr.it
segreteria@ieni.cnr.it

TELEFONO +39 049 8295 850/851

FAX +39 049 8295 853/852

INDIRIZZO Corso Stati Uniti, 4
35127 Padova

DIRETTORE Sergio Daolio

E-MAIL s.daolio@ieni.cnr.it

SEZIONI Genova, Milano, Pavia, Lecco

IENI

Istituto per l'Energetica e le Interfasi

L'Istituto per l'Energetica e le Interfasi (IENI) è caratterizzato da un'elevata interdisciplinarietà orientata alla scienza e tecnologia dei materiali. A Padova e Pavia, con una storica vocazione elettrochimica, si sviluppano materiali ceramici e polimerici in bulk o film sottile per vari dispositivi, materiali termoelettrici, materiali innovativi per batterie o supercapacitori e nanofluidi per migliorare gli scambi termici, oltre a studiare teoria e applicazioni della spettroscopia d'impedenza in vari temi elettrochimici e di scienza dei materiali. Lo IENI di Lecco è uno dei pochi centri in Italia nel settore della metallurgia avanzata, dove vengono studiate leghe a memoria di forma, materiali termoelettrici, schiume metalliche e compositi per applicazioni nell'energia e nei trasporti. Nella sede milanese si studiano il comportamento meccanico e micro strutturale di materiali per altissime prestazioni, tecnologia e fluidodinamica della combustione in propulsori o bruciatori industriali e diagnostiche basate su spettroscopie laser, utili anche per valutare l'impatto ambientale di fumi e polveri. A Genova si sviluppano materiali ceramici funzionali nanostrutturati per la produzione o recupero di energia, o in dispositivi elettronici; metalli e leghe fusi a contatto con altri materiali metallici e ceramici. Le attività dello IENI sono svolte in collaborazione con numerose istituzioni e imprese, tra cui CNRS (LISE), Europea Microfusioni Aerospaziali, Ansaldo Energia, Enea, Univ. Berkeley, Ecole des Mines (ENSMP), ESA, Max-Planck Inst. for Colloids and Interfaces.

243



SITO WEB www.ieos.cnr.it

E-MAIL segreteria@ieos.cnr.it
rastelli@ieos.cnr.it

TELEFONO +39 081 7463602

FAX +39 081 2296674

INDIRIZZO Via Sergio Pansini, 5
80131 Napoli

DIRETTORE Alfredo Fusco

E-MAIL a.fusco@ieos.cnr.it

IEOS

Istituto per l'Endocrinologia e l'Oncologia "Gaetano Salvatore"

Le attività di ricerca dell'IEOS (Istituto per l'Endocrinologia e Oncologia "G. Salvatore") sono svolte nelle tematiche dell'oncologia, dell'endocrinologia e della patologia molecolare. L'Istituto rappresenta un'eccellenza scientifica riconosciuta a livello internazionale per le sue ricerche sui tumori di tipo endocrino, sul differenziamento e la proliferazione della ghiandola tiroidea; sul ruolo determinante di specifiche proteine nei processi di progressione tumorale e nell'insorgenza degli adenomi ipofisari; sui meccanismi molecolari responsabili dell'insorgenza del diabete mellito di tipo 2, con particolare attenzione nell'identificare nuovi geni. L'IEOS ha, nel tempo, contribuito a offrire nuove prospettive applicative per la diagnosi e la terapia e, recentemente, ha potenziato gli studi sui non-coding RNA (molecole non codificanti) considerati una nuova classe di regolatori genici con un ruolo importante nel differenziamento cellulare e nelle neoplasie. I progetti di ricerca in corso sono finanziati da AIRC, Telethon, Regione Campania, Unione Europea e MIUR, e sono numerose le collaborazioni Internazionali dell'Istituto. In particolare con il Kimmel Cancer Center, la Jefferson University di Filadelfia, l'Ohio State University, il Centro Leon Berard di Lione, il CNIO di Madrid, l'NIH di Bethesda. Con tali Centri è stato istituito in passato anche un Dottorato Internazionale di Oncologia del quale l'Istituto è tuttora coordinatore.



SITO WEB www.ifac.cnr.it
 E-MAIL ifac@cnr.it
 TELEFONO +39 055 52251/436
 FAX +39 055 5226477
 INDIRIZZO Via Madonna del Piano, 10
 50019 Sesto Fiorentino (FI)
 DIRETTORE Renza Salimbeni
 E-MAIL direttore.ifac@cnr.it
r.salimbeni@ifac.cnr.it
 POSTA ELETTRONICA CERTIFICATA
ifac@pec.cnr.it

244

IFAC

Istituto di Fisica Applicata "Nello Carrara"

L'obiettivo primario dell'IFAC (Istituto di Fisica Applicata "Nello Carrara") è lo studio interdisciplinare di metodi fisici per nuove applicazioni quali i dispositivi fotonici per le telecomunicazioni, la strumentazione aerotrasportata su satelliti, i palloni e gli aerei per l'osservazione della Terra, le soluzioni digitali per l'accesso all'informazione, la biofotonica per terapie e chirurgia, i laser e le lavorazioni laser per l'industria, i sensori ottici per il controllo ambientale, le tecniche e le diagnostiche per l'archeometria e la conservazione dei beni culturali. Gli approcci perseguiti sono di ricerca teorica, sperimentale e applicata, con una forte attitudine allo sviluppo di nuove tecniche ed alla costruzione di prototipi di strumenti innovativi. L'Istituto è impegnato nella conduzione di ricerche di frontiera a livello internazionale e nello stesso tempo persegue intensivamente lo sviluppo di nuove tecnologie e metodologie da trasferire efficacemente al sistema economico nazionale; l'IFAC collabora, infatti, con imprese high-tech nei settori di competenza attraverso progetti regionali. Attualmente l'Istituto partecipa a 13 progetti internazionali, 8 progetti nazionali e 14 progetti della Regione Toscana; i progetti europei POP ART, CHARISMA, LIGHT+TER, PHOTONICS4LIFE, CAREMAN, CARDIAC, ESA ESTEC CORE, STOCATA, LEIMON, KLIMA, MIPAS, SIDS, DOMEX-2 sostengono le ricerche nei settori del patrimonio culturale, della biofotonica e dell'accesso all'informazione, sul clima e sull'osservazione della Terra.



SITO WEB www.ifc.cnr.it
 E-MAIL ifc@cnr.it
daniela.banti@ifc.cnr.it
 TELEFONO +39 050 3153302/2398
 FAX +39 050 3152734
 050 3153303
 INDIRIZZO Via Giuseppe Moruzzi, 1
 c/o Area di Ricerca "S. Cataldo"
 56124 Pisa
 DIRETTORE Eugenio Picano
 E-MAIL picano@ifc.cnr.it
 POSTA ELETTRONICA CERTIFICATA
ifc@pec.cnr.it
 SEZIONI Lecce, Massa Carrara, Milano,
 Roma, Siena

IFC

Istituto di Fisiologia Clinica

L'Istituto di Fisiologia conta oggi 480 unità di personale (tra cui 42 dottorandi, 52 assegnisti, 24 contratti d'opera e 43 tempi determinati su fondi esterni), con 101 ricercatori e tecnologi a tempo indeterminato, tra i quali 29 biologi, 21 medici (cardiologi, pneumologi, diabetologi, medici nucleari e radiologi), 12 ingegneri (meccanici, elettronici, nucleari, biomedici), 11 epidemiologi, 6 informatici, 5 biostatistici, 5 chimici, 5 fisici e inoltre matematici, economisti, psicologi e farmacisti. Nel 2011, l'IFC ha attratto contratti esterni per circa 9 milioni di euro, con 27 grant europei (20 dal Framework program 7, 4 come coordinatore), e ha prodotto 216 articoli su riviste internazionali peer-reviewed (con impact factor medio= 3.8). L'IFC ha quattro principali aree di competenza: fisiopatologia clinica; medicina sperimentale, cellulare e molecolare; tecnoscienze (e-health, nano-materiali, biotecnologia); epidemiologia (clinica, ambientale, sociale e molecolare). Le quattro grandi aree di conoscenza convergono da prospettive diverse e complementari su tre principali argomenti d'interesse (aterosclerosi, scompenso cardiopolmonare, ambiente e salute), per evitare la frammentazione culturale e valorizzare le culture multidisciplinari come richiede lo standard qualitativo della ricerca scientifica e tecnologica.



SITO WEB www.ifn.cnr.it

E-MAIL ifn@cnr.it
alessandra.brocca@ifn.cnr.it
roberta.bertoli@ifn.cnr.it

TELEFONO +39 02 23996281

FAX +39 02 23996126

INDIRIZZO Piazza Leonardo da Vinci, 32
 c/o Dipartimento di Fisica del Politecnico
 di Milano - 20133 Milano

DIRETTORE Gianluca Galzerano

E-MAIL gianluca.galzerano@ifn.cnr.it
gianluca.galzerano@fisi.polimi.it

POSTA ELETTRONICA CERTIFICATA
direttore.ifn@pec.cnr.it

SEZIONI Roma, Trento, Padova, Bari

IFN

Istituto di Fotonica e Nanotecnologie

L'IFN (Istituto di Fotonica e Nanotecnologie) svolge ricerche innovative nel campo della fotonica considerando sia gli aspetti più fondamentali, legati all'interazione radiazione-materia, che quelli più applicativi, collegati allo sviluppo di nuove tecnologie per la realizzazione di sistemi e dispositivi fotonici ed optoelettronici avanzati. Tali ricerche hanno significative ricadute in svariati settori portanti per l'economia e il miglioramento della qualità della vita dei cittadini quali, ad esempio, le scienze dei materiali, la medicina, la biologia, il monitoraggio ambientale, le telecomunicazioni a larga banda e i beni culturali. In particolare, sono condotti studi sulla interazione radiazione materia con risoluzione temporale e potenza di picco estremamente elevate, sulla fisica dei laser, sullo sviluppo di processi avanzati per micro e nano optoelettronica, e sullo sviluppo di tecniche di diagnostica ottica (in ambito medico-biologico, agroalimentare, per i beni culturali e per le applicazioni spaziali) dal medio infrarosso fino ai raggi X. L'IFN è fortemente integrato con la comunità scientifica Universitaria Italiana e collabora con i più importanti centri di ricerca internazionali del settore attraverso progetti finalizzati finanziati dalle principali Agenzie e fondazioni Nazionali e Internazionali.

245



SITO WEB www.ifp.cnr.it

E-MAIL ifp@cnr.it
riggio@ifp.cnr.it
segreteria@ifp.cnr.it

TELEFONO +39 02 66173238

FAX +39 02 66173239

INDIRIZZO Via Roberto Cozzi, 53
 20125 Milano

DIRETTORE Maurizio Giuseppe Lontano

E-MAIL lontano@ifp.cnr.it
direzione@ifp.cnr.it
direttore@ifp.cnr.it

POSTA ELETTRONICA CERTIFICATA
direttore.ifp@pec.cnr.it

IFP

Istituto di Fisica del Plasma "Piero Caldirola"

L'Istituto di Fisica del Plasma (IFP) svolge attività di ricerca nel campo della fusione termonucleare e costituisce un'Unità di Ricerca nell'associazione EURATOM-ENEA-CNR sulla fusione. Come tale IFP collabora alla realizzazione del prototipo sperimentale di reattore a fusione, ITER. IFP ha un'esperienza riconosciuta internazionalmente nella fisica e nelle tecnologie del riscaldamento dei plasmi mediante onde elettromagnetiche di potenza, basato sull'interazione risonante onda-plasma alla frequenza di ciclotrone degli elettroni (ECRH). Le competenze sviluppate nel campo delle microonde permettono all'IFP di partecipare, con altri laboratori europei, alla progettazione e alla realizzazione di strumentazione ad alto contenuto tecnologico e innovativo per ITER: i carichi bolometrici per radiazione elettromagnetica ad alta potenza (2MW) e alta frequenza (170GHz), il lanciatore di radiazione EC ed il suo sistema di controllo, alcuni componenti a microonde per l'antenna ICRH. L'IFP possiede competenze anche in diversi altri settori della fusione, ad esempio nella fisica del trasporto e delle onde nei plasmi, e nello sviluppo e installazione di diagnostiche innovative nei tokamak. L'IFP inoltre collabora con ENEA-Frascati, RFX-Padova, IPP-Garching, CRPP-Losanna, JET-UK. Infine, in IFP sono operanti due macchine a plasma, una con configurazione lineare del campo magnetico ed una a cuspid, diversi reattori a RF e una micro-torcia a plasma per deposizioni di film sottili.



Consiglio Nazionale delle Ricerche

SITO WEB www.ift.cnr.it

E-MAIL segreteria@ift.cnr.it
ift@ift.cnr.it

TELEFONO +39 06 49934486

FAX +39 06 45488257

INDIRIZZO Via Fosso del Cavaliere, 100
00133 Roma

DIRETTORE Pasquale Pierimarchi

ELETTRONICA CERTIFICATA
direttore.ift@pec.cnr.it

SEZIONI Cagliari, L'Aquila,
Roma - Ospedale San Camillo

IFT

Istituto di Farmacologia Traslazionale

Le attività di ricerca dell'IFT (Istituto di Farmacologia Traslazionale) includono gli studi di nuovi target molecolari diagnostici, preventivi e terapeutici e lo sviluppo di biomarkers e nel settore della farmacogenetica. Oltre allo studio di strategie terapeutiche innovative e sviluppo di piattaforme di "drug discovery" e "drug delivery", l'IFT opera nella sperimentazione preclinica e ricerca traslazionale, nel campo degli aspetti regolatori del farmaco. La ricerca svolta dall'Istituto mira alla definizione di strategie innovative per lo stato di sensibilizzazione HLA nel trapianto d'organo e all'assistenza ad alta specializzazione nella valutazione di compatibilità HLA nei trapianti.

L'Istituto collabora in un network nazionale ed internazionale tramite accordi di collaborazione con varie Università e istituzioni connesse ai sistemi sanitari pubblici e alle compagnie farmaceutiche legate all'innovazione tecnologica.

246



Consiglio Nazionale delle Ricerche

SITO WEB www.igag.cnr.it

E-MAIL igag@cnr.it
ammin.igag@igag.cnr.it

TELEFONO +39 06 90672743

FAX +39 06 90672733

INDIRIZZO Via Salaria km 29,300 C.P. 10
00015 Monterotondo (RM)
Area della Ricerca di Roma 1

DIRETTORE Paolo Messina

E-MAIL direttore.igag@igag.cnr.it

POSTA ELETTRONICA CERTIFICATA
direttore.igag@pec.cnr.it

SEZIONI Cagliari, Roma, Torino

IGAG

Istituto di Geologia Ambientale e Geoingegneria

L'IGAG (Istituto di Geologia Ambientale e Geoingegneria) svolge ricerca di base e applicata nei temi della recente storia geologica della Terra. Una parte cospicua delle propria attività è dedicata alla difesa dalle catastrofi naturali, con particolare riferimento agli effetti di terremoti e frane; alla definizione delle sorgenti sismogeniche e alla microzonazione sismica. L'Istituto conduce anche studi nel settore della geologia marina e, quindi, della geomorfologia delle aree costiere italiane, raccogliendo dati morfobatimetrici ad altissima risoluzione e realizzando carte geologiche di elevato dettaglio. L'IGAG, inoltre, sviluppa metodologie e procedure di supporto all'attività normativa per la valutazione e mitigazione del rischio sismico, vulcanico e geochimico e per lo sviluppo di processi e tecnologie connesse allo sfruttamento, alla valorizzazione e alla lavorazione delle risorse minerarie. Si occupa inoltre del recupero dei rifiuti generati dalle grandi attività industriali, recupero energetico dei rifiuti urbani, recupero e valorizzazione delle materie prime dei rifiuti elettronici. Sono numerose le collaborazioni che l'Istituto può vantare, in Italia e all'estero, con Università (Leoben, Sydney, Roma, L'Aquila, Sassari, Cagliari), centri di ricerca (Austrian Research Center, Moscow Institute of Steel and Alloys, Institute of Mining & Processing Technology di Tirana, Institute GEONICS, Russian Academy of Sciences, INGV, ENEA, ICES in Argentina), Istituzioni (Ministeri, Soprintendenze, Regioni, Province, Dipartimento Protezione Civile) e aziende (ENI, ANAS, ENEL, Maffei, Sardinian Gold Mining, Sarda Silicati).



SITO WEB www.igb.cnr.it
 E-MAIL segreteria@igb.cnr.it
 TELEFONO +39 081 6132401
 FAX +39 081 6132706
 INDIRIZZO Via Pietro Castellino, 111
 80131 Napoli
 DIRETTORE Antonio Baldini
 E-MAIL antonio.baldini@igb.cnr.it
 POSTA ELETTRONICA CERTIFICATA
direttore.igb@pec.cnr.it

IGB

Istituto di Genetica e Biofisica “Adriano Buzzati-Traverso”

Le ricerche condotte in campo genetico dall'IGB (Istituto di Genetica e Biofisica “Adriano Buzzati Traverso”) sono svolte con un approccio integrato da studi morfologici e molecolari delle macromolecole di interesse biologico (DNA, RNA e proteine) in organismi modello (procarioti e eucarioti). Le attività di ricerca sono condotte nei settori della genetica e biologia molecolare, della patogenesi delle malattie umane, della biologia delle cellule staminali, delle biotecnologie applicate all'ambiente e all'agricoltura. L'IGB può contare su strutture di laboratorio efficienti e all'avanguardia nella sua sede di Napoli. La multidisciplinarietà, l'expertise del personale, le tecnologie utilizzate e i contributi e risultati scientifici fanno sì che l'Istituto risulti in posizioni di spicco nelle discipline delle scienze della vita. L'IGB opera, inoltre, per la promozione e la diffusione della cultura scientifica in Italia e all'estero e collabora con varie importanti realtà nazionali ed internazionali quali l'Unione Europea, l'European Science Foundation, il MIUR, l'Istituto Superiore della Sanità, l'AIRC e Telethon. Numerosi contatti con gruppi di ricerca di Austria, Canada, Danimarca, Finlandia, Francia, Germania, Grecia, Inghilterra, Israele, Messico, Panama, Spagna, Svezia, Svizzera, USA. Conseguenza della estesa rete di collaborazioni e di scambi culturali con diversi laboratori è la possibilità che offre l'IGB ai giovani ricercatori di interagire e formarsi direttamente con scienziati di fama internazionale.

247



SITO WEB www.igg.cnr.it
 E-MAIL igg@cnr.it
 TELEFONO +39 050 3152372
 FAX +39 050 3152323
 INDIRIZZO Via Giuseppe Moruzzi, 1
 c/o Area della Ricerca di Pisa - 56124 Pisa
 DIRETTORE Sonia Tonarini
 E-MAIL s.tonarini@igg.cnr.it
direttore@igg.cnr.it
 POSTA ELETTRONICA CERTIFICATA
direttore.igg@pec.cnr.it
 SEZIONI Firenze, Torino, Roma, Pavia,
 Padova, Pisa

IGG

Istituto di Geoscienze e Georisorse

L'Istituto di Geoscienze e Georisorse svolge attività di ricerca orientata a definire la struttura e la composizione del sistema Terra nel tempo e nello spazio. Le ricerche nei campi della geologia, l'energia geotermica, idrogeologia, geochemica e mineralogia, indirizzate all'utilizzo delle risorse naturali per uno sviluppo sostenibile, sono facilitate da un'importante piattaforma analitica che consente di applicare le conoscenze acquisite dallo studio di materiali naturali e sintetici ai settori dei beni culturali, dell'ambiente e delle georisorse, del sequestro geo-mineralogico dei gas serra e della circolazione dei fluidi sia in aria sia nel sottosuolo. Altro campo d'indagine dell'IGG riguarda le strutture profonde delle aree geotermiche, per lo sfruttamento energetico del calore tramite sistemi geotermici ingegnerizzati (EGS). L'IGG collabora con Università italiane e straniere, con alcuni Ministeri, diversi Enti pubblici e aziende private. Infine, l'IGG partecipa a progetti coordinati dal Progetto Nazionale Ricerche Antartide, dal Gruppo Nazionale di Vulcanologia dal Gruppo Nazionale Difesa Catastrofi Idrogeologiche, dall'UNESCO, dall'IAEA e dalla Comunità Europea.



SITO WEB www.igi.cnr.it
E-MAIL mariateresa.orlando@igi.cnr.it
TELEFONO +39 049 8295000
+39 049 8295001
+39 049 8295990
FAX +39 049 8700718
INDIRIZZO Corso Stati Uniti, 4
35127 Padova
DIRETTORE Vanni Antoni
E-MAIL direzione.igi@igi.cnr.it
vanni.antoni@igi.cnr.it

248

IGI Istituto Gas Ionizzati

L'Istituto Gas Ionizzati (IGI) opera nel settore della fusione termonucleare controllata (CTF).

Le attività di ricerca sono svolte all'interno del Consorzio RFX i cui membri sono CNR, ENEA, INFN, Università di Padova e Acciaierie Venete Spa. Tutte le attività di ricerca sono completamente integrate nei programmi internazionali, europei e nazionali finalizzati alla realizzazione di ITER, il progetto internazionale per la dimostrazione della fattibilità fisica e tecnologica della CTF, e al progresso generale delle conoscenze in fisica e tecnologia della fusione. Le attività più rilevanti sono: realizzazione del primo iniettore di neutri per ITER e del relativo laboratorio di prova presso l'Area della Ricerca del CNR di Padova; Operazione di RFX, attualmente l'esperimento Reversed Field Pinch più importante in termini di dimensioni e prestazioni; nel quadro dell'accordo "Broader Approach" tra UE e Giappone, realizzazione di alimentazioni per l'esperimento giapponese JT60SA; partecipazione alla progettazione di diagnostiche per ITER. L'IGI ha un impegno significativo a livello nazionale ed europeo in materia di formazione di studenti ed esperti qualificati nel settore della fusione.



SITO WEB www.igm.cnr.it
E-MAIL igm@cnr.it
fiorani@igm.cnr.it
TELEFONO +39 0382 546322
FAX +39 0382 422286
INDIRIZZO Via Abbiategrasso, 207
27100 Pavia
DIRETTORE Giuseppe Biamonti
E-MAIL biamonti@igm.cnr.it
POSTA ELETTRONICA CERTIFICATA
direttore.igm@pec.cnr.it
SEZIONI Bologna, Chieti

IGM Istituto di Genetica Molecolare

L'Istituto di Genetica Molecolare (IGM) applica metodiche di genetica molecolare per studiare la biologia di cellule umane normali e patologiche con particolare attenzione per le ricadute biotecnologiche. Vengono studiati: 1- i meccanismi di proliferazione cellulare, replicazione del DNA e stabilità del genoma, apoptosi in cellule umane; 2- le malattie genetiche ereditarie con difetti nella riparazione dei danni sul DNA, le distrofie muscolari e le laminopatie; 3- la regolazione post-trascrizionale dell'espressione genica durante la risposta cellulare allo stress e la progressione tumorale; 4- espressione genica con metodi bio-informatici. Per quanto riguarda la ricerca applicata: 1- sviluppo di tecniche, protocolli e strumentazioni per imaging ottico in vivo e in vitro per applicazioni biomediche; 2- identificazione di nuovi composti con proprietà terapeutiche antiproliferative; 3- sviluppo di approcci terapeutici su cellule muscolari prelevate da pazienti distrofici e in modelli di cellule staminali. Numerose sono le collaborazioni nazionali ed internazionali, come dimostrato dai grants dell'Unione Europea e dalla partecipazione al Network di eccellenza sullo splicing alternativo.



E-MAIL igp@cnr.it
c.lamon@igp.cnr.it
 TELEFONO +39 079 2841301
 FAX +39 079 2841399
 INDIRIZZO Trav. La Crucca, 3
 Reg. Baldinca - 07100 Li Punti (SS)
 Area della Ricerca di Sassari
 DIRETTORE Mario Pirastu
 E-MAIL pirastu@igp.cnr.it
 POSTA ELETTRONICA CERTIFICATA
igp@pec.cnr.it

IGP

Istituto di Genetica delle Popolazioni

L'IGP conduce dal 1995 un grande studio popolazionistico in una regione (Ogliastra) della Sardegna caratterizzata da un secolare isolamento geografico-culturale e un'elevata omogeneità genetica che semplifica l'identificazione dei fattori di rischio, genetici e non, delle malattie più comuni nell'uomo. Il nostro approccio si basa su una piattaforma tecnologica innovativa che permette uno studio multidisciplinare, comprendente dati genetici, genealogici, clinici e ambientali di circa 15.000 persone, e che costituisce uno dei più ampi Database (e Biobanca) al mondo nel campo degli isolati genetici. La validità del nostro modello è stata confermata dai risultati finora ottenuti nello studio di varianti geniche associate sia a malattie che a tratti fisiologici ad esse associati. Questi risultati sono in gran parte replicati in altri simili studi popolazionistici e alcuni geni sono stati funzionalmente confermati in modelli animali. Grazie a questa piattaforma l'IGP collabora con un numero sempre più ampio di ricercatori nazionali e internazionali anche in settori quali la matematica e l'informatica. Questa piattaforma è un patrimonio importante per la ricerca biomedica in Italia.

249



SITO WEB www.igv.cnr.it
 E-MAIL direttore.igv@cnr.it
segreteria.igv@igv.cnr.it
 TELEFONO +39 080 5583400
 FAX +39 080 5587566
 INDIRIZZO Via Giovanni Amendola, 165/A
 70126 Bari
 DIRETTORE Domenico Pignone
 E-MAIL direttore.igv@igv.cnr.it
domenico.pignone@igv.cnr.it
 POSTA ELETTRONICA CERTIFICATA
direttore.igv@pec.cnr.it
 SEZIONI Sesto Fiorentino (FI), Palermo,
 Perugia, Portici (NA)

IGV

Istituto di Genetica Vegetale

L'IGV (Istituto di Genetica Vegetale) possiede competenze multidisciplinari e avanzate per l'acquisizione, la gestione e l'utilizzo delle risorse genetiche vegetali; per lo studio della variabilità genetica presente nei pool genici; per la ricerca di nuovi geni con caratteristiche di pregio e di quelli coinvolti nella sintesi di sostanze utili; per l'analisi dell'interazione piante - ambiente; per l'osservazione delle potenziali applicazioni in campo farmaceutico e alimentare. L'Istituto, inoltre, gestisce la prima e più grande banca genetica vegetale italiana e ha, quale obiettivo finale, lo sviluppo delle conoscenze necessarie e la diffusione delle tecnologie convenzionali e innovative utili per affrontare e risolvere problematiche di interesse nazionale nel settore agroalimentare, e offrire soluzioni adeguate per migliorare la qualità della vita, il benessere e la salute dei cittadini. Nell'ambito delle sue attività scientifiche, l'IGV collabora con prestigiose istituzioni europee ed extraeuropee, quali il Leibniz Institute of Plant Breeding in Germania, il John Innes Centre in UK, la rete degli Istituti del CIHEAM, l'Università del Winsconsin e di Purdue negli USA, l'Agricultural Research Organization in Israele. Fitta la rete di collaborazioni anche con Università (Firenze, Roma, Napoli, Palermo), enti (Istituto Agronomico Mediterraneo, Centro Regionale Agrario Sperimentale, Regione Sardegna, Enea) e istituzioni italiane (Ministero per le Politiche Agricole e Forestali, Regione Basilicata, Comunità montane dell'Umbria).



SITO WEB www.iaa.cnr.it

E-MAIL info@iaa.cnr.it
direzione@iaa.cnr.it

TELEFONO +39 06 90625349

FAX +39 06 90672660

INDIRIZZO Via Salaria km 29,300 C.P. 10
00015 Monterotondo (RM)

DIRETTORE Nicola Pirrone

E-MAIL pirrone@iaa.cnr.it

POSTA ELETTRONICA CERTIFICATA
direttore.iaa@pec.cnr.it

SEZIONI Rende (CS), Roma

250

IIA Istituto sull'Inquinamento Atmosferico

L'IIA (Istituto sull'Inquinamento Atmosferico) svolge attività di ricerca nel campo dell'inquinamento atmosferico nelle aree urbane, industriali, remote e in ambienti confinati. Le tematiche affrontate riguardano la valutazione delle criticità ambientali in relazione all'impatto sulla salute, sulle opere d'arte e al danneggiamento di edifici storici; l'osservazione e lo studio delle dinamiche degli inquinanti atmosferici e della qualità dell'aria in aree polari e su scala locale e globale. Obiettivo dell'IIA è lo sviluppo di metodologie e tecnologie per definire lo stato di qualità e sostenibilità ambientale; di modelli integrati di analisi a supporto delle decisioni normative; di metodi e procedure di certificazione per la valutazione della qualità dell'aria e delle missioni industriali; di sistemi per la gestione delle problematiche e per la diffusione delle conoscenze scientifiche. L'Istituto ha un ruolo di leadership in progetti e programmi internazionali e collabora con Ministeri (Ambiente, Salute, Difesa, MIUR, Esteri), Università (Calabria, Lecce, Siena, Milano, Roma, Parma, Salerno, Algeri, Ankara, Pechino, Michigan, Washington, Harvard), Organismi e Istituzioni (CE, ONU), Enti e centri di ricerca (ISPESL, ISS, ASI, NILU, Ist. Paul Sherrer in Svizzera, CNRS di Grenoble, Ist. Meteorologico Finlandese, CEAM, Agenzia Cinese e USA per la Protezione dell'Ambiente) e imprese. L'IIA è stato protagonista degli studi condotti per le Olimpiadi di Pechino 2008, l'EXPO 2010 a Shanghai e i Giochi del Commonwealth in India.



SITO WEB www.iit.cnr.it

E-MAIL segreteria@iit.cnr.it

TELEFONO +39 050 3152112

FAX +39 050 3152113

INDIRIZZO Via G. Moruzzi, 1
c/o Area della Ricerca CNR di Pisa
56124 Pisa

DIRETTORE Domenico Laforenza

E-MAIL direzione@iit.cnr.it

POSTA ELETTRONICA CERTIFICATA
iit@pec.cnr.it

IIT Istituto di Informatica e Telematica

L'Istituto di Informatica e Telematica (IIT) del CNR svolge attività di ricerca, valorizzazione, trasferimento tecnologico e formazione nel settore delle tecnologie dell'informazione e della comunicazione (ICT) e delle scienze computazionali. In sintonia con le strategie e le attività del VII Programma Quadro dell'Unione Europea, l'IIT è proiettato naturalmente e concretamente verso l'Internet del futuro, sia dal punto di vista modellistico-algoritmico che tecnologico-applicativo. Il numero e la qualità delle pubblicazioni scientifiche, e la partecipazione a importanti progetti di ricerca europei e internazionali, testimoniano il ruolo preminente svolto dall'Istituto nei settori di ricerca e sviluppo per le reti ubiquitarie ad altissima velocità, l'algoritmica, la matematica computazionale, la sicurezza e la privacy, le tecnologie innovative per il Web e la governance dell'Internet del futuro. L'integrazione delle attività di ricerca con le applicazioni tecnologiche consente la creazione di servizi ad alto valore aggiunto per l'Internet del futuro: nel 2011, la struttura ha reperito sul mercato il 97,95% delle proprie risorse, dimostrando, oltre che buone prestazioni in termini di ricerca, anche una elevatissima capacità di generare valore dai servizi offerti. In particolare, l'IIT gestisce il servizio di registrazione dei domini Internet a targa .it (Registro .it) di importanza strategica per l'uso e la diffusione della cultura di Internet in Italia. Con circa 2.380.000 domini, 1.300 contratti attivi con operatori italiani e stranieri, il Registro .it è il quinto country code d'Europa e il nono al mondo.



SITO WEB www.ilc.cnr.it
 TELEFONO +39 050 3152872
 +39 050 3153879
 FAX +39 050 3152839
 INDIRIZZO Via Giuseppe Moruzzi, 1
 56124 Pisa
 DIRETTORE Andrea Bozzi
 E-MAIL direttore@ilc.cnr.it
andrea.bozzi@ilc.cnr.it
 POSTA ELETTRONICA CERTIFICATA
direttore.ilc@pec.cnr.it
 SEZIONI Genova

ILC

Istituto di Linguistica Computazionale “Antonio Zampolli”

L’ILC (Istituto di Linguistica Computazionale “Antonio Zampolli”) svolge attività di ricerca nel campo dell’Humanities Computing progettando sistemi di ricerca sui testi per analisi linguistico-lessicografiche e di filologia computazionale su fonti digitali; realizzando ambienti software per gestire grandi basi di dati testuali morfologicamente e semanticamente marcati; studiando l’edizione critica elettronica on-line di immagini digitali di documenti con grande valore storico e culturale. Tali ricerche sono affiancate da un settore propriamente linguistico-computazionale che analizza sistemi, modelli e metodi per il trattamento automatico del linguaggio naturale. L’ILC è partner di Greek into Arabic: un advanced grant ERC-Ideas a cui contribuisce con i propri sistemi di filologia assistita dal calcolatore. I risultati e gli sviluppi ottenuti hanno consentito l’instaurarsi di rapporti con società industriali e con realtà nazionali ed internazionali di rilievo. Tra le principali collaborazioni figurano quelle con la Commissione Europea, l’Istituto dell’Enciclopedia Italiana di Roma, la Fondazione Rinascimento Digitale di Firenze, l’Accademia-Biblioteca-Pinacoteca Ambrosiana a Milano, l’European Science Foundation di Strasburgo, la Fundação para a Ciência e a Tecnologia di Lisbona, il Consejo Superior de Investigaciones Científicas di Madrid, la Pushkinskij Dom Russian Academy of Sciences di San Pietroburgo. Con il CNRS francese sarà costituito un LEA (Laboratoire Européen Associé).

251



SITO WEB www.iliesi.cnr.it
 E-MAIL iliesi@cnr.it
iliesi@iliesi.cnr.it
 TELEFONO +39 06 86320517
 FAX +39 06 49917215
 INDIRIZZO Via Nomentana, 118
 Villa Mirafiori - Facoltà di Filosofia
 Sapienza Università di Roma - 00161 Roma
 DIRETTORE Riccardo Pozzo
 E-MAIL direttore@iliesi.cnr.it
 POSTA ELETTRONICA CERTIFICATA
iliesi@pec.cnr.it

ILIESI

Istituto per il Lessico Intellettuale Europeo e Storia delle Idee

L’Istituto per il Lessico Intellettuale Europeo e Storia delle Idee studia la terminologia di cultura e scientifica. Al centro dell’attenzione sono i fenomeni della migrazione culturale, che accompagnano tutta la storia della civiltà e coinvolgono continui rapporti e scambi fra culture diverse, traslazione e traduzione di testi e di modelli da uno ad altro contesto linguistico, economico, politico, culturale. I suoi ricercatori studiano diverse epoche secondo l’assunto che per conoscere la storia della filosofia e delle scienze e più in generale la storia delle idee si debba partire dallo studio di *corpora* testuali sviluppati secolo dopo secolo nel contesto delle singole discipline. Gli strumenti della semantica storica sono finalizzati all’individuazione di usi tecnici delle parole, loro ambiguità, interrelazioni sincroniche e diacroniche, traduzioni e trasposizioni attraverso i campi lessicali. Il *proprium* del loro metodo richiede costante attenzione al testo, ai singoli termini e alle famiglie lessicali. Di qui, la pubblicazione di lessici, indici e concordanze, l’approntamento di banche dati e l’elaborazione di strumenti di informatica umanistica applicati alla terminologia tecnica.



SITO WEB www.im.cnr.it
 E-MAIL f.lettieri@im.cnr.it
segreteria@im.cnr.it
 TELEFONO +39 081 7177211
 FAX +39 081 2396097
 INDIRIZZO Via Marconi, 8
 80125 Napoli
 DIRETTORE Paola Belardini
 E-MAIL p.belardini@im.cnr.it
direttore@im.cnr.it
 POSTA ELETTRONICA CERTIFICATA
direttore.im@pec.cnr.it

252

IM Istituto Motori

La missione dell'IM (Istituto Motori) è lo sviluppo della ricerca e della formazione nel campo della conversione dell'energia e del relativo impatto ambientale, per aumentare la competitività dell'industria nazionale e sostenere l'attività degli organi normativi. Nello specifico l'IM opera nel settore della propulsione, con particolare riferimento ai motori, ai combustibili e ai fenomeni chimico-fisici connessi. L'obiettivo generale è la riduzione degli inquinanti emessi dai motori a combustione interna (MCI) e il miglioramento della loro efficienza, oltre allo studio del processo di combustione in propulsori "fuel neutral", anche con utilizzo di combustibili alternativi. Per testare le proprie ricerche l'Istituto dispone di laboratori altamente specializzati. Lunghissimo l'elenco delle collaborazioni: dalle Università italiane di Napoli e Roma a quelle di Stoccarda (Germania), Valencia (Spagna), Goteborg (Svezia), Rennes (Francia), Novosibirsk (Russia), Madison (Usa), Istanbul (Turchia). Proficui contatti anche con enti di ricerca italiani ed esteri come il Politecnico di Milano o il VTT finlandese, istituzioni internazionali tra cui l'International Civil Aviation Organisation (ICAO) o italiane come i Ministeri di Ambiente e Salute. Rapporti con le amministrazioni locali (Regione Toscana, Campania) e numerose aziende tra cui Ferrari H.P.E. Srl; Isotta Fraschini Motori; Lombardini, Piaggio Veicoli Srl; Magneti; Ansaldo ricerche; TSI Inc. U.S.A.



SITO WEB www.imaa.cnr.it
 E-MAIL imaa@cnr.it
direzione@imaa.cnr.it
segreteria.direzione@imaa.cnr.it
 TELEFONO +39 0971 427111
 +39 0971 427401
 FAX +39 0971 427293
 INDIRIZZO Contrada S. Loja - C.P. 27
 c/o Area della Ricerca di Potenza
 85050 Tito Scalo (PZ)
 DIRETTORE Vincenzo Lapenna
 E-MAIL direttore.imaa@cnr.it
vincenzo.lapenna@imaa.cnr.it
direzione@imaa.cnr.it
 POSTA ELETTRONICA CERTIFICATA
direttore.imaa@pec.cnr.it

IMAA Istituto di Metodologie per l'Analisi Ambientale

Le attività di ricerca dell'IMAA (Istituto di Metodologie per l'Analisi Ambientale) sono rivolte allo sviluppo ed all'integrazione di tecnologie di "Osservazioni della Terra" da satellite, da aereo e dal suolo finalizzate allo studio di processi geofisici ed ambientali. L'approccio fortemente multi-disciplinare ha consentito di affrontare in modo innovativo lo studio di processi geofisici ed ambientali di notevole complessità, in linea con gli obiettivi strategici del programma GMES (Global Monitoring of Environment and Security) e ben collocandosi nella strategia GEOSS (Global Earth Observation System of Systems). Presso l'IMAA operano oltre 140 unità di personale giovane, dinamico e fortemente motivato nelle attività di ricerca, la qualità delle attività svolte è testimoniata da oltre 150 articoli ISI pubblicati nel triennio 2009-2011. L'IMAA è ben inserito nel contesto internazionale della ricerca ed attualmente partecipa a 13 progetti del VII Programma Quadro dell'Unione Europea ed in molti casi svolge ruoli di coordinamento scientifico e/o responsabilità di azioni. L'IMAA, inoltre, coordina progetti infrastrutturali dell'UE (es. EARL-NET-ASOS, ACTRIS). In questo contesto i ricercatori dell'IMAA hanno contribuito, sia allo sviluppo di nuove tecnologie sia alla progettazione e realizzazione di Infrastrutture di Ricerca di rilevanza internazionale: l'Osservatorio Atmosferico (è uno dei 12 siti mondiali della rete per lo studio dell'alta atmosfera); il sistema di ricezione, processamento ed archiviazione di dati satellitari (consente di processare in linea oltre 120 Tbyte di dati); il Campo Prove sperimentali Hydrogeosite presso il Polo di Marsico Nuovo (PZ) (è il primo laboratorio su larga scala in Italia per lo studio di processi idrogeofisici). L'IMAA ha prestato grande attenzione al trasferimento ed alla valorizzazione dei risultati della ricerca. In questo contesto l'IMAA è Centro di Competenza del Dipartimento di Protezione Civile ed ha contribuito alla costituzione del Consorzio TERN che sta promuovendo il Distretto Tecnologico della Regione Basilicata su "Osservazioni della Terra e Rischi Naturali".



SITO WEB www.imamoter.cnr.it

E-MAIL imamoter@cnr.it
f.marzola@imamoter.cnr.it

TELEFONO +39 0532 735611

FAX +39 0532 735666

INDIRIZZO Via Canal Bianco, 28
 44124 Cassana (FE)

DIRETTORE Roberto Paoluzzi

E-MAIL r.paoluzzi@imamoter.cnr.it

POSTA ELETTRONICA CERTIFICATA
direttore.imamoter@pec.cnr.it

SEZIONI Torino

IMAMOTER

Istituto per le Macchine Agricole e Movimento Terra

Le ricerche svolte dall'IMAMOTER (Istituto per le Macchine Agricole e Movimento Terra) si articolano in nove settori principali, che prevedono: innovazione di componenti e sistemi a fluido; robotica non strutturata e mecatronica; analisi numerica e sperimentale di strutture e campi fluidi; monitoraggio e controllo dell'emissione acustica di sorgenti complesse; sistemi elettronici embedded per impiego veicolare; analisi e riduzione di vibrazioni e rumore strutturale; analisi funzionale e sicurezza operativa di macchine e loro sottosistemi; meccanizzazione e impatto ambientale delle colture; certificazione, standardizzazione e prove di macchine agricole e movimento terra. Particolare attenzione in tutti i settori di ricerca è data ai temi dell'efficienza energetica, della sostenibilità ambientale, sociale ed economica. IMAMOTER è partner attivo di reti scientifiche quali EUROSHNET (European Occupational Safety and Health Network), FPNI (Fluid Power Net International), AEF (Agricultural Electronics Foundation), e di Società Scientifiche quali ISTVS (International Society for Terrain-Vehicle Systems), NAFEMS, AIA (Associazione Italiana di Acustica) per le quali svolge il ruolo di referente nazionale o europeo. IMAMOTER è accreditato nella Rete Alta Tecnologia della Regione Emilia Romagna e partner riconosciuto della Regione Piemonte in materia di meccanizzazione agricola. IMAMOTER è un punto di riferimento per il mondo accademico ed industriale nella promozione e diffusione della conoscenza per le macchine agricole e movimento terra. L'Istituto collabora con Università e Politecnici in Italia (Ferrara, Modena e Reggio Emilia, Parma, Padova, Torino, Bari e Ancona) e all'estero (Università Politecnica di Catalogna, Danish Technical University, JKU di Linz, Università di Cordoba, Wroclaw University), ed ha rapporti consolidati con le maggiori industrie del settore, con piccole e medie aziende, associazioni imprenditoriali, amministrazioni pubbliche (Ministeri e Regioni) ed Organismi pubblici e privati quali ISO, CEN, UNI, CUNA, ENAMA, INAIL, OECD, Cemagref and C.R.A.

253



SITO WEB www.imati.cnr.it

E-MAIL info@imati.cnr.it
ornella.spada@imati.cnr.it
imati@pec.cnr.it

TELEFONO +39 0382 548211

FAX +39 0382 548300

INDIRIZZO Via Ferrara, 1
 c/o Polo Universitario Cravino
 27100 Pavia

DIRETTORE Franco Brezzi

E-MAIL franco.brezzi@imati.cnr.it

POSTA ELETTRONICA CERTIFICATA
direttore.imati@pec.cnr.it

SEZIONI Genova, Milano

IMATI

Istituto di Matematica Applicata e Tecnologie Informatiche "Enrico Magenes"

L'IMATI (Istituto di Matematica Applicata e Tecnologie Informatiche "Enrico Magenes") svolge attività di ricerca in vari settori della matematica, dell'informatica e delle loro applicazioni nell'ambito di modellistica differenziale, scienze della vita, statistica matematica, modellazione geometrica e grafica computazionale, tecnologie dell'informazione, architetture di elaborazione e calcolo ad alte prestazioni. Le competenze multidisciplinari presenti consentono all'IMATI di essere un valido punto di riferimento per lo sviluppo di innovative attività di ricerca di base e applicata, partecipando attivamente a progetti e network internazionali quali: GEOPdES, per lo sviluppo di tecniche isoparametriche per problemi governati da equazioni a derivate parziali; BIOSMA, dedicato allo studio modellistico di leghe a memoria di forma per strumentazioni biomediche; la Rete di Eccellenza AIM@SHAPE sul trattamento della conoscenza associata a forme digitali; la Co-ordination Action FOCUS K3D per la codifica e l'interscambio di contenuti digitali 3D. L'Istituto partecipa, inoltre, a programmi di ricerca ministeriali e regionali collaborando anche con INGV e Dipartimento della Protezione Civile.



SITO WEB www.imc.cnr.it

E-MAIL imc@imc.cnr.it
stefania.tarquini@imc.cnr.it

TELEFONO +39 06 90625111
 +39 06 90672641

FAX +39 06 90672519

INDIRIZZO Via Salaria km 29,300
 Area della Ricerca di Roma, 1
 00015 Monterotondo (RM)

DIRETTORE Giancarlo Angelini

E-MAIL giancarlo.angelini@imc.cnr.it

POSTA ELETTRONICA CERTIFICATA
direttore.imc@pec.cnr.it

SEZIONI Roma

254

IMC

Istituto di Metodologie Chimiche

L'IMC (Istituto di Metodologie Chimiche) opera nei settori di ricerca della chimica, utilizzando metodologie radiochimiche e di chimica delle radiazioni; cromatografiche, elettroforetiche, gas-cromatografiche, di spettrometria di massa e di risonanza magnetica nucleare. Lo studio dei meccanismi di reazione e l'innovazione nei metodi di analisi hanno reso possibile la realizzazione di applicazioni nei settori alimentare, ambientale, biologico, farmaceutico, materiali e beni culturali. Un ruolo fondamentale viene svolto dall'Istituto nello sviluppo di procedure chimiche per la sintesi, la purificazione e la caratterizzazione di materiali, prodotti e processi innovativi, con notevole importanza strategica e nell'applicazione di metodologie volte all'organizzazione di sistemi complessi, ordinati sulla base di interazioni non-covalenti e progettati per esprimere funzioni preordinate (sensing, catalisi, trasporto). La metodologia chimica viene usualmente adattata alle specifiche esigenze che lo studio settoriale richiede, e necessita di approfondite analisi di base, profonda esperienza e cultura interdisciplinare quali quelle messe a disposizione dall'Istituto. Gli interventi in atto sono frutto di numerose collaborazioni con Università, enti di ricerca nazionali e internazionali con cui sono stati avviati contratti e fondi speciali di sostegno alla ricerca per rispondere alle nuove esigenze sociali e industriali di sviluppo e trasferimento tecnologico.



SITO WEB www.imcb.cnr.it

E-MAIL segreteria@imcb.cnr.it

TELEFONO +39 081 2425928/31

FAX +39 081 2425932

INDIRIZZO P.le F. Tecchio, 80 - 80125 Napoli

DIRETTORE Luigi Ambrosio

E-MAIL ambrosio@unina.it

SEZIONI Pisa

IMCB

Istituto per i Materiali Compositi e Biomedici

Le attività di ricerca dell'Istituto per i Materiali Compositi e Biomedici (IMCB), sono focalizzate sullo sviluppo di nuovi materiali polimerici e compositi (naturali, semi-sintetici, sintetici), a diversi livelli strutturali (nano-macro) con specifiche multifunzionalità che possano essere tradotte in innovazione di prodotti e processi a basso impatto ambientale necessari per lo sviluppo della "green economy". Tecniche avanzate sono implementate per sviluppare strutture macromolecolari composite in dimensioni nanometriche aventi composizione ed architettura atomica controllata, generando un notevole incremento di applicazioni innovative nei diversi settori industriali, come ad esempio aerospaziale, biomedico, costruzioni, energia, elettronica, imballaggio e trasporti. Le attività di ricerca sono organizzate nelle tre principali commesse: polimeri, compositi e nano strutture funzionali con proprietà programmate; tecnologie di processo e di monitoraggio; biomateriali, ingegneria dei tessuti e nanomedicina. L'attività di trasferimento di tecnologie è implementata per garantire le attività di disseminazione ed esplorazione dell'applicabilità industriale dei risultati della ricerca. L'approccio interdisciplinare e transnazionale dell'IMCB è dimostrata dalle collaborazioni attive con ricercatori con competenze in discipline diverse (chimica, elettronica, fisica, biologia, medicina, ecc.), distretti ospedalieri, industrie e mediante la partecipazione e coordinazione di progetti europei FP7 e collaborazioni con centri di ricerca internazionali.



SITO WEB www.imem.cnr.it

E-MAIL imem@cnr.it

TELEFONO +39 052 12691
+39 052 1251205

FAX +39 052 1269206

INDIRIZZO Parco Area delle Scienze, 37/A
43124 Parma

DIRETTORE Salvatore Iannotta

E-MAIL direttore-imem@imem.cnr.it

POSTA ELETTRONICA CERTIFICATA
direttore.imem@pec.cnr.it

SEZIONI Genova

IMEM

Istituto dei Materiali per l'Elettronica ed il Magnetismo

L'IMEM (Istituto dei Materiali per l'Elettronica ed il Magnetismo) svolge ricerca interdisciplinare coniugando raffinati metodi di crescita, sintesi e studio di materiali con la modellazione teorica e la costruzione di prototipi di dispositivi. L'obiettivo è esplorare proprietà funzionali innovative oltre a implementare e sviluppare applicazioni e prospettive tecnologiche, focalizzate su materiali, processi e prodotti per applicazioni energetiche, sensoristiche, bio-mediche e spaziali. In dettaglio, l'IMEM si dedica alla progettazione di nanostrutture semiconduttrici per il fotovoltaico di nuova generazione, di sistemi e dispositivi magnetici e superconduttori, di tecnologie per la refrigerazione magnetica a temperatura ambiente, e di sensori per automobili elettriche ad alta efficienza. Le competenze riconosciute internazionalmente e i recenti brevetti (Spin off Film4Sun) fanno sì che l'IMEM abbia consolidato le proprie collaborazioni di rilievo con Università e centri di ricerca (Université Pierre & Marie Curie di Parigi; M.I.T. Massachusetts Institute of Technology; Università di Saragozza, Porto, Göttingen, Sheffield, Edinburgo, New Hampshire, Bergen, Roma, Torino, Modena, Pavia, Perugia; ESA; N.I.M.S. in Giappone; Imperial College of Science di Londra; Donostia International Physics Center; Ecole Nationale Supérieure de Chimie de Paris; I.N.R.I.M.; ASI) e con imprese e aziende (XGroup, Rial Vacuum, C.T.G. Italcementi Group, Ceramiche Marazzi, ST-Microelectronics, Infineon Technologies AG, 5NPlus, ENI - Venezia Technologie, HENESIS Srl, QUANTASOL).

255



SITO WEB www.imip.cnr.it

E-MAIL imip@cnr.it
fulvia.viri@imip.cnr.it

TELEFONO +39 06 90672235
+39 06 90625446

FAX +39 06 90672238

INDIRIZZO Via Salaria km 29,300 - C.P. 10
c/o Area della Ricerca
di Roma - Monterotondo
00016 Monterotondo Stazione (RM)

DIRETTORE Lorenzo Avaldi

E-MAIL lorenzo.avaldi@imip.cnr.it
direttore.imip@imip.cnr.it

POSTA ELETTRONICA CERTIFICATA
direttore.imip@pec.cnr.it

SEZIONI Bari, Tito (PZ)

IMIP

Istituto di Metodologie Inorganiche e dei Plasmi

L'IMIP (Istituto di Metodologie Inorganiche e dei Plasmi) svolge ricerca fondamentale per la caratterizzazione ed il controllo dei processi chimico-fisici elementari che determinano la reattività in sistemi macroscopici, sia da un punto di vista teorico che sperimentale. A tal fine gli studi di base si fondono con attività applicative e di interesse tecnologico nei settori della scienza dei materiali (deposizioni e trattamenti via plasma e laser), dell'aerospazio, dell'energia (fusione e solare), dell'ambiente e della salute. Nello svolgimento delle sue attività scientifiche IMIP ha acquisito una notevole competenza nello sviluppo di strumentazione e di metodologie spettroscopiche innovative, sia da laboratorio sia per le grandi infrastrutture di ricerca, e nella progettazione di reattori per applicazioni plasmochimiche. Tra le collaborazioni nazionali ed internazionali si segnalano quelle con Sincrotrone Trieste, le Università di Roma, Padova, Catania e Bologna, Politecnico Torino ed ENEA in Italia; Duke University, Georgia Institute of Technology e University of North Carolina negli Stati Uniti; MPG-Institut für Plasmaphysik e Fritz-Haber Institut in Germania; CIEMAT in Spagna; Jozef Stefan Institute in Slovenia; CNRS, Laboratoire de Genie des Procédés Plasmas et Traitement de Surfaces and CEA (Commissariat à l'Énergie Atomique) in Francia; Ioffe Institute, Troitsk Institute of Innovation and Fusion Research in Russia; Institute of Plasma Physics (AVCR) in Praga e IMRAM - Sendai University in Giappone.



SITO WEB www.imm.cnr.it

E-MAIL imm@cnr.it
segreteria@imm.cnr.it
francesca.nizza@imm.cnr.it

TELEFONO +39 095
 5968211/212/279/280/283

FAX +39 095 5968312

INDIRIZZO Ottava strada, 5
 (Zona Industriale) - 95121 Catania

DIRETTORE Rosario Corrado Spinella

E-MAIL corrado.spinella@imm.cnr.it

POSTA ELETTRONICA CERTIFICATA
direttore.imm@pec.cnr.it

SEZIONI Bologna, Roma, Napoli,
 Lecce, Agrate Brianza (MB), Catania

IMM

Istituto per la Microelettronica e Microsistemi

La missione scientifica dell'Istituto si articola in tre aree principali fortemente interconnesse tra loro: lo sviluppo di materiali innovativi e lo studio ed il controllo, anche a livello atomico, delle loro proprietà; la messa a punto di processi di micro e nanofabbricazione; la realizzazione di dispositivi e la loro integrazione in sistemi complessi che rappresenta la sintesi delle competenze delle varie aree. L'Istituto è impegnato nella realizzazione di dispositivi elettronici, sensori ed attuatori nei campi dell'ICT, dell'Energia, dell'aerospazio, dell'ambiente, della sicurezza, e dell'Ambient Assisted Living. È rilevante il rapporto di stretta cooperazione che l'Istituto mantiene da sempre con la multinazionale STM e, più recentemente, con Micron e 3SUN in Italia. Le collaborazioni si estendono ai principali distretti tecnologici dislocati sul territorio nazionale e ad altre industrie quali Alenia Aeronautica, Selex SI, CGS, Technology System Development, Epitaxial Technology Center, ecc. L'Istituto svolge, infine, un ruolo di collegamento tra l'Industria ed il sistema Universitario per la formazione di giovani ricercatori sul campo nell'ambito di iniziative pubblico-private.

256



Consiglio Nazionale delle Ricerche

SITO WEB www.in.cnr.it

E-MAIL in@cnr.it

TELEFONO +39 050 3153207

FAX +39 050 3153210

INDIRIZZO Via Giuseppe Moruzzi, 1
 c/o Area di Ricerca - 56124 Pisa

DIRETTORE Tullio Pozzan

E-MAIL tullio.pozzan@unipd.it

POSTA ELETTRONICA CERTIFICATA
direttore.in@pec.cnr.it

SEZIONI Cagliari, Milano, Padova

IN

Istituto di Neuroscienze

L'IN (Istituto di Neuroscienze) promuove la conoscenza dell'organizzazione e del funzionamento del sistema nervoso, e stimola l'applicazione della conoscenza scientifica per la risoluzione e la cura di condizioni patologiche del sistema nervoso. L'Istituto effettua ricerche di base e applicate. Le principali tematiche includono lo sviluppo e la plasticità della circuiteria nervosa; i meccanismi della visione e della cognizione, e di apprendimento e memoria; i processi molecolari alla base della trasmissione neuronale e, in generale, delle interazioni tra glia-neuroni e tra nervo-muscolo; l'omeostasi del calcio; i meccanismi della morte cellulare e le basi neurobiologiche dell'alcolismo e delle tossicodipendenze. Tematiche che sono affrontate applicando tecnologie di punta, con approcci che spaziano dalla biologia cellulare e molecolare, alla biochimica, biofisica, elettrofisiologia, neuroanatomia, neurofarmacologia, neurochimica e genetica, agli studi comportamentali e psicofisici, neuroinformatici e di brain imaging. In molti casi gli scienziati dell'Istituto hanno messo a punto nuovi protocolli sperimentali e assemblato nuove apparecchiature per affrontare problemi irrisolti con un approccio alternativo. Queste competenze garantiscono all'IN un livello di eccellenza nel contesto internazionale, qualificandolo come una delle realtà italiane più significative per la formazione avanzata nel campo delle neuroscienze. Le collaborazioni con Università ed enti di ricerca italiani e stranieri sono infatti numerosissime e prestigiose.



SITO WEB www.ino.it

E-MAIL daniela.fubiani@ino.it
segretario.amministrativo@ino.it

TELEFONO +39 055 23081

FAX +39 055 2337755

INDIRIZZO Largo Enrico Fermi, 6
50125 Firenze

DIRETTORE Paolo De Natale

E-MAIL paolo.denatale@ino.it

POSTA ELETTRONICA CERTIFICATA
direttore.ino@pec.cnr.it

SEZIONI Pisa, Trento, Sesto Fiorentino,
Napoli, Lecce

INO

Istituto Nazionale di Ottica

Missione dell'Istituto Nazionale di Ottica (INO) è svolgere, far progredire e sostenere la ricerca italiana, anche a livello internazionale, nei settori strategici dell'ottica, della fisica atomica e dell'interazione radiazione-materia. Tali obiettivi vengono perseguiti creando nuove conoscenze e competenze in sinergia con Università, Imprese e altri Enti di ricerca.

L'INO orienta la propria attività verso l'innovazione, il trasferimento tecnologico, la consulenza tecnico-scientifica con ricadute in settori essenziali per l'economia come l'aerospazio, l'ambiente, i beni culturali, l'energia, la salute, la sicurezza e altro. In collaborazione con l'Università, l'Istituto inoltre promuove la formazione e la crescita tecnico-professionale nei settori di competenza.

L'INO-CNR, nasce il 1 febbraio 2010 dall'aggregazione dell'Istituto Nazionale di Ottica Applicata (INOA), con le sue sedi di Firenze, Napoli e Lecce, di una parte dell'Istituto per i Processi Fisico-Chimici (IPCF) di Pisa e del Centro sulla Condensazione di Bose-Einstein (BEC) di Trento, con la sua articolazione presso il LENS di Firenze. Da tale integrazione discende una larga rappresentatività dei settori più significativi dell'ottica, intesa nell'accezione più ampia e moderna.

257



SITO WEB www.insean.it

E-MAIL secretary@insean.it

TELEFONO +39 06 50299222

FAX +39 06 5070619

INDIRIZZO Via di Vallerano, 139
00128 Roma

DIRETTORE Emilio Fortunato Campana

E-MAIL e.campana@insean.it

INSEAN

Istituto Nazionale per Studi ed Esperienze di Architettura Navale

L'INSEAN-CNR svolge la sua attività di ricerca principalmente nel settore delle tecnologie marine. Fondato nel 1927 ha uno staff permanente di 120 persone. L'INSEAN dispone di diversi impianti sperimentali, laboratori, ed avanzati sistemi di misura per le prove di idrodinamica e di interazione fluido-struttura: due grandi bacini di prova (lunghi rispettivamente 480 m e 220 m, quest'ultimo equipaggiato con un ondogeno per la generazione di onde regolari ed irregolari con la possibilità di scegliere diversi spettri), ed un grande canale di circolazione superficie libera per lo studio della cavitazione, tutti equipaggiati con sistemi di misura Stereo Particle Image Velocimetry per ricavare il campo di velocità e vorticità intorno a modelli. L'INSEAN ha anche un importante settore di simulazione fluidodinamica, idroelastica ed acustica, e sviluppa continuamente i suoi codici di calcolo, tutti costruiti all'interno dell'Istituto (come i solutori Unsteady RANS e il codice *meshless* SPH), utilizzando i suoi 4 cluster di calcolo parallelo con un totale di circa 1000 CPU. Gli argomenti di ricerca e le applicazioni più direttamente connesse con l'idrodinamica navale riguardano la resistenza, la tenuta al mare e la manovrabilità delle navi, le caratteristiche dei loro sistemi propulsivi e di governo, l'ottimizzazione numerica del progetto, la dinamica delle strutture, l'interazione fluido-struttura, i materiali innovativi, l'idroacustica, l'alta velocità ed i veicoli non-convenzionali. Altri argomenti riguardano le strutture off-shore, l'estrazione di energia rinnovabile dal mare, la robotica sottomarina, l'interazione oceano-atmosfera e la dinamica della fascia costiera.



SITO WEB www.iom.cnr.it
 E-MAIL amministrativi@iom.cnr.it
 TELEFONO +39 040 3756411
 FAX +39 040 226767
 INDIRIZZO Area Science Park - Basovizza
 SS 14 km 163.5 - 34149 Trieste
 DIRETTORE Alberto Morgante
 E-MAIL direttore@iom.cnr.it
 POSTA ELETTRONICA CERTIFICATA
direttore.iom@pec.cnr.it
iom@pec.cnr.it
 SEZIONI Sissia (TS), Cagliari

IOM

Istituto Officina dei Materiali

L'Istituto Officina dei Materiali svolge ricerca interdisciplinare sulle proprietà fisiche alla scala atomica di materiali e sistemi di dimensioni nanometriche. Le sue attività comprendono progettazione, simulazione numerica, sintesi e analisi avanzata di sistemi molecolari, di materiali nano strutturati, di materia soffice e biomateriali e sviluppo di dispositivi prototipo. Le applicazioni di queste attività sono di interesse per i campi dell'energia (fotovoltaico, produzione di idrogeno), della bio-medicina, delle nanotecnologie per l'elettronica, per le scienze ambientali (individuazione e sequestro di inquinanti) e per i beni culturali (caratterizzazione di reperti e loro degrado). L'Istituto ha sede e laboratori presso le grandi infrastrutture di ELETTRA (Trieste), ESRF e ILL (Grenoble) e sviluppa strumentazione avanzata e metodi per l'utilizzo delle sorgenti di radiazione di sincrotrone e neutronica. L'Istituto è leader nel campo della simulazione numerica su scala nanometrica, costituisce con SISSA (Trieste) il nodo italiano del CECAM, e sviluppa nuovi metodi computazionali ed algoritmi numerici per lo studio di materiali e sistemi molecolari. All'Istituto accedono per svolgere attività scientifica decine di gruppi di ricerca internazionali ogni anno, quindi sono attive un grande numero di collaborazioni tra cui le più rilevanti con IIT e CINECA (IT), Johnson & Johnson, Princeton University, MIT, Columbia University (USA), Oxford University (GB), TU Monaco TU Marburg (GER), EPFL (CH) CEA e CNRS (FR).

258



SITO WEB www.ipcf.cnr.it
 E-MAIL segreteria@ipcf.cnr.it
 TELEFONO +39 090 39762200
 FAX +39 090 3974130
 INDIRIZZO Viale Ferdinando Stagno
 d'Alcontres, 37 - 98158 Messina
 DIRETTORE Cirino Salvatore Vasi
 E-MAIL direttore@ipcf.cnr.it
 SEZIONI Bari, Pisa, Roma, Rende (CS)

IPCF

Istituto per i Processi Chimico-Fisici

L'IPCF (Istituto per i Processi Chimico-Fisici) svolge ricerca interdisciplinare su materia soffice, materiali a struttura complessa, sistemi disordinati, interfacce, compositi con nanoparticelle, strutture supramolecolari e biosistemi. Le ricerche tendono ad una maggiore conoscenza dei sistemi di varia complessità, del loro comportamento e del loro sviluppo. Le principali attività di ricerca riguardano sia lo studio di fenomeni quali l'auto-organizzazione, le interazioni superficiali, il rilassamento, e il trasporto, sia più in generale l'analisi di struttura, dinamica, trasformazioni, reattività e interazioni radiazione-materia. L'IPCF si occupa, inoltre, della progettazione e realizzazione di materiali con proprietà predeterminate, dello sviluppo di modelli e tecniche teorico-computazionali e analitiche, e di dispositivi e metodologie sperimentali. Le ricerche dell'Istituto sono rivolte ai temi di grande impatto sociale (energia, salute, ambiente) e allo sviluppo di nuovi materiali funzionalizzati (biocompatibili e bioattivi) e di tecnologie innovative per l'industria. L'IPCF può contare sulla presenza degli ex-laboratori regionali (PolyLab di Pisa, Licryl di Cosenza), degli ex-Centri di Ricerca e Sviluppo (SOFT e SMC di Roma) e di una vasta rete di collaborazioni, estesa a tutti i continenti, con prestigiosi enti e centri di ricerca, università, atenei e industrie. Infine, l'IPCF ha attivato solide partnerships con l'ESRF (European Synchrotron Radiation Facility), l'ILL (Institut Laue Langevin) di Grenoble e con STFC (Science & Technology Facilities Council-UK).



SITO WEB www.ipp.cnr.it
 E-MAIL ipp@cnr.it
 TELEFONO +39 055 5225585
 FAX +39 055 5225666
 INDIRIZZO Via Madonna del Piano, 10
 Polo Scientifico di Firenze
 50019 Sesto Fiorentino (FI)
 DIRETTORE Francesco Loreto
 E-MAIL francesco.loreto@ipp.cnr.it
 POSTA ELETTRONICA CERTIFICATA
direttore.ipp@pec.cnr.it
 SEZIONI Torino, Portici (NA), Bari

IPP

Istituto per la Protezione delle Piante

L'IPP (Istituto per la Protezione delle Piante) studia i fattori di stress delle piante, allo scopo di individuare meccanismi di resistenza, e metodi di difesa da stress biotici e protezione da stress abiotici che contribuiscano al miglioramento qualitativo e quantitativo delle produzioni agroalimentari, per una crescita sostenibile e rispettosa dell'ambiente. L'IPP ha competenze multidisciplinari ed integrate utili a perseguire un approccio innovativo che mira a conoscere e a sfruttare la biodiversità delle piante e dei loro ospiti. I temi di ricerca dell'IPP sono costantemente aggiornati in accordo con le emergenze sanitarie in agricoltura e con i principali problemi ecologici a livello locale e globale. Particolare attenzione è stata posta di recente sul bio-controllo dei patogeni forestali e agricoli, sulle specie invasive aliene, e sull'impatto dei cambiamenti climatici su piante coltivate e naturali. Le recenti attività di ricerca hanno prodotto pubblicazioni internazionali su riviste specializzate e generaliste leader nel settore, brevetti di cloni resistenti agli agenti patogeni delle piante, e finanziamenti da parte di programmi di ricerca internazionali coordinati dall'Istituto (ESF-EUROVOL, LIFE+ e programmi COST) o con partenariato IPP (EC 7th FP).

259

Consiglio Nazionale delle Ricerche
 Istituto di Ricerche sulle Attività Terziarie

SITO WEB www.irat.cnr.it
 E-MAIL segreteria@irat.cnr.it
 TELEFONO +39 081 2470950
 FAX +39 081 7618265
 INDIRIZZO Via Michelangelo Schipa, 91
 80122 Napoli
 DIRETTORE Alfonso Morvillo
 E-MAIL direttore@irat.cnr.it
 POSTA ELETTRONICA CERTIFICATA
direttore.irat@pec.cnr.it

IRAT

Istituto di Ricerche sulle Attività Terziarie

Le attività di ricerca condotte dall'IRAT hanno l'obiettivo di studiare i servizi del settore economico e delle attività strategiche per la competitività delle imprese, focalizzandosi sui settori chiave (porti, trasporti e logistica, turismo, beni culturali, assicurazioni, pubblica amministrazione), per la competitività del sistema paese. Il know-how utilizzato spazia dall'applicazione delle metodologie di analisi economico-aziendali, alla valorizzazione strategica di risorse culturali e turistiche; dalla configurazione e integrazione dei network di impresa, alla promozione della sostenibilità delle strategie di sviluppo delle imprese nell'ottica di favorire l'imprenditorialità e il trasferimento tecnologico, in particolare, la capacità del sistema della ricerca pubblica nel sostenere la nascita e la crescita di imprese ad elevato contenuto tecnologico. L'IRAT collabora con università, centri di ricerca e imprese tra cui l'Heriot-Watt-Logistics Research Centre, il National Institute of Transport and Logistic, l'International Association of Maritime Economics (IMEA), l'Institut National de Recherche sur les Transports et leur Sécurité (INRETS), il Policy Center on Commodity Flows (Belgio), l'Association for Tourism and Leisure Education (ATLAS), l'International Association of Scientific Experts in Tourism (AIEST).



SITO WEB www.irc.cnr.it

E-MAIL irc@cnr.it
p.pugliese@irc.cnr.it

TELEFONO +39 081 7682245

FAX +39 081 5936936

INDIRIZZO Piazzale Vincenzo Tecchio, 80
 c/o Dipartimento di Ingegneria chimica
 Università Federico II - 80125 Napoli

DIRETTORE Anna Ciajolo

E-MAIL direttore@irc.cnr.it
anna.ciajolo@irc.cnr.it

POSTA ELETTRONICA CERTIFICATA
direttore.irc@pec.cnr.it

IRC

Istituto di Ricerche sulla Combustione

L'IRC rappresenta una struttura di ricerca unica nel suo genere, dedicata allo studio dei processi/sistemi per la produzione di energia basati principalmente sulla combustione di combustibili fossili, biomasse e rifiuti. La pressante domanda di energia sicura e pulita per lo sviluppo sostenibile ha progressivamente indotto ad estendere le attività di ricerca alle problematiche ambientali e di sicurezza della combustione tra cui il controllo delle emissioni inquinanti e la prevenzione e il controllo degli incendi, esplosioni, ecc. Gli aspetti fondamentali della combustione come lo studio dei meccanismi di ossidazione e pirolisi attraverso attività sperimentali e di modellazione e gli aspetti applicativi con lo sviluppo di tecnologie innovative per la gestione di sistemi di combustione costituiscono le due principali linee di ricerca. Le tecnologie avanzate di combustione come la combustione a letto fluido, la combustione Mild, la combustione catalitica, la chemical looping e l'ossicombustione, così come i metodi innovativi per la cattura della CO₂ e per il monitoraggio e l'abbattimento degli inquinanti quali le particelle fini e ultrafini, gli ossidi di azoto, sono specifiche tematiche di ricerca dell'IRC. L'Istituto ha stabilito negli anni una fitta rete di attività di cooperazione in Italia e nel mondo con università, autorità ministeriali, centri di ricerca pubblici e privati e imprese, che portano alla partecipazione a diversi progetti nazionali ed internazionali di ricerca cooperativa nel campo della combustione.

260



SITO WEB www.irea.cnr.it

E-MAIL mbox@irea.cnr.it

TELEFONO +39 081 5707999
 +39 081 5704945

FAX +39 081 5705734

INDIRIZZO Via Diocleziano, 328
 80124 Napoli

DIRETTORE Riccardo Lanari

E-MAIL direttore@irea.cnr.it
lanari.r@irea.cnr.it

POSTA ELETTRONICA CERTIFICATA
direttore.irea@pec.cnr.it

SEZIONI Milano

IREA

Istituto per il Rilevamento Elettromagnetico dell'Ambiente

L'Istituto per il Rilevamento Elettromagnetico dell'Ambiente (IREA) svolge ricerca mirata allo sviluppo di metodologie e tecnologie per l'acquisizione, l'elaborazione, la fusione e l'interpretazione di immagini e dati ottenuti da sensori di tipo elettromagnetico operanti da satellite, aereo e in situ, finalizzate al monitoraggio dell'ambiente e del territorio, alla diagnostica non invasiva di manufatti e sistemi biologici, alla valutazione del rischio associato ai campi elettromagnetici.

L'IREA è Centro di Competenza per il Dipartimento della Protezione Civile; partecipa al Consorzio Nazionale Interuniversitario per le Telecomunicazioni (CNIT), al Centro Interuniversitario sulle Interazioni tra Campi Elettromagnetici e Biosistemi (ICEMB) e a due Centri di Competenza della Regione Campania. Inoltre contribuisce alla rete NEREUS (Network of European Regions Using Space Technologies).

La produzione scientifica è caratterizzata da pubblicazioni sulle più prestigiose riviste nei settori di riferimento. L'Istituto partecipa inoltre a numerosi progetti di ricerca nazionali ed internazionali. I risultati delle ricerche hanno anche dato vita a importanti iniziative di trasferimento tecnologico.



SITO WEB www.irgb.cnr.it
 E-MAIL segreteria@irgb.cnr.it
 TELEFONO +39 070 6754543
 FAX +39 070 6754652
 INDIRIZZO Cittadella Universitaria
 di Cagliari - 09042 Monserrato (CA)
 DIRETTORE Francesco Cucca
 E-MAIL direttore@irgb.cnr.it
 SEZIONI Milano

IRGB

Istituto di Ricerca Genetica e Biomedica

L'IRGB è costituito dalla sua sede principale in Sardegna e da una Unità Operativa di Supporto a Milano. L'attività preminente si svolge nel campo della Genetica e della Biologia Molecolare e gli interessi scientifici vertono essenzialmente su studi di malattie monogeniche e poligeniche nella popolazione Sarda, geneticamente omogenea. L'IRGB, nasce come Istituto di Ricerca sulle Talassemie e Anemie Mediterranee ed ancora oggi una delle principali missioni riguardano lo studio della regolazione dei geni globinici e della ematopoiesi, il miglioramento della prevenzione e della cura di questa malattia e lo sviluppo della terapia genica. Di rilievo si segnala il progetto ProgeNIA, uno studio longitudinale di ricerca clinica in collaborazione con il NIH degli Stati Uniti, che tramite le caratteristiche peculiari della popolazione Sarda studia oltre 300 tratti quantitativi e fenotipici di interesse biomedico. Nella sede di Milano le attività di ricerca si rivolgono ai nuovi approcci di terapia cellulare su modelli animali; all'utilizzo della nuova tecnologia legata alle cellule pluripotenti indotte (IPS); all'oncologia, con studi sulla stabilità genomica ed epigenetica; allo studio di antibiotici innovativi; allo studio della funzione e delle malattie cardiache e muscolari e, infine, alla bioinformatica e biologia computazionale, per integrare e supportare lo studio di geni e proteine nei processi patologici.

261



SITO WEB www.irpi.cnr.it
 E-MAIL segreteria@irpi.cnr.it
 TELEFONO +39 075 5014402
 FAX +39 075 5014420
 INDIRIZZO Via Madonna Alta, 126
 06128 Perugia
 DIRETTORE Fausto Guzzetti
 E-MAIL direttore@irpi.cnr.it
 POSTA ELETTRONICA CERTIFICATA
direttore.irpi@pec.cnr.it
 SEZIONI Torino, Padova, Cosenza,
 Bari, Firenze

IRPI

Istituto di Ricerca per la Protezione Idrogeologica

L'IRPI (Istituto di Ricerca per la Protezione Idrogeologica) progetta, coordina ed esegue ricerca scientifica e sviluppo tecnologico nel settore dei rischi naturali, in particolare di quelli geo-idrologici (piene, inondazioni, frane, erosione del suolo, instabilità costiera o glaciale, risorse idriche). L'attività è condotta in tutte le scale geografiche e temporali, e in differenti ambiti scientifici (geologici, geomorfologici e climatici), con l'obiettivo di approfondire le conoscenze sui fenomeni naturali potenzialmente pericolosi e sulle interazioni con l'ambiente antropico. Accanto allo sviluppo di soluzioni, prodotti e tecnologie innovative per la mitigazione dei rischi, la pianificazione territoriale e la gestione ambientale, l'IRPI svolge ricerca di campo e gestisce reti di monitoraggio locali e banche dati utili a Ministeri, Amministrazioni Regionali, Agenzie, e Autorità di Bacino. L'Istituto partecipa alle attività del Piano Spaziale Nazionale finanziato dall'Agenzia Spaziale Italiana e dalla Executive Research Agency; collabora con Università e Enti di Ricerca nazionali ed esteri quali l'U.S. Geological Survey (USA), il Public Work Research Institute (Giappone), il Lamont-Doherty Earth Observatory (USA), il King's College London (UK) e l'Indian Institute of Technology (India). Dal 2005, inoltre, l'IRPI è diventato Centro di Competenza del Dipartimento nazionale della Protezione Civile della Presidenza del Consiglio dei Ministri.



SITO WEB www.irpps.cnr.it
 E-MAIL irpps@cnr.it
 TELEFONO +39 06 492724200
 FAX +39 06 49383724
 INDIRIZZO Via Palestro, 32 - 00185 Roma
 DIRETTORE Sveva Avveduto
 E-MAIL direttore.irpps@cnr.it
 POSTA ELETTRONICA CERTIFICATA
direttore.irpps@pec.cnr.it
 SEZIONI Fisciano (SA)

IRPPS

Istituto di Ricerche sulla Popolazione e le Politiche Sociali

L'IRPPS (Istituto di Ricerche sulla Popolazione e le Politiche Sociali) studia le tematiche demografiche e migratorie, i sistemi di welfare, le politiche sociali, la politica della scienza, la tecnologia e l'alta formazione, i rapporti tra scienza e società e la creazione, accesso e diffusione della conoscenza e delle tecnologie dell'informazione. Integrando analisi, studi teorici ed empirici, l'Istituto analizza in particolare le relazioni tra le tendenze della popolazione e lo sviluppo socio-economico; le dinamiche sociali all'interno dei sistemi di welfare e gli studi di genere; i comportamenti sociali e demografici; la didattica e la comunicazione pubblica della scienza; i modelli e i sistemi di accesso all'informazione e alle tecnologie; la sanità elettronica e il mutamento della società secondo la diffusione dell'informazione. L'IRPPS ha come obiettivo finale lo sviluppo di capacità utili per rispondere ai bisogni della società nelle proprie aree di competenza, e per fornire strumenti e metodi conoscitivi per applicare i risultati della ricerca in un ampio contesto socio-economico. L'Istituto si avvale di numerose collaborazioni nazionali e internazionali, anche in forma di convenzione o consorzio, con università ed enti, partecipa a network di policy e ricerca (Ocse, UE, Unesco) e, infine, usufruisce di finanziamenti provenienti dalla Commissione Europea, da Enti Pubblici e Locali, da Imprese ed Enti privati.

262



SITO WEB www.irsa.cnr.it
 E-MAIL direzione@irsa.cnr.it
 TELEFONO +39 06 90672850
 +39 06 90672769
 FAX +39 06 90672787
 INDIRIZZO Via Salaria km 29,300 C.P. 10
 00015 Monterotondo Stazione (RM)
 Area della Ricerca Roma 1
 DIRETTORE Maurizio Pettine
 E-MAIL direzione@irsa.cnr.it
pettine@irsa.cnr.it
 POSTA ELETTRONICA CERTIFICATA
direttore.irsa@pec.cnr.it
 SEZIONI Bari, Brugherio (MB)

IRSA

Istituto di Ricerca sulle Acque

Istituito nel 1968, ha il compito di svolgere attività di ricerca nei settori della gestione e protezione delle risorse idriche e nello sviluppo di metodologie e tecnologie per la potabilizzazione ed il trattamento delle acque di scarico. Nell'istituto, distribuito su tre sedi (Roma, Bari e Brugherio), operano oltre 55 ricercatori, 28 tecnici e 10 amministrativi, cui va aggiunto il personale a tempo determinato ed in formazione che può essere stimato in circa 60 unità. Le ricerche riguardano le seguenti linee tematiche: funzionamento e risposte degli ecosistemi acquatici agli impatti antropici; destino ed effetto degli inquinanti; trattamento di acque reflue urbane ed industriali; gestione di fanghi e rifiuti solidi; recupero di siti contaminati; gestione sostenibile delle risorse idriche; interazioni tra acque sotterranee e superficiali. Tali attività hanno ricadute non solo nell'ambito scientifico, ma anche nell'ambito tecnico-consultivo attraverso la messa a disposizione di competenze e conoscenze a soggetti pubblici (Parlamento e Amministrazioni Pubbliche) a Enti di Gestione e alle Industrie nazionali. L'IRSA partecipa ad attività di ricerca bilaterali per la protezione delle acque comuni (Italia-Svizzera) e multilaterali (Himalaya e Karakorum) ed è il rappresentante italiano nella rete europea di organismi di ricerca sulle acque (EurAqua), nella Water Sanitation and Supply Technology Platform (MSMG) e nel International Water Association (IWA).



SITO WEB www.irsig.cnr.it
 E-MAIL segreteria@irsig.cnr.it
 TELEFONO +39 051 2756211
 +39 051 2756218
 FAX +39 051 260250
 INDIRIZZO Via Zamboni, 26
 40126 Bologna
 DIRETTORE Marco Fabri
 E-MAIL direttore@irsig.cnr.it
marco.fabri@irsig.cnr.it
 POSTA ELETTRONICA CERTIFICATA
direttore.irsig@pec.cnr.it
irsig@pec.cnr.it

IRSIG

Istituto di Ricerca sui Sistemi Giudiziari

L'Istituto di Ricerca sui Sistemi Giudiziari (IRSIG) è stato istituito dal CNR nel 1992 con l'obiettivo di studiare i sistemi giudiziari ed il loro funzionamento attraverso un metodo di ricerca empirico, comparato e interdisciplinare, con la finalità di produrre conoscenze e competenze in un campo di ricerca innovativo nel panorama delle discipline giuridiche e politologiche tradizionali.

L'analisi dei sistemi giudiziari per l'IRSIG-CNR ha finalità non solo teoriche ma anche applicative. Per il loro oggetto e per il metodo di ricerca utilizzato, gli studi condotti dall'IRSIG in Italia e all'estero producono conoscenze utili per innovazioni legislative, organizzative, gestionali e tecnologiche degli apparati giudiziari. Le attività di ricerca dell'IRSIG-CNR si caratterizzano per l'utilizzo di un approccio interdisciplinare, le competenze dei ricercatori spaziano da discipline come la scienza politica (sistemi giudiziari comparati, scienza dell'amministrazione, analisi delle politiche pubbliche metodologia della ricerca), il management (teoria dell'organizzazione, organizzazione aziendale, sistemi informativi), il diritto (ordinamento giudiziario, procedura civile, procedura penale).

263



SITO WEB www.isa.cnr.it
 E-MAIL segreteria@isa.cnr.it
 TELEFONO +39 0825 299111
 +39 0825 34092
 FAX +39 0825 781585
 INDIRIZZO Via Roma, 64
 83100 Avellino
 DIRETTORE Raffaele Coppola
 E-MAIL direttore@isa.cnr.it
 POSTA ELETTRONICA CERTIFICATA
direttore.isa@pec.cnr.it

ISA

Istituto di Scienza dell'Alimentazione

L'ISA (Istituto di Scienze dell'Alimentazione) si occupa di ricerca, valorizzazione, formazione e trasferimento tecnologico nel settore delle scienze dell'alimentazione, utilizzando approcci innovativi. In particolare, l'Istituto conduce studi nei campi della caratterizzazione del modello alimentare mediterraneo, degli studi di popolazioni, delle tecnologie alimentari propriamente dette, della salute, della tracciabilità e sicurezza alimentare, della conservazione e qualità delle produzioni agroalimentari e della bioinformatica per lo studio di patologie umane e intolleranze alimentari. Grazie a un attrezzato centro di spettrometria di massa, tra i più moderni in Europa, e a competenze nella genomica funzionale, proteomica e metabolomica, l'ISA partecipa a diversi progetti e reti internazionali. Tra questi si annovera NOCHEMFOOD sull'utilizzo di estratti naturali come sostituti di additivi chimici nei salumi; IDEFICS sugli effetti di nutrizione, attività fisica, fattori ambientali, genetici e sociali nelle patologie infantili; MAC-Oils per mappare e confrontare le caratteristiche chimico-fisiche, organolettiche e salutistiche di otto diversi oli alimentari. Le numerose e specifiche competenze dell'Istituto contribuiscono all'instaurarsi di collaborazioni con la comunità scientifica nazionale e internazionale, gli Enti pubblici locali, i Ministeri, le Regioni, le PMI e forniscono informazioni utili per le varie Associazioni di consumatori.



SITO WEB www.isac.cnr.it

E-MAIL segreteria@isac.cnr.it
L.Trivellone@isac.cnr.it

TELEFONO +39 051 6399626
 +39 051 6399618

FAX +39 051 6399658

INDIRIZZO Via Piero Gobetti, 101
 Area della Ricerca di Bologna
 40129 Bologna

DIRETTORE Cristina Sabbioni

E-MAIL direzione@isac.cnr.it
c.sabbioni@isac.cnr.it

POSTA ELETTRONICA CERTIFICATA
direttore.isac@pec.cnr.it

SEZIONI Cagliari, Lamezia Terme (CZ),
 Lecce, Padova, Roma, Torino

ISAC

Istituto di Scienze dell'Atmosfera e del Clima

Le competenze dell'Istituto di Scienze dell'Atmosfera e del Clima (ISAC) si sviluppano su un ampio spettro di settori, sia sperimentali che modellistici, che sono sintetizzati nelle seguenti tematiche di ricerca: modellistica climatica, ricostruzione del clima e delle sue variazioni e valutazione degli impatti; composizione dell'atmosfera: osservazioni e processi dalla scala locale alla scala globale e impatto sulla qualità dell'aria, il clima, gli ecosistemi e la salute; teoria, osservazioni e modelli per la meteorologia; processi di trasporto turbolento e dispersione in atmosfera per la qualità dell'aria e il clima: teoria e modellistica; rischi naturali, ambientali e antropici del patrimonio culturale; osservazioni del mare da satellite e sviluppo di sistemi per l'uso sostenibile delle risorse marine.

ISAC gestisce tre stazioni di monitoraggio atmosferico e due stazioni globali GAW-WMO (Osservatorio O. Vittori a M.te Cimone e Nepal Climate Observatory-Pyramid in Himalaya), che fanno parte di Network europei e internazionali per lo studio della meteorologia, del clima e della qualità dell'aria.

L'istituto partecipa e coordina un centinaio di progetti di ricerca nazionali e internazionali, collaborando con Università italiane e straniere e con i maggiori centri di ricerca tra cui ENEA, INGV, Servizio Meteorologico dell'Aeronautica Militare, DPC, ISPRA, ARPA Regionali, Agenzia Spaziale Italiana, Alenia Spazio, EV-K2-CNR in Italia; ESA, CNRS, ECMWF, UK Met Office, Max Planck Institutes, DLTR, GKSS, IMK in Europa; UFRGS, UFSM in Brasile e NOAA, NASA, NCAR negli Stati Uniti.

264



Consiglio Nazionale delle Ricerche

SITO WEB www.isafom.cnr.it

E-MAIL segreteria@isafom.cnr.it

TELEFONO +39 081 5746606
 +39 081 7717325
 +39 081 5747192
 +39 081 5746575

FAX +39 081 7718045

INDIRIZZO Via Patacca, 85
 80056 Ercolano (NA)

DIRETTORE Riccardo D'Andria

E-MAIL direttore@isafom-cnr.it
riccardo.dandria@isafom-cnr.it
riccardo.dandria@cnr.it

POSTA ELETTRONICA CERTIFICATA
direttore.isafom@pec.cnr.it

SEZIONI Perugia, Rende (CS), Catania

ISAFoM

Istituto per i Sistemi Agricoli e Forestali del Mediterraneo

Le linee tematiche di ricerca dell'Istituto per lo Studio dei Sistemi Agricoli e Forestali del Mediterraneo del CNR (ISAFoM) riguardano lo studio dei processi fisici, chimici e biologici che determinano il funzionamento e la dinamica degli ecosistemi agrari e forestali per sviluppare soluzioni tecniche volte al miglioramento dei processi produttivi, della qualità totale dei prodotti, e promuovere la salvaguardia dell'ambiente e la funzionalità dei boschi. L'approccio multidisciplinare (biologico, fisiologico, biotecnologico agronomico, modellistico) che caratterizza l'Istituto, permette di affrontare studi sulla sostenibilità delle produzioni food e non food di interesse agrario e dei sistemi forestali con ricerche a livello di territorio, di parcella e di singola pianta. Sono oggetto di studio le specie forestali e agrarie di preminente importanza economica per gli ambienti a clima Mediterraneo e specie di possibile introduzione negli attuali ordinamenti culturali. L'ISAFoM è una struttura di ricerca organizzata per essere competitiva e integrata nel sistema di ricerca europeo ed internazionale e rafforza il suo ruolo centrale nei settori di propria competenza grazie ad una fitta rete di collaborazioni con alcuni tra i più prestigiosi Enti italiani e mondiali di ricerca, Ministeri, Regioni, Atenei, Industrie (PMI e GI) e attraverso collegamenti internazionali con istituzioni europee ed extraeuropee (Argentina, Belgio, Germania, Grecia, Israele, Olanda, Perù, Portogallo, Regno Unito, Repubblica Ceca, Spagna, USA).



SITO WEB www.isc.cnr.it
 E-MAIL segreteria@isc.cnr.it
 TELEFONO +39 06 49934598
 FAX +39 06 45488003
 INDIRIZZO Via dei Taurini, 19 - 00185 Roma
 DIRETTORE Luciano Pietronero
 E-MAIL luciano.pietronero@isc.cnr.it
 POSTA ELETTRONICA CERTIFICATA
direttore.isc@pec.cnr.it
 SEZIONI Sesto Fiorentino (FI), Roma,
 Monterotondo (RM), Sapienza Università
 di Roma

ISC

Istituto dei Sistemi Complessi

L'ISC (Istituto dei Sistemi Complessi) svolge ricerca sui sistemi complessi costituiti da tanti e diversi elementi interagenti, con particolare riferimento alle applicazioni interdisciplinari in fisica, chimica, biologia e teoria dell'informazione. Altri ambiti di indagine scientifica dell'ISC sono la progettazione e realizzazione di nuovi materiali superconduttori, l'analisi fine della materia disordinata con metodologie spettroscopiche e di nano strutture, l'osservazione dei processi di immagazzinamento di idrogeno, lo studio dei modelli socio-economici, dell'ottica non-lineare, della superconduttività, dei sistemi granulari, delle reti (internet, world-wide-web) e dei fluidi complessi e biologici. L'ISC coordina un gruppo di ricercatori di eccellenza che opera per la realizzazione di iniziative di qualità con progetti innovativi e interdisciplinari di grande rilevanza nazionale e internazionale, valorizzando le esperienze e le competenze multidisciplinari nei settori applicativi e tecnologici. Nello svolgimento delle proprie attività di ricerca, l'Istituto ha ottenuto importanti risultati sia per quanto riguarda le pubblicazioni, presenti sulle più autorevoli riviste internazionali (Physical Review Letters, Nature), sia dal punto di vista di progetti e contratti di ricerca (PRIN, ERC IDEAS Junior, advanced Grant e progetti europei). Inoltre collabora con numerose università e centri di ricerca, italiani e stranieri.

265



SITO WEB soi.cnr.it/iscima
 TELEFONO +39 06 90672727
 FAX +39 06 90672461
 INDIRIZZO Via Salaria km 29,300
 00016 Monterotondo (RM)
 DIRETTORE Paola Santoro
 E-MAIL direttore.iscima@iscima.cnr.it
 POSTA ELETTRONICA CERTIFICATA
direttore.iscima@pec.cnr.it

ISCIMA

Istituto di Studi sulle Civiltà Italiche e del Mediterraneo Antico

L'ISCIMA coniuga la migliore tradizione italiana di studi archeologici, filologici e storici, ereditata da Sabatino Moscati e Massimo Pallottino, con le più avanzate tecniche di ricerca in ambito italiano, del Mediterraneo orientale e del nord-Africa. Oltre alle indagini territoriali, l'ISCIMA opera nel campo delle discipline archeologiche, del collezionismo e dell'edizione scientifica di riviste e collane internazionali on-line. Cura inoltre il Thesaurus Linguae Etruscae, strumento irrinunciabile per gli studiosi del settore. L'approccio interculturale, unito all'innovazione tecnologica derivata dall'informatizzazione dei dati, sono alla base dell'attività di ricerca per le nuove metodologie di indagine e per lo sviluppo di capacità utili per la conservazione e valorizzazione del territorio. Come interfaccia tra la ricerca italiana e internazionale, l'ISCIMA collabora con varie istituzioni locali e con molte realtà museali di prestigio, come il Louvre, il British Museum, il Ny Carlsberg Glyptotek di Copenhagen, il Metropolitan Museum, il Musée National de Beyrouth e promuove costantemente iniziative culturali. Infine, l'ISCIMA è promotore e coordinatore di importanti progetti interdisciplinari. Tra questi figurano le missioni archeologiche in Etruria (Cerveteri) e in Sabina (Colle del Forno), ad Althiburos (Tunisia) nell'area di un antico santuario di una città punica, in Algeria e in Libano.



SITO WEB www.ise.cnr.it

E-MAIL segreteria@ise.cnr.it

TELEFONO +39 0323 518300

FAX +39 0323 556513

INDIRIZZO Largo Vittorio Tonolli, 50-52
28922 Pallanza Verbania (VB)

DIRETTORE Rosario Mosello

E-MAIL direzione@ise.cnr.it
r.mosello@ise.cnr.it

POSTA ELETTRONICA CERTIFICATA
ise@pec.cnr.it

SEZIONI Sassari, Pisa, Sesto Fiorentino (FI)

ISE

Istituto per lo Studio di Ecosistemi

L'ISE (Istituto per lo Studio degli Ecosistemi) svolge ricerca di base e applicata sulla struttura e sul funzionamento degli ecosistemi acquatici e terrestri, alla luce dei cambiamenti globali e della pressione antropica, con l'obiettivo principale di acquisire conoscenze utili per interventi protettivi e correttivi. A tali attività si affiancano studi sulle tecniche di protezione e recupero della qualità di acque e suoli e, ancora, la valutazione degli effetti delle variazioni climatiche sugli ecosistemi e l'evoluzione a lungo termine di laghi e paleolimnologia; l'analisi delle applicazioni biotecnologiche dei microorganismi e della biodiversità e biocenosi acquatiche e terrestri; lo sviluppo di metodologie per il controllo e il recupero di suoli degradati e a rischio desertificazione. Le ricerche dell'ISE sono di prezioso supporto agli enti per la tutela ambientale (ARPA, Comuni, Province, Regioni) e sono motivo di solide collaborazioni con Ministeri (Politiche Agricole e Forestali e Ambiente), università nazionali e internazionali (Whuan in Cina, Girona in Spagna, Rio de Janeiro in Brasile, Tlemcen in Algeria), realtà internazionali (Unione Europea, Commissione Internazionale per la Protezione delle Acque Italo-Svizzere, Comitato EV-K2-CNR, World Conservation Union (IUCN), CONICET argentino e CSIC spagnolo) e, infine, industrie e società private (Acque Spa, Antico Frantoio Toscano, Autostrade per l'Italia Spa, Consorzio Cuoio Depur, Fotosintetica e Microbiologica, Snamprogetti Spa, Montefibre Spa).

266



Consiglio Nazionale delle Ricerche

SITO WEB www.isem.cnr.it

E-MAIL isem@cnr.it

TELEFONO +39 070 403670/35

FAX +39 070 498118

INDIRIZZO Via G.B. Tuveri, 128
09129 Cagliari

DIRETTORE Antonella Emina

E-MAIL direttore.isem@cnr.it
antonella.emina@isem.cnr.it

POSTA ELETTRONICA CERTIFICATA
direttore.isem@pec.cnr.it

SEZIONI Genova, Torino, Roma

ISEM

Istituto di Storia dell'Europa Mediterranea

Partendo dalla posizione geografica privilegiata della penisola italiana, l'ISEM (Istituto di Storia dell'Europa Mediterranea) studia la formazione dei Paesi europei del bacino del Mediterraneo, con particolare attenzione ai rapporti e alle influenze reciproche delle varie nazioni e alle realtà europee esistenti fuori dal continente. L'ISEM è dedicato alla storia dei paesi dell'Europa mediterranea nell'età medievale e moderna, compresa l'età contemporanea, e coniuga l'attenzione filologica alle fonti storiche con una prospettiva di lungo periodo che collega in modo sistematico l'area mediterranea con l'esterno. Tra i recenti risultati scientifici di rilievo vi sono l'imponente produzione di fonti storiche relative alla presenza iberica nel Mediterraneo settentrionale; l'analisi dei contributi relativi alla costruzione navale in area ligure nel periodo moderno e risorgimentale; i rapporti intellettuali tra la l'Europa e le Americhe di influenza europea in età moderna e contemporanea; la partecipazione al progetto del CNR relativo alle Migrazioni, con il compito di fornire una sintesi storiografica sulle conoscenze in tema di mobilità e migrazioni relativamente a tutti i paesi dell'Europa mediterranea. L'ISEM ha tessuto una fitta rete di collaborazioni con università e enti di ricerca europei, mediterranei e americani, per progetti di ricerca comuni e per allargare il campo delle proprie competenze.



SITO WEB www.isgi.cnr.it
 E-MAIL segreteria@isgi.cnr.it
 TELEFONO +39 06 49937667
 FAX +39 06 44340025
 INDIRIZZO Via dei Taurini, 19 - 00185 Roma
 DIRETTORE Giuseppe Palmisano
 E-MAIL giuseppe.palmisano@cnr.it
 SEZIONI Napoli

ISGI

Istituto di Studi Giuridici Internazionali

L'Istituto di Studi Giuridici Internazionali concentra le sue attività sull'evoluzione del diritto internazionale e dell'integrazione europea. I settori di ricerca riguardano l'organizzazione internazionale e la *governance* europea, i processi di integrazione e unificazione giuridica, i diritti umani, la tutela dell'ambiente e dei beni culturali, il diritto del mare e dello spazio, la bioetica e l'etica della ricerca. Obiettivo dell'ISGI è comprendere i mutamenti della comunità internazionale e del processo d'integrazione europea, la loro rilevanza per l'ordinamento italiano, il contributo dell'Italia allo sviluppo del diritto internazionale ed europeo. L'Istituto ha importanti collaborazioni internazionali: con l'Asser Institute sui diritti umani; con l'ESA e l'UNIDROIT sulle attività spaziali; con l'UNESCO per il GEOBS Database; con la Banca Mondiale per il progetto "Law Justice and Development". L'ISGI svolge attività di consulenza per amministrazioni statali (MAE, Ministero del lavoro e politiche sociali, Ministero dell'ambiente), nonché attività di formazione con la SIOI sul diritto dell'ambiente e dello spazio, e con l'università Sapienza di Roma sui diritti fondamentali.

267



SITO WEB www.isib.cnr.it
 E-MAIL isib@cnr.it
silvia.zoletto@isib.cnr.it
 TELEFONO +39 049 8295702
 FAX +39 049 8295763
 INDIRIZZO Corso Stati Uniti, 4
 Area della Ricerca di Padova
 35127 Padova
 DIRETTORE Ferdinando Grandori
 E-MAIL isib.cnr@polimi.it
ferdinando.grandori@polimi.it
 POSTA ELETTRONICA CERTIFICATA
direttore.isib@pec.cnr.it
 SEZIONI Milano, Monterotondo (RM)

ISIB

Istituto di Ingegneria Biomedica

L'attività di ricerca dell'ISIB (L'Istituto di Ingegneria Biomedica) mira alla prevenzione, diagnosi, cura e riabilitazione della salute umana, in base alle esclusive competenze nel settore della biomedicina. I principali interessi di ricerca comprendono i disordini della comunicazione; i metodi e modelli matematici per la ricerca sul metabolismo; il diabete e le sue complicanze; i campi elettromagnetici e il loro impatto sulla salute umana e sull'ambiente nonché il loro uso in medicina, la strumentazione per diagnostica avanzata e la modellazione di sistemi complessi incerti.

L'ISIB è leader a livello internazionale in tema di screening uditivo nel neonato (sordità pre-verbale) e nell'anziano, di funzionalità dell'orecchio interno, nella valutazione dell'esposizione ai campi elettrici e magnetici, nello studio dei possibili effetti sulla salute dei campi elettromagnetici. L'Istituto è centro di riferimento internazionale nello studio del metabolismo e malattia diabetica. Nel settore dell'imaging diagnostico ha depositato diversi brevetti e costituito una società di spin-off CNR (Li-tech Spa). L'ISIB collabora in maniera continuativa con organizzazioni internazionali e con università e centri di ricerca nazionali ed internazionali. Infine, collabora in modo intensivo e continuativo con alcune multinazionali del settore biomedicale e farmaceutico, con numerosi contratti, anche di consulenza.



SITO WEB www.ism.cnr.it

E-MAIL istituto@ism.cnr.it

TELEFONO +39 06 49934155

FAX +39 06 49934153

INDIRIZZO Via Fosso del Cavaliere, 100
00133 Roma

DIRETTORE Dino Fiorani

E-MAIL direttore@ism.cnr.it

POSTA ELETTRONICA CERTIFICATA
ism@pec.cnr.it

SEZIONI Basovizza (TR), Montelibretti (RM)

ISM

Istituto di Struttura della Materia

L'attività scientifica dell'ISM (Istituto di Struttura della Materia) si svolge nel campo della sintesi e caratterizzazione di materiali innovativi, prodotti e studiati con particolare riguardo alla loro funzionalità e al loro possibile impiego per dispositivi avanzati. L'ISM dunque progetta, sintetizza e caratterizza un'ampia classe di materiali in un contesto scientifico interdisciplinare e con un numero di tecniche diagnostiche di altissimo livello. L'istituto coordina progetti in tre principali macroaree scientifiche: materiali funzionali (materiali molecolari e ibridi organico-inorganico; materiali magnetici e superconduttori; materiali semiconduttori per elettronica ed ottica); diagnostiche strutturali e di superficie (microscopi a scansione a sonda locale AFM-SNOM, diffrattometri a raggi-x); luce di sincrotrone (linee di luce per lo studio dei materiali). Inoltre l'ISM ha all'attivo uno spin off per la fornitura di prototipi di microscopi a scansione a sonda locale. I suoi obiettivi pongono l'Istituto in un ruolo di primo piano a con collaborazioni a livello nazionale (ST-Microelectronics, Assing, ecc.) e internazionale (European Synchrotron Radiation Facility, CNRS e Laboratoire de Magnetisme "Louis Neel" in Francia, Consejo Superior De Investigaciones Cientificas e Institut Català de Nanotecnologia in Spagna, Max Plank Institute for Solid State Research e Institute for Analytical Sciences in Germania, Comision Nacional De Energia Atomica in Argentina, University of Tokio, University of Pennsylvania e Naval Research Laboratory e University of Vanderbilt in USA).

268



SITO WEB www.ismac.cnr.it

E-MAIL ismac@cnr.it

TELEFONO +39 02 23699370/51/73

FAX +39 02 70636400

INDIRIZZO Via Edoardo Bassini, 15
20133 Milano

DIRETTORE Incoronata Tritto

E-MAIL direttore.ismac@cnr.it
tritto@ismac.cnr.it

POSTA ELETTRONICA CERTIFICATA
direttore.ismac@pec.cnr.it

SEZIONI Biella, Genova

ISMAC

Istituto per lo Studio delle Macromolecole

Le attività di ricerca dell'ISMAC (Istituto per lo Studio delle Macromolecole) sono focalizzate su sintesi e proprietà di macromolecole sintetiche e biologiche per applicazioni innovative in settori di: scienze della vita, risparmio energetico, packaging, tessile, gomma e optoelettronica. Le competenze di ISMAC spaziano dalla catalisi, organizzazione supramolecolare di macromolecole a livello micro e nano, caratterizzazione molecolare, strutturale, spettroscopica, teoria e modeling, progettazione di polimeri con specifiche funzioni e allo sviluppo di prototipi. ISMAC raggiunge alti livelli in nanotecnologie, realizzazione di celle fotovoltaiche organiche, film per imballaggio, nuovi materiali da fonti rinnovabili, materiali conduttori a base di nanotubi di carbonio, nanocompositi per pneumatici, tessuti di nuova generazione, e metodi di indagine di eventi biologici legati a processi patologici per nuove terapie. ISMAC ha partecipato a numerosi progetti: 6 europei, 8 nazionali (FIRB e PRIN) e 25 regionali (Lombardia e Piemonte e banche). ISMAC ha numerose collaborazioni nazionali ed internazionali con gruppi di ricerca ed università (EU e bilaterali) e contratti con industrie dei polimeri e tessuti.



SITO WEB www.ismar.cnr.it

E-MAIL segreteria@ismar.cnr.it
ismar@cnr.it

TELEFONO +39 041 2407927

FAX +39 041 2407940

INDIRIZZO Arsenale Tesa, 104
 Castello 2737/F - 30122 Venezia

DIRETTORE Fabio Trincardi

E-MAIL direttore@ismar.cnr.it
fabio.trincardi@ismar.cnr.it

POSTA ELETTRONICA CERTIFICATA
direttore.ismar@cnr.it
fabio.trincardi@ismar.cnr.it

SEZIONI Bologna, Pozzuolo di Lerici (SP),
 Ancona, Lesina (FG), Trieste, Genova

ISMAR

Istituto di Scienze Marine

L'ISMAR effettua ricerche nel campo dell'oceanografia fisica, chimica e biologica; della geologia marina; della tecnologia e biologia della pesca. La biologia marina è presente con competenze legate all'ecologia del plancton e del bentos e di ecotossicologia, alla genetica e alle biotecnologie della riproduzione, nonché alla maricoltura ed alla valutazione degli stock di pesca; l'oceanografia chimica con studi sui cicli biogeochimici di ambienti diversi, mentre l'oceanografia fisica con ricerche sulle correnti e sulla dispersione e il trasporto, l'interazione aria-mare e l'influenza con il clima. Gli studi vengono effettuati con metodiche fluidodinamiche, la modellizzazione oceano-ecosistema e il telerilevamento. La geologia marina si occupa principalmente di tettonica, stratigrafia e paleoclimatologia ma anche di sedimentologia e geologia ambientale e, con particolare riferimento alla laguna di Venezia, di subsidenza e di idrogeologia. Le tecnologie in sviluppo presso ISMAR sono legate all'acustica della pesca e alla tecnologia della nave e degli attrezzi da pesca, oltre che nel settore della sicurezza e salute sulle navi da pesca. Altro campo di indagine è lo studio della protezione dalla corrosione e dal fouling dei materiali d'impiego marino. L'ISMAR si caratterizza per la sua forte presenza sul territorio e lo stretto legame con le realtà locali.

269



SITO WEB www.ismn.cnr.it

E-MAIL segreteria@ismn.cnr.it

TELEFONO +39 06 90672346

FAX +39 06 90672372

INDIRIZZO Via dei Taurini, 19 - 00185 Roma

DIRETTORE Giuseppina Padeletti

E-MAIL direttore.ismn@cnr.it

POSTA ELETTRONICA CERTIFICATA
direttore.ismn@pec.cnr.it

SEZIONI Bologna, Palermo,
 Monterotondo (RM), Sapienza Università
 di Roma

ISMN

Istituto per lo Studio dei Materiali Nanostrutturati

L'obiettivo principale dell'ISMN è sviluppare materiali, sistemi nanostrutturati e nanotecnologie in settori strategici per l'innovazione. Le attività di ricerca sono mirate allo sviluppo sostenibile e alla sicurezza ambientale attraverso nuovi materiali per la riduzione dell'inquinamento ambientale, la produzione di energia da bio-masse o idrogeno; alla salute e alla qualità della vita con nano-materiali per il trasporto dei farmaci a livello cerebrale per malattie neurodegenerative e nell'organismo per le terapie anticancro; alle tecnologie convergenti per l'elettronica, la fotonica, la bio-diagnostica e la medicina. L'ISMN realizza anche semiconduttori organici per celle fotovoltaiche non convenzionali e materiali magnetici per la riparazione di tessuti ossei e cartilaginei. Grazie al suo approccio integrato ha instaurato solide collaborazioni con molte imprese, centri di ricerca e Università tra cui: IBM, SONY, PHILIPS, BASF, MERCK and Co., SAES Getters S.p.A., THALES, Cambridge Display Technology Ltd, STMicroelectronics, ENI, FIAT, ALENIA, PFIZER, SOLVAY/SOLEXIS, Scriba Nanotecnologie Srl e Organic Spintronics Srl, Princeton University, Los Alamos National Laboratory, National Cancer Institute, Northwestern University in USA, EFPL di Losanna Lausanne, EMPA - Materials Science & Technology, CSEM di Zurigo, IMEC in Belgio, Cambridge University, Oxford University, Centre de Recherche des Musées de France, Museo del Louvre di Parigi, Museo Egizio del Cairo, Istituti Ortopedici Rizzoli di Bologna.



SITO WEB www.isn.cnr.it

E-MAIL segreteria@isn.cnr.it
s.lombardi@isn.cnr.it

TELEFONO +39 0984 98011

FAX +39 0984 969306

INDIRIZZO Località Burga - Piano Lago
87050 Mangone (CS)

DIRETTORE Antonio Gambardella

E-MAIL direttore.isn@cnr.it

POSTA ELETTRONICA CERTIFICATA
direttore.isn@pec.cnr.it

SEZIONI Roccelletta di Borgia (CZ), Catania

ISN

Istituto di Scienze Neurologiche

L'ISN (Istituto di Scienze Neurologiche) conduce studi in fisiopatologia, clinica, diagnosi e terapia delle malattie del sistema nervoso, ponendo particolare attenzione alle forme ereditarie. Fornisce inoltre prestazioni diagnostiche di genetica molecolare, neuroimmagini e biochimica altamente specializzate. L'Istituto svolge ricerca per la realizzazione di nuovi farmaci, protocolli terapeutici e biotecnologie e ha, come discipline di interesse primario, la biochimica (proteomica del sistema nervoso, farmacocinetica, markers biochimici); la genetica molecolare (malattie neurologiche familiari, analisi genotipo-fenotipo, farmacogenetica) e di popolazione (studio genetico della popolazione calabrese); la genomica funzionale (regolazione genica in condizioni fisiopatologiche); la neuropediatria (sindromi neurocutanee, malattie neuromuscolari dell'infanzia); la neurobiologia cellulare e molecolare (cellule neuronali in condizioni normali e patologiche) e, infine, la neurofarmacologia (influenza di farmaci sul SNC). L'ISN ha, nel tempo, consolidato le proprie collaborazioni con istituti, centri di ricerca e atenei universitari quali il National Institutes of Neurological Disorders and Stroke, la Columbia University, la Cornell University, la Mayo Clinic Rochester e i NIH in USA, la University of Antwerpen in Belgio, la McGill University di Montreal, la Kanazawa University in Giappone, la University of Essen in Germania, e la University of Melbourne Austin and Repatriation Centre in Australia.

270



ISOF

Istituto per la Sintesi Organica e la Fotoreattività

SITO WEB www.isof.cnr.it

E-MAIL chiodini@isof.cnr.it
segreteria@isof.cnr.it

TELEFONO +39 051 6399770/3

FAX +39 051 6399844

INDIRIZZO Via Piero Gobetti, 101
c/o Area della Ricerca di Bologna
40129 Bologna

DIRETTORE Roberto Zamboni

E-MAIL direzione@isof.cnr.it
zamboni@isof.cnr.it

POSTA ELETTRONICA CERTIFICATA
direttore.isof@pec.cnr.it

SEZIONI Ferrara

ISOF è un Istituto di importanza strategica nel Dipartimento di Progettazione Molecolare. La chimica è il building-block delle nanoscienze, delle scienze avanzate e per la convergenza delle tecnologie e l'ISOF svolge un ruolo di spicco in questi settori. Il suo obiettivo è quello di sviluppare ed applicare, a livello locale, le scienze molecolari e la produzione di prodotti chimici sostenibili uniformandosi a quelli che sono gli obiettivi Europei nei campi dell'energia e del clima, migliorando, nel frattempo la qualità della vita e l'economia locale.

I progetti di ISOF sono: progettazione e sintesi di strutture molecolari e supra-molecolari con funzioni programmate; studio dei processi fondamentali in sistemi complessi di interesse chimico, fisico e biologico. ISOF porta avanti progetti e azioni proattive che vanno dallo sviluppo di nuove metodologie sintetiche ai materiali organici funzionali, ai polimeri, alle fotoscienze molecolari e alle scienze della vita, come pure l'interazione tra le radiazioni ionizzanti ed i materiali.

Gli obiettivi di ISOF sono: progettazione, sintesi e caratterizzazione di materiali funzionali multifase/multiscala ed auto assemblaggi bioibridi di varie complessità; processi bio-organici: studio delle funzioni cellulari e meccanismi di danneggiamento che portano alla formazione di radicali liberi; fotoscienze molecolari: studio dei processi che coinvolgono stati eccitati elettronici in molecole e materiali, dallo sviluppo della conoscenza fondamentale alle più rilevanti applicazioni in dispositivi; sistemi macromolecolari sintetici e naturali; tecnologie innovative: biontronica e grafene.



SITO WEB www.ispa.cnr.it

E-MAIL simonetta.martena@ispa.cnr.it
segreteria@ispa.cnr.it

TELEFONO +39 080 5929333/59

FAX +39 080 5929373

INDIRIZZO Via Amendola, 122/O
 70126 Bari

DIRETTORE Angelo Visconti

E-MAIL angelo.visconti@ispa.cnr.it

POSTA ELETTRONICA CERTIFICATA
ispa@pec.cnr.it

SEZIONI Milano, Grugliasco (To),
 Lecce, Sassari

ISPA

Istituto di Scienze delle Produzioni Alimentari

L'ISPA (Istituto di Scienze delle Produzioni Alimentari) svolge attività di ricerca, innovazione e trasferimento tecnologico per il miglioramento della qualità e della sicurezza dei prodotti agroalimentari. L'ISPA sviluppa metodologie innovative per la determinazione di micotossine, funghi tossigeni, microrganismi patogeni ed allergeni in materie prime e prodotti alimentari (cereali, vino, pasta, latte, alimenti per l'infanzia, frutta secca). Processi innovativi realizzati in stretta connessione con il sistema produttivo supportano la valorizzazione delle produzioni tipiche e lo sviluppo di nuovi alimenti funzionali. L'Istituto è impegnato inoltre nello studio della biodiversità microbica, nella produzione biotecnologica di molecole funzionali (antiossidanti, proteine, enzimi) e nello sviluppo di tecniche innovative ed ecocompatibili per la produzione, qualità e conservabilità dei prodotti ortofruitticoli. L'ISPA ha collaborazioni consolidate con organizzazioni leader nel panorama agroalimentare mondiale (FAO, EFSA, FSA, USDA), nel mondo industriale (Barilla, Syngenta, Bayer, Thermo, Copaim) e con i vari partner dei progetti di ricerca finanziati nell'ambito di programmi regionali, nazionali ed europei.

271



SITO WEB www.ispaam.cnr.it

E-MAIL lidia.keller@ispaam.cnr.it

TELEFONO +39 081 5966006
 +39 081 5964977

FAX +39 081 5965291

INDIRIZZO Via Argine, 1085
 c/o Istituto Superiore Statale "E. De Cillis"
 80147 Napoli

DIRETTORE Leopoldo Iannuzzi

E-MAIL leopoldo.iannuzzi@ispaam.cnr.it

POSTA ELETTRONICA CERTIFICATA
direttore.ispaam@pec.cnr.it

SEZIONI Sassari

ISPAAM

Istituto per il Sistema Produzione Animale in Ambiente Mediterraneo

L'ISPAAM (l'Istituto per il Sistema Produzione Animale in Ambiente Mediterraneo) si occupa dello studio della produzione animale e dei pascoli nell'area mediterranea. È l'unico Istituto del CNR che si occupa istituzionalmente di produzione animale. Le principali linee di ricerca riguardano il miglioramento della sostenibilità dei sistemi foraggero-zootecnici attraverso l'ottimizzazione del rapporto resa/qualità dei prodotti, per rispondere alle esigenze dei consumatori, dei mercati e del rispetto dell'ambiente. Tale attività consente di armonizzare il lavoro condotto da diversi soggetti istituzionali in campo zootecnico, con l'obiettivo di un'efficace programmazione nazionale dell'intero sistema. L'Istituto si interessa delle produzioni animali con approcci interdisciplinari e sistemici che comprendono sia le produzioni animali che vegetali, ponendo una particolare attenzione alle produzioni di qualità, privilegiando allevamenti biologici ed estensivi. Tutte le attività di ricerca sono svolte in collaborazione con numerose istituzioni nazionali ed internazionali, tra cui: INRA ed EPE Dev. Agri. (Francia); UNI- UTAD, Portogallo; UNI (Gran Bretagna); Res. Instit. Biology Farm Animals, (Germania); UNI (Canada); Dept. Vet. Pathobiol - Texas A&M Univ., Dept. Microbiol. Immunol. - Albert Einstein College of Medicine, Dept Bioch. Bioph. - UNI Minnesota (USA); Inst. Med. Technol. UNI (Finlandia); EPE Dept. Agric. (Australia); Francia; UNI Reading University, USA; EPE INIA (Cile).



SITO WEB www.ispf.cnr.it

E-MAIL ispf@cnr.it

TELEFONO +39 081 2535580

FAX +39 081 2535515

INDIRIZZO Via Porta di Massa, 1
c/o Dipartimento di filosofia "A. Aliotta",
Università "Federico II" - 80133 Napoli

DIRETTORE Manuela Sanna

E-MAIL direttore.ispf@cnr.it

POSTA ELETTRONICA CERTIFICATA
direttore.ispf@pec.cnr.it

SEZIONI Milano

ISPF

Istituto per la Storia del Pensiero Filosofico e scientifico moderno

Il campo d'interessi specifico dell'ISPF (Istituto per la Storia del Pensiero Filosofico e scientifico moderno) è lo studio del pensiero filosofico e scientifico italiano ed europeo dell'età moderna, con ampi riferimenti alle origini medievali e rinascimentali e agli sviluppi contemporanei e con particolare attenzione alle problematiche metodologiche connesse all'edizione di testi filosofici e scientifici. Le attività di ricerca dell'Istituto si articolano nei settori della cultura e terminologia filosofico-scientifica in età moderna e contemporanea, nella tradizione valisneriana nella cultura scientifica d'età moderna, nella storia della storiografia filosofica e, infine, negli aspetti storico-culturali e linguistico-lessicografici dei fenomeni migratori. Inoltre, l'ISPF è impegnato nell'edizione di testi a stampa, o in formato digitale; si occupa di cataloghi e analisi di fonti; pubblica notiziari aperti alla comunità scientifica internazionale che forniscono un regolare aggiornamento sullo sviluppo della ricerca; organizza seminari, conferenze e convegni sia nazionali che internazionali, con attenzione particolare ai rapporti con le scuole e con gli atenei. L'Istituto collabora attivamente con numerose istituzioni italiane e internazionali quali il Centro di Judaica Goren-Goldstein e l'Università degli Studi di Milano, l'Edizione Nazionale delle Opere di Vallisneri, l'Università degli Studi di Napoli, la Regione Campania, l'Università di Cagliari, l'ESF European Science Foundation e il CERPHI del Cnrs di Lyon.

272



SITO WEB www.issia.cnr.it

E-MAIL mottola@ba.issia.cnr.it

TELEFONO +39 080 5929420

FAX +39 080 5929460

INDIRIZZO Via Giovanni Amendola, 122/D-I
c/o Area di Ricerca CNR - 70126 Bari

DIRETTORE Arcangelo Distante

E-MAIL distante@ba.issia.cnr.it

POSTA ELETTRONICA CERTIFICATA
direttore.issia@pec.cnr.it

SEZIONI Genova, Palermo

ISSIA

Istituto di Studi sui Sistemi Intelligenti per l'Automazione

L'ISSIA (Istituto di Studi sui Sistemi Intelligenti per l'Automazione) indirizza la propria attività verso lo sviluppo di sistemi intelligenti finalizzati a migliorare: la qualità di vita di individui e collettività; la competitività e modalità di produzione delle imprese; il monitoraggio dell'ambiente; la fruibilità dei beni culturali; e l'efficienza delle amministrazioni pubbliche (nella gestione di territorio, trasporti, salute, e nella conservazione dei beni culturali). Lo studio e sviluppo di sistemi intelligenti complessi coinvolge diverse discipline: informatica (elaborazione dell'informazione); fisica (ottica e interazione luce-materia); cibernetica (modelli computazionali neurali); ingegneria elettrica ed elettronica (sensori, attuatori e controllo) e meccanica; intelligenza artificiale. L'attività ha ricadute concrete su Industria e Pubblica Amministrazione. L'Istituto collabora con altri Enti (Università, Politecnici, ASI, ENEA, ESA, INGV) ed altri Istituti CNR in progetti nell'ambito di Programmi di Ricerca regionali, nazionali ed europei (ESA e CEE). A livello internazionale ha in corso un'intesa con Alenia Aeronautica S.p.A. – Boeing Company, che coinvolge diverse strutture industriali aeronautiche e accademiche (Università di Napoli, INFN, ISTI-CNR), ed ha anche sviluppato una collaborazione con la FIGC (Federazione Italiana Giuoco Calcio) per la realizzazione di sistemi intelligenti di rilevazione ed interpretazione di eventi dinamici nel gioco. Dalle attività scientifiche degli ultimi anni sono scaturiti 10 brevetti internazionali e oltre 100 pubblicazioni su riviste scientifiche internazionali. Diversi sono i progetti recentemente approvati in ambito PON 2011 (CARSLIDE e BAITAH) o in corso di contrattazione nel quadro dei Progetti Bandiera (RITMARE e Fabbrica del Futuro).



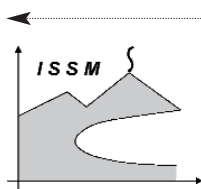
SITO WEB www.issirfa.cnr.it
 E-MAIL issirfa@cnr.it
 TELEFONO +39 06 49937740/00
 FAX +39 06 490704
 +39 06 49937726
 INDIRIZZO Via dei Taurini, 19 - 00185 Roma
 DIRETTORE Stelio Mangiameli
 E-MAIL direttore.issirfa@cnr.it
 POSTA ELETTRONICA CERTIFICATA
direttore.issirfa@pec.cnr.it

ISSIRFA

Istituto di Studi sui Sistemi Regionali Federali e sulle Autonomie "Massimo Severo Giannini"

L'Istituto di Studi sui Sistemi Regionali Federali e sulle Autonomie "Massimo Severo Giannini" (ISSIRFA) svolge attività di ricerca tesa all'approfondimento – sotto il profilo giuridico e finanziario ed in prospettiva comparata – delle tematiche legate al regionalismo e al federalismo. A tal fine promuove numerosi incontri di studio e partecipa a progetti di ricerca nazionali e internazionali. Tra i temi sistematicamente coltivati dall'ISSIRFA, si segnalano i seguenti: processi di revisione della forma di Stato e loro attuazione; federalismo fiscale; territorialità, globalizzazione e migrazioni; qualità della legislazione regionale; standard in sanità; politiche sociali; servizi pubblici locali; regioni e attività produttive; tutela dell'identità culturale; ambiente, beni e attività culturali; regioni ed enti locali nell'UE; sussidiarietà; dimensione territoriale e valutazione della ricerca e dei processi innovativi. L'Istituto cura e pubblica rapporti periodici su diversi oggetti e fornisce una consulenza esperta sulle tematiche oggetto di studio. A questa funzione di servizio contribuiscono il sito web, registrato come periodico, e la rivista on-line *Italian Papers on Federalism*. L'Istituto ha da tempo attivato numerose collaborazioni significative: con la Camera dei deputati-Osservatorio sulla legislazione, con la Conferenza dei Presidenti delle Assemblee legislative delle Regioni e Province autonome, con gli Uffici legislativi dei Consigli regionali, con Atenei e Centri di ricerca italiani e stranieri. È membro dell'Associazione Internazionale dei Centri di Studi sul Federalismo (IACFS).

273



SITO WEB www.issm.cnr.it
 E-MAIL istituto@issm.cnr.it
 TELEFONO +39 081 6134086
 FAX +39 081 5799467
 INDIRIZZO Via Pietro Castellino, 111
 80131 Napoli
 DIRETTORE Paolo Malanima
 E-MAIL malanima@issm.cnr.it
 POSTA ELETTRONICA CERTIFICATA
direttore.issm@pec.cnr.it

ISSM

Istituto di Studi sulle Società del Mediterraneo

L'ISSM (Istituto di Studi sulle Società del Mediterraneo) svolge attività di ricerca finalizzata alla valorizzazione, al trasferimento tecnologico e alla formazione delle società del bacino del Mediterraneo. In particolare, si occupa di gestione e uso delle risorse naturali per le diverse attività produttive, di evoluzione demografica e flussi di migrazione all'interno del bacino mediterraneo, di commercio, finanza, mercato del lavoro in età Moderna e Contemporanea, di sviluppo urbano e territoriale. Le caratteristiche locali vengono confrontate con quelle globali in modo da fornire conoscenze essenziali per promuovere la cooperazione economica fra i vari paesi. Oltre alle più importanti realtà universitarie italiane, tra le varie collaborazioni di pregio dell'ISSM si segnalano l'International Union of Forest Research Organization, la European Regional Science Association (ERSA), l'Associazione italiana per le Scienze Regionali (AisRE), la Maison des Hautes Etudes di Aix-en-Provence, la Maison Méditerranéenne de Sciences de l'Homme, l'Associazione per la storia dell'ambiente e del territorio (ASAT), l'Istituto Meridionale di Storia e Scienze Sociali (IMES) e la Società Italiana di Selvicoltura ed Ecologia Forestale, l'Associazione per lo Sviluppo dell'Industria nel Mezzogiorno (SVIMEZ). L'Istituto pubblica ogni anno un *Rapporto sulle economie del Mediterraneo* (Bologna, Il Mulino) dal 2005. Nel 2012 il *Rapporto* è arrivato alla sua ottava edizione.



SITO WEB www.istc.cnr.it

E-MAIL direzione.istc@istc.cnr.it

TELEFONO +39 06 44595246/38/65
+39 06 44362366

FAX +39 06 44595243

INDIRIZZO Via S. Martino della Battaglia, 44
00185 Roma

DIRETTORE Rosario Falcone

E-MAIL rino.falcone@istc.cnr.it
direzione.istc@istc.cnr.it

POSTA ELETTRONICA CERTIFICATA
direttore.istc@pec.cnr.it
istc@pec.cnr.it

SEZIONI Padova, Trento

274

ISTC

Istituto di Scienze e Tecnologie della Cognizione

L'ISTC (Istituto di Scienze e Tecnologie della Cognizione) svolge attività di ricerca, valorizzazione, di trasferimento tecnologico e formazione nel campo dei processi cognitivi, comunicativi e linguistici. Luogo di nascita delle scienze cognitive in Italia, l'ISTC studia gli aspetti di acquisizione, elaborazione, deficit, multimodalità e tecnologie nel settore della comunicazione; analizza teorie del parlato e della variabilità linguistica e meccanismi di sviluppo cognitivo, apprendimento e socializzazione nei bambini e nei primati non umani. Altri settori di indagine scientifica sono i sistemi artificiali (intelligenza, vita e società), le tecnologie della conoscenza (reti neurali, robotica autonoma), la cognizione sociale (comportamenti, motivazioni, trasmissione, processi culturali), la qualità dell'ambiente, salute e società (prevenzione, educazione, integrazione, handicap, progettazione di tecnologie). L'ISTC ha una consolidata rete di collaborazioni internazionali con numerosi centri di ricerca (Santa Fe' Institute, Max Plank, Karolinska Institute, IRIT CNRS, PRI-Kyoto, AT&T lab & Bell Lab, CSRL in Colorado, CSLU in Oregon, l'Haskins Lab. di New Haven, CSIC-III A di Barcelona, Complex Systems I. di Cambridge, IPO in Olanda) e università (Lisbona, Manchester, Beirut, Surrey, Utrecht, Amsterdam, Parigi, Nijmegen, Madrid, Barcellona, Montreal, Osaka, Aix-en-Provence, Yale, California, Amherst, Atlanta, Londra).



SITO WEB www.istec.cnr.it

E-MAIL fiorella.savelli@istec.cnr.it
istec@istec.cnr.it

TELEFONO +39 0546 699711

FAX +39 0546 699719

INDIRIZZO Via Granarolo, 64
48018 Faenza (RA)

DIRETTORE Alida Bellosi

E-MAIL direzione@istec.cnr.it
alida.bellosi@istec.cnr.it

POSTA ELETTRONICA CERTIFICATA
direttore.istec@pec.cnr.it

ISTEC

Istituto di Scienza e Tecnologia dei Materiali Ceramici

Le attività di ricerca presso ISTEC-CNR sono indirizzate a settori scientifici e tecnologici che riguardano nuovi materiali e i ceramici in particolare. Gli aspetti caratterizzanti riguardano l'innovazione di materiali e processi produttivi, il supporto scientifico e tecnologico alle imprese, la formazione specialistica. Viene adottato in tutti i casi un approccio interdisciplinare per lo sviluppo di materiali e componenti per applicazioni nei settori ad alta tecnologia (applicazioni meccaniche, antiusura, ad alta temperatura per numerosi settori industriali, dei trasporti e dell'aerospazio), nei settori relativi alle costruzioni, all'energia e all'ambiente (applicazioni energetiche, ottiche, sensoristiche, elettroniche, elettromeccaniche). Nei tempi recenti l'attenzione è stata rivolta alle nanotecnologie: sintesi e trattamento nano polveri e sistemi ibridi, processi di funzionalizzazione, trattamenti di superfici dure e di tessuti, sviluppo di bioceramici per medicina rigenerativa e protesica, restauro e conservazione dei Beni Culturali. ISTEC ha sviluppato competenze sul trasferimento ai settori produttivi di nuovi materiali e nuovi processi, nell'ambito di contratti o di progetti nazionali o europei. Sono favorite collaborazioni scientifiche a livello internazionale, attraverso accordi stabiliti dal CNR o dai Ministeri preposti, oppure collaborazioni acquisite attraverso progetti Europei, accordi bilaterali e altri programmi di collaborazione.



SITO WEB www.isti.cnr.it
 E-MAIL segreteria@isti.cnr.it
 TELEFONO +39 050 315287/403
 FAX +39 050 3152811
 INDIRIZZO Via Giuseppe Moruzzi, 1
 c/o Area di Ricerca di Pisa - 56124 Pisa
 DIRETTORE Claudio Montani
 E-MAIL direttore@isti.cnr.it
claudio.montani@isti.cnr.it
 POSTA ELETTRONICA CERTIFICATA
direttore.isti@pec.cnr.it

ISTI

Istituto di Scienza e Tecnologie dell'Informazione "Alessandro Faedo"

L'ISTI (Istituto di Scienza e Tecnologie dell'Informazione "A. Faedo") svolge attività di formazione, trasferimento di conoscenze e tecnologie nel settore della Computer Science e, più in generale, dell'ICT. L'attività interdisciplinare dell'ISTI si articola principalmente all'interno di cinque grandi aree tematiche: Networking, per l'analisi di aspetti rilevanti delle reti (wireless, internet) e delle nuove tecnologie correlate (domotica); Knowledge, per attività connesse all'accesso e al filtraggio intelligente dell'informazione, al social networking, alle biblioteche digitali pervasive, al data mining, alle varie interfacce utente; Software, per la sperimentazione e validazione dei sistemi software complessi e per la certificazione di prodotti e processi ICT; Visual and High Performance Computing, per la grafica, l'imaging e la ricostruzione 3D di superfici e immagini; Flight and Structural Mechanics, per la dinamica e la fisica di astri e asteroidi, la modellazione dei detriti spaziali, il controllo del volo di palloni stratosferici e satelliti, la termomeccanica dei solidi. Attualmente l'ISTI ha circa 90 progetti di ricerca attivati con la Commissione Europea, gli Enti locali, le Regioni e i Ministeri e collabora con numerose industrie e aziende tra cui Fiat Auto, Ericsson Italia, Alstom Trasporti, ST Microelectronics, Finmeccanica-Alenia Aeronautica, Gruppo di supermercati Coop.

275



Consiglio Nazionale delle Ricerche

SITO WEB www.istm.cnr.it
 E-MAIL segreteria@istm.cnr.it
 TELEFONO +39 02 50314401
 FAX +39 02 50313927
 INDIRIZZO Via Camillo Golgi, 19
 c/o Dipartimento di Chimica, Università
 di Milano - 20133 Milano
 DIRETTORE Rinaldo Psaro
 E-MAIL r.psaro@istm.cnr.it
direttore@istm.cnr.it
 POSTA ELETTRONICA CERTIFICATA
direttore@istm.pec.cnr.it
 SEZIONI Padova, Perugia

ISTM

Istituto di Scienze e Tecnologie Molecolari

Le attività di ricerca condotte dall'ISTM hanno come obiettivo primario l'approfondimento e la diffusione delle conoscenze nel settore delle scienze chimiche (inorganica, organica, industriale, chimica fisica, teorica e computazionale). Nel settore di punta dei materiali molecolari e nano strutturati. ISTM possiede tutte le competenze per portare contributi anche per una ricaduta nei settori industriali che operano nella chimica sostenibile e nei processi catalitici, nell'elettronica miniaturizzata, nell'optoelettronica, nell'informatica, nella nanomedicina e nella diagnostica (estesa ai beni culturali), nell'accumulo di energia, nella farmaceutica. Una specificità è la consolidata sinergia con il mondo accademico locale e nazionale, non solo per la ricerca ma anche per l'alta formazione. A livello internazionale sono state attivate numerose collaborazioni di prestigio tra cui quelle con la Danish National Research Foundation, Max-Planck di Dresda, The Getty Conservation Institute, Accademia delle Scienze della Repubblica Ceca e della Russia, CNRS Montpellier, e con numerose università (Princeton, Melbourne, EPF Lausanne, ETH Zurigo, Oviedo, Saragoza, Cardiff, Oxford, Belfast).



Consiglio Nazionale delle Ricerche

SITO WEB www.itabc.cnr.itE-MAIL itabc@cnr.it

TELEFONO +39 06 90625274

FAX +39 06 90672373

INDIRIZZO Via Salaria km 29,300
Area della Ricerca di Roma
00016 Monterotondo (RM)

DIRETTORE Salvatore Garraffo

E-MAIL direttore@itabc.cnr.it

POSTA ELETTRONICA CERTIFICATA
direttore.itabc@pec.cnr.it

276

ITABC

Istituto per le Tecnologie Applicate ai Beni Culturali

L'ITABC (Istituto per le Tecnologie Applicate ai Beni Culturali) si occupa di ricerca, valorizzazione, trasferimento tecnologico e formazione nel campo della conoscenza, conservazione, fruizione del patrimonio archeologico e, più in generale, del costruito storico e del patrimonio culturale. Gli ambiti di ricerca sono rivolti allo studio dei sistemi informativi territoriali e statistici, applicati ai beni culturali; della ricostruzione e contestualizzazione del paesaggio archeologico attraverso strumenti GIS, realtà virtuale e multimedia; delle metodologie geologiche e geofisiche ad alta risoluzione per la caratterizzazione dei siti archeologici e dei manufatti storici. L'ITABC opera anche nel settore della catalogazione e analisi di monete, reperti metallici e tesori monetali antichi, e della datazione di reperti archeologici e geologici. L'Istituto collabora con molte università italiane e straniere (Roma, Palermo, Catania, Milano, Torino, Vienna, Atene, Salamanca, Boston, Chicago, Dallas); centri di ricerca, musei e archivi statali (Istituto Archeologico Germanico, Istituto Centrale per il Restauro, INFN, ENEA, CNRS, il Museum Bochum in Germania, CSIC, NARA National Cultural Properties Research Institute e Geophysical Archaeometry Laboratory in Giappone, Accademia delle Scienze in Kazakistan, Dipartimento Antichità Repubblica Araba Popolare Libica, la NASA, Uzbek Academy of Science, Museo Civico di Storia Naturale); Enti locali, Comuni, Province, Regioni, Soprintendenze; aziende e imprese private (ESRI ITA-LIA, G&O s.a.s., Geotop s.r.l., CINECA, IDOCOM, SYREMONT).

SITO WEB www.itae.cnr.itE-MAIL itae@itae.cnr.it

TELEFONO +39 090 624246

FAX +39 090 624247

INDIRIZZO Via Salita S. Lucia
sopra Contesse, 5 - 98126 Messina

DIRETTORE Gaetano Cacciola

E-MAIL gaetano.cacciola@itae.cnr.it
direttore@itae.cnr.it

POSTA ELETTRONICA CERTIFICATA
direttore.itae@pec.cnr.it
itae@pec.cnr.it

ITAE

Istituto di Tecnologie Avanzate per l'Energia "Nicola Giordano"

L'ITAE (Istituto di Tecnologie Avanzate per l'Energia "Nicola Giordano") ha il compito di promuovere e sviluppare tecnologie e processi energetici innovativi caratterizzati da elevata efficienza e basso impatto ambientale, compatibili sia con l'uso dei combustibili fossili oggi disponibili, sia con l'uso delle energie rinnovabili sempre più competitive. L'attività di ricerca, partendo dallo studio delle procedure di sintesi e delle proprietà dei materiali, si concretizza con la progettazione e realizzazione di dispositivi e sistemi innovativi. In particolare per la produzione, l'accumulo e l'utilizzo dell'idrogeno; per celle a combustibile a bassa (PEFC, DAFC) ed alta (SOFC, MCFC) temperatura, per l'accumulo elettrochimico di energia (supercapacitori e batterie); per lo sfruttamento dell'energia solare (celle fotovoltaiche, fotodecomposizione, solare termico, solar cooling) e dei calori di scarto da motori a combustione interna (trigenerazione, automotive air conditioning); per il condizionamento dell'aria con dispositivi non elettromeccanici; integrazione delle nuove tecnologie con le fonti rinnovabili. Nel settore, l'ITAE è considerato riferimento tecnico nazionale e internazionale, come dimostrano le numerose collaborazioni con importanti gruppi industriali (Ansaldo Ricerche, CR Fiat, De Nora, Nuvera, Pirelli, ENEL, ENI, FuMA-Tech, SAES Getter, ST Micr., Johnson Mat., Daimler Chrysler, Toyota, Viessmann Werke GmbH & CO, Solvay, Electro.PowerSystem, Mitsubishi, Fiamm, Iveco, Rivoira, Riello, SOL) e organismi di ricerca (CNAM, CNRS, Aachen Univ., ECN, University of Warwick, Politecnico di Torino e di Milano, Kosef in Corea, Indonesia Ins. Sci. IHTe, Inst. Borescow in Russia, IGT Princeton University, Fraunhofer ISE in Germania).



SITO WEB www.itb.cnr.it
 E-MAIL silviana.carmarino@itb.cnr.it
 TELEFONO +39 02 26422702/8
 FAX +39 02 26422770
 INDIRIZZO Via Fratelli Cervi, 93
 c/o Laboratorio Interdisciplinare
 di Tecnologie Avanzate (LITA)
 20090 Segrate (MI)
 DIRETTORE Luigi Zecca
 E-MAIL direzione@itb.cnr.it
luigi.zecca@itb.cnr.it
 POSTA ELETTRONICA CERTIFICATA
direttore.itb@pec.cnr.it
 SEZIONI Bari, Padova, Pisa, Roma

ITB

Istituto di Tecnologie Biomediche

L'Istituto Tecnologie Biomediche (ITB) è un istituto multidisciplinare costituito da biologi, medici, chimici, fisici e ingegneri. Le attività di ricerca riguardano la biologia dello sviluppo, la genomica comparata e funzionale, l'oncologia molecolare e le cancer stem cells, la medicina rigenerativa e l'epigenomica, l'immunologia, le malattie genetiche e neurodegenerative, la bioinformatica, la proteomica e genomica. In particolare, sono stati identificati meccanismi che coinvolgono la neuromelanina e la neuroinfiammazione nell'invecchiamento cerebrale e nei processi neurodegenerativi del Parkinson. È stato provato il ruolo delle cancer stem cells nella genesi e nella evoluzione del cancro ed il contributo delle cellule staminali nella medicina rigenerativa e nell'invecchiamento; sono stati identificati fattori che rimodellano la cromatina ed i meccanismi di regolazione di RNA non codificanti. Negli studi di espressione genica, mediante l'utilizzo di piattaforme di microarray e di Next-Generation Sequencing, sono stati individuati geni coinvolti in patologie tumorali e completato il sequenziamento genomico di molti patogeni. La bioinformatica, ha contribuito allo sviluppo di nuove metodologie in supporto alla Systems Biology molecular modelling. Sono state sviluppate in supporto alle tecnologie "Omics" banche dati specializzate e algoritmi per l'analisi dei dati genomici, trascrittomici, miRNA. Infine, l'analisi proteomica MudPIT ha contribuito all'identificazione di proteine differenzialmente espresse in relazione a patologie tumorali e degenerative. L'Istituto, ben radicato nel tessuto scientifico nazionale e internazionale, collabora con istituzioni di ricerca pubbliche e private.

277



SITO WEB www.itc.cnr.it
 E-MAIL itc@cnr.it
 TELEFONO +39 02 9806417/229
 FAX +39 02 98280088
 INDIRIZZO Via Lombardia, 49
 Frazione Sesto Ulteriano
 20098 San Giuliano Milanese (MI)
 DIRETTORE Roberto Vinci
 E-MAIL roberto.vinci@itc.cnr.it
direttore@itc.cnr.it
 POSTA ELETTRONICA CERTIFICATA
direttore.itc@pec.cnr.it
 SEZIONI Padova, Bari, L'Aquila, Milano,
 Monterotondo (RM)

ITC

Istituto per le Tecnologie della Costruzione

L'ITC svolge attività di ricerca, valorizzazione, valutazione tecnica e certificazione, trasferimento tecnologico e formazione nei settori dell'edilizia e della costruzione. In particolare, studia materiali nuovi o tradizionali, nuove metodologie e strumenti per valutare le prestazioni di componenti e sistemi e opere di costruzione e migliorare la fruizione, l'accessibilità, la sicurezza e la qualità dell'ambiente costruito. Tra le proprie competenze figurano le tecniche e gli strumenti per la sostenibilità energetico-ambientale degli edifici, la sicurezza sismica degli immobili e del patrimonio storico-architettonico, il recupero e la prevenzione dei danni. Lungo l'elenco delle collaborazioni, a livello nazionale (Sviluppo Economico, Infrastrutture, Interno, Ambiente, Università e Ricerca; politecnici, numerose università e molte amministrazioni regionali e internazionali) e internazionale (International Council for Research and Innovation in Building and Construction (Cib), European Network of Building Research Institutes (ENBRI), International Union of Testing and Research Laboratories for Materials and Structures (RILEM) European Organization for Technical Approvals, Union Européenne pour Agrément Technique dans la Construction, World Federation of Technical Assessment Organisations, Institut International du Froid, CEN, ISO, European Group of Official Fire Laboratories, GNB/CPD).



SITO WEB www.itd.cnr.it
 E-MAIL itd@itd.cnr.it
 TELEFONO +39 010 6475303
 FAX +39 010 6475300
 INDIRIZZO Via De Marini, 6
 Torre di Francia - 16149 Genova
 DIRETTORE Rosa Bottino
 E-MAIL bottino@itd.cnr.it
 SEZIONI Palermo

ITD

Istituto per le Tecnologie Didattiche

L'Istituto Tecnologie Didattiche (ITD) è il solo istituto pubblico italiano interamente dedicato alla ricerca sulle tecnologie didattiche. Questa caratterizzazione su uno specifico settore di ricerca è un punto di forza dell'Istituto che gli ha permesso di diventare un riferimento per le tecnologie didattiche sia in Italia sia in Europa. La ricerca dell'Istituto è focalizzata sullo studio, la progettazione e la valutazione di metodi e strumenti di apprendimento innovativi che: favoriscano sia l'acquisizione del sapere che la capacità di farlo evolvere; incentivino motivazione e qualità dell'apprendimento; sfruttino le opportunità offerte dalle tecnologie digitali (visualizzazione, interattività, connettività, ecc.); siano integrabili negli attuali sistemi formativi e siano, al tempo stesso, vettori di nuovi modelli strutturali ed organizzativi. La ricerca in tecnologie didattiche ha carattere interdisciplinare ed integra agli aspetti di natura teorica lo sviluppo di prototipi, metodologie e studi sperimentali sul campo.

L'ITD partecipa a numerosi progetti finanziati a livello locale, nazionale ed europeo (ad esempio, negli ultimi tre anni ha coordinato 5 progetti europei ed è stato partner in 9, tra cui 4 reti di eccellenza).

L'istituto cura *TD*, la prima e più importante rivista italiana sulle tecnologie didattiche: <http://www.tdmagazine.itd.cnr.it/>.

278



Istituto di Tecnologie Industriali e Automazione

SITO WEB www.itia.cnr.it
 E-MAIL itia@cnr.it
 TELEFONO +39 02 23699995
 FAX +39 02 23699941
 INDIRIZZO Via Bassini, 15
 20133 Milano
 DIRETTORE Tullio Antonio Maria Tolio
 E-MAIL direzione.itia@itia.cnr.it
tullio.tolio@itia.cnr.it
 POSTA ELETTRONICA CERTIFICATA
itia@pec.cnr.it
 SEZIONI Roma, Bari, Monterotondo (RM),
 Vigevano (PV)

ITIA

Istituto di Tecnologie Industriali e Automazione

Obiettivi dell'ITIA (Istituto di Tecnologie Industriali ed Automazione) sono la ricerca scientifica e lo sviluppo tecnologico per l'innovazione strategica dell'industria italiana ed europea, in termini di prodotti, cultura, processi ed imprese, per contribuire alla competitività e sostenibilità del settore manifatturiero italiano ed europeo. Nello specifico, le ricerche dell'ITIA hanno interessato la progettazione di macchine operatrici, robot, sistemi di produzione e relativi servizi nei settori tradizionali (cuoio, legno, plastica), science based (biomedicale), specialized suppliers (beni strumentali, aeronautico) e della produzione di massa (bianco e automotive). Tra gli altri campi di ricerca anche la gestione e ottimizzazione di processi logistici, aziendali e di filiera; la supervisione, il monitoraggio e l'integrazione dei processi produttivi ed organizzativi aziendali; gli studi strategici sul futuro del Manifatturiero ad Alto Valore Aggiunto e delle relative Tecnologie Abilitanti. Tali analisi sono utili per il supporto alla Piattaforma Manufature Europea e Italiana e all'associazione EFFRA (European Factory of the Future Research Association) che gestisce il Recovery Plan definito dalla UE sul tema Factories of the Future. Nell'ambito delle proprie attività, svolte attraverso contratti industriali, progetti e programmi di ricerca e formazione, l'ITIA opera in collaborazione con Università, Centri di Ricerca, Istituzioni e Imprese di primaria importanza a livello locale, nazionale, europeo ed internazionale.



SITO WEB www.itm.cnr.it
 E-MAIL l.giorno@itm.cnr.it
 TELEFONO +39 0984 492050/25
 +39 0984 402706
 FAX +39 0984 402103
 INDIRIZZO Via P. Bucci, 17/C
 c/o Università della Calabria
 87036 Rende (CS)
 DIRETTORE Lidietta Giorno
 E-MAIL l.giorno@itm.cnr.it
Lidietta.Giorno@cnr.it
 POSTA ELETTRONICA CERTIFICATA
direttore.itm@pec.cnr.it
 SEZIONI Padova

ITM

Istituto per la Tecnologia delle Membrane

Missione dell'Istituto per la Tecnologia delle Membrane è la ricerca multidisciplinare, lo sviluppo, il trasferimento tecnologico e l'alta formazione nel campo della scienza e ingegneria delle membrane e delle operazioni a membrana applicate in numerosi campi, incluso il trattamento delle acque, la separazione di gas, gli organi bioartificiali, le biotecnologie, l'agroalimentare. L'ITM è internazionalmente riconosciuto per le sue peculiari competenze nella preparazione di membrane (organiche, inorganiche, a matrice mista, bioibride), fenomeni di trasporti, separazioni molecolari a membrana, membrane catalitiche, reattori catalitici a membrana, contattori a membrana (incluso emulsificatori e cristallizzatori a membrana), processi integrati a membrana, membrane in medicina rigenerativa e ingegneria tissutale. Le membrane sono applicate in settori strategici quali energia, ambiente, salute, manifatturiero. In tali aree, le tecnologie a membrana hanno raggiunto un ruolo leader con una crescita annuale maggiore del 20%. L'ITM ha stabilito solide relazioni con vari Istituti di Ricerca, Università e Società in Italia; in Europa (CNRS, Univ. di Twente, Lisbon, Leuven, Tarragona; Biotechn. Biomed. Center of the Leipzig Univ., Helmholtz-Zentrum Geesthacht, IBET, VITO); in Cina (CAS and CAAS); in Corea del Sud (KRICT, Hanyang Univ.); in Giappone (Tsukuba Univ.) e in Arabia Saudita (KACST).

279



SITO WEB www.ittig.cnr.it
 E-MAIL balsamo@ittig.cnr.it
balsamo@ittig.cnr.it
ittig@ittig.cnr.it
 TELEFONO +39 055 43995
 +39 055 4399605
 FAX +39 055 4399605/78
 INDIRIZZO Via dei Barucci, 20
 50127 Firenze
 DIRETTORE Costantino Ciampi
 E-MAIL ciampi@ittig.cnr.it
direttore@ittig.cnr.it
costantino.ciampi@ittig.cnr.it
 POSTA ELETTRONICA CERTIFICATA
direttore.ittig@pec.cnr.it
 SEZIONI Roma

ITTIG

Istituto di Teoria e Tecniche dell'Informazione Giuridica

L'ITTIG (Istituto di Teoria e Tecniche dell'Informazione Giuridica) è il maggiore Istituto del CNR nel settore delle scienze giuridiche oltre che il più antico, infatti è stato costituito nel 1968. Svolge attività secondo due linee di ricerca principali: l'Informatica giuridica e il diritto dell'informatica. Nel primo ambito, l'ITTIG conduce studi per l'applicazione delle moderne tecnologie dell'informazione in campo giuridico, soprattutto per l'innovazione nella Pubblica Amministrazione, coniugando scienza e pratica del diritto con le scienze informatiche, del linguaggio, della documentazione e della comunicazione. Nel secondo campo, l'Istituto analizza strategie, politiche, linee di azione e quadri normativi per il progresso della società dell'informazione e dell'e-government, con l'obiettivo di garantire nuove forme di governo delle istituzioni, l'accesso al patrimonio informativo pubblico e la promozione dei nuovi diritti di cittadinanza nella società dell'informazione. Sempre allo stesso fine, l'ITTIG partecipa a bandi di ricerca internazionali, in particolare dell'Unione Europea, e presta attività di consulenza scientifica ad Enti e Istituzioni statali e regionali (Parlamento; Assemblee legislative regionali di Campania, Molise, Toscana e Umbria; Corte di Cassazione; DigitPA; Ministero della Giustizia) per lo sviluppo di sistemi informativi, banche dati e strumenti di categorizzazione automatica delle informazioni, rivestendo così un ruolo di primo piano nel panorama nazionale e internazionale.



SITO WEB www.ivalsa.cnr.it
 E-MAIL info@ivalsa.cnr.it
 TELEFONO +39 055 52251
 FAX +39 055 5225507
 INDIRIZZO via Madonna del Piano, 10
 Polo Scientifico
 50019 Sesto Fiorentino (FI)
 DIRETTORE Ario Ceccotti
 E-MAIL direttore@ivalsa.cnr.it
 POSTA ELETTRONICA CERTIFICATA
direttore.ivalsa@pec.cnr.it
 SEZIONI S. Michele all'Adige (TN),
 Follonica (GR)

IVALSA

Istituto per la Valorizzazione del Legno e delle Specie Arboree

L'Istituto per la Valorizzazione del Legno e delle Specie Arboree del Consiglio Nazionale delle Ricerche nasce nel settembre del 2002 dalla fusione di tre precedenti Istituti – l'Istituto sulla Propagazione delle Specie Legnose, l'Istituto per la Ricerca sul Legno, l'Istituto per la Tecnologia del Legno – ed è il più grande istituto di ricerca italiano nel settore foresta-legno. IVALSIA possiede uno staff di circa 70 persone, ripartite tra le sedi di Firenze, Trento e Grosseto. Le attività di ricerca riguardano principalmente i seguenti ambiti: edilizia in legno, processi industriali del legno, tecnologia del legno, patrimonio culturale ligneo, gestione sostenibile dell'ecosistema terrestre, tutela e valorizzazione della biodiversità forestale e del patrimonio agro-forestale, caratterizzazione, selezione e propagazione delle specie arboree, sfruttamento sostenibile e meccanizzazione della raccolta della biomassa, dendrocronologia, supporto alle imprese, formazione e servizio di documentazione. I laboratori sono equipaggiati con attrezzature di prova avanzate e innovative e svolgono attività di consulenza tecnica e certificazione. L'Istituto collabora con molte Università nello svolgimento di master post-laurea e programmi di dottorato e partecipa a molti progetti di ricerca nazionali ed europei. IVALSIA è inoltre attivo nei processi di normazione nell'intera area del legno sia in ambito nazionale che europeo. IVALSIA è luogo di confronto scientifico e tecnico, il riferimento naturale per il settore del legno e per chi di legno si occupa da specialista, da ricercatore, da progettista e da imprenditore.

280



SITO WEB www.ivv.cnr.it
 E-MAIL d.cerro@ivv.cnr.it
segreteria@ivv.cnr.it
 TELEFONO +39 011 3977911
 +39 011 3977910
 +39 011 3488775 (Direttore)
 FAX +39 011 343809
 INDIRIZZO Strada delle Cacce, 73
 Area della Ricerca di Torino
 10135 Torino
 DIRETTORE Gian Paolo Accotto
 E-MAIL g.accotto@ivv.cnr.it
direttore@ivv.cnr.it
 SEZIONI Bari, Grugliasco (TO)

IVV

Istituto di Virologia Vegetale

L'IVV (Istituto di Virologia Vegetale) svolge ricerca di base su virus vegetali, agenti virus-simili (fitoplasmi e viroidi) e malattie da essi causate alle colture agrarie. Gli studi sono orientati verso un approccio di biologia molecolare vegetale e l'uso di nuove tecniche quali l'high throughput genome sequencing, la trascrittomiche e la proteomica. Le ricerche sulla resistenza a virus e la produzione di proteine di interesse biomedico a scopo vaccinale, utili in campo medico e veterinario, rendono l'IVV un punto di riferimento scientifico e tecnico nel settore dei fitovirus, sia in Italia che in Europa e nel bacino mediterraneo. Le ricadute applicative si hanno prevalentemente nei controlli fitosanitari delle colture agrarie, oppure di materiale da riproduzione. A questi risultati sono interessati Enti pubblici, università e aziende private, sia italiane che straniere. L'IVV presta consulenza al Ministero per le Politiche Agrarie e Forestali e ai Servizi Fitopatologici di varie regioni italiane. Inoltre collabora con l'European Molecular Biology Organization; l'ENEA; il Rheinisch Westfaelische Technische Hochschule Aachen e il Federal Research Centre for Cultivated Plants in Germania; l'INRA in Francia; la University of California, la North Carolina State University, l'Oklahoma State University e la SDA-ARS Floral and Nursery Plants Research Unit negli USA; il SASA in Scozia; l'Agricultural Biotechnology Center in Ungheria; l'IMIDRA e il CSIC in Spagna; la University of Essex, il John Innes Centre e la University of East Anglia in GB.



SITO WEB www.nano.cnr.it

E-MAIL segeteria.nest@nano.cnr.it
segreteria@nano.cnr.it

TELEFONO +39 050 509418

FAX +39 050 509417

INDIRIZZO Complesso San Silvestro
 Piazza San Silvestro, 12
 56127 Pisa

DIRETTORE Lucia Sorba

E-MAIL direttore@nano.cnr.it

SEZIONI Lecce, Modena

NANO

Istituto di Nanoscienze

L'Istituto Nanoscienze, di recente costituzione (Febbraio 2010), nasce da tre centri INFN: NEST di Pisa, NNL di Lecce, e S3 di Modena. L'obiettivo primario dell'Istituto è lo studio fondamentale e la manipolazione di sistemi su scala nanometrica. Le attività di ricerca multidisciplinari includono la sintesi e la fabbricazione di nanostrutture e dispositivi, lo studio sperimentale e teorico-computazionale delle loro proprietà e funzionalità, e delle loro interfacce sulla scala meso e microscopica, ed infine la loro integrazione in sistemi funzionali complessi. Le conoscenze acquisite vengono utilizzate per elaborare applicazioni in vari settori, da energia e ambiente a nanomeccanica, nano(bio)tecnologie e nanomedicina, anche attraverso lo sviluppo di progetti e tecnologie avanzate di interesse industriale.

Caratteristica fondamentale dell'Istituto Nanoscienze è la presenza di numerose infrastrutture di ricerca ad elevato contenuto tecnologico e l'esistenza di una massa critica in grado di svolgere attività di ricerche che si adattano idealmente alla struttura del programma Horizon 2020.

L'Istituto si propone anche di contribuire alla comunicazione e all'educazione nelle nanoscienze. Tratto caratteristico è la forte collaborazione con atenei, centri di ricerca e aziende italiane e straniere.

281



SITO WEB www.ovi.cnr.it

E-MAIL ovi@ovi.cnr.it
pasetto@ovi.cnr.it

TELEFONO +39 055 452841

FAX +39 055 452843

INDIRIZZO Via di Castello, 46
 50141 Firenze

DIRETTORE Pietro G. Beltrami

E-MAIL beltrami@ovi.cnr.it
ovi@ovi.cnr.it

POSTA ELETTRONICA CERTIFICATA
direttore.ovi@pec.cnr.it

OVI

Istituto Opera del Vocabolario Italiano

L'Opera del Vocabolario Italiano si può dire a buon diritto l'istituto del vocabolario storico italiano: attualmente elabora e pubblica online nel proprio sito il Tesoro della Lingua Italiana delle Origini (TLIO), che è la parte relativa alla lingua antica, fino alla fine del Trecento, e proseguirà poi con il lessico delle epoche successive e con l'aggiornamento continuo rispetto allo stato degli studi. Le attività di ricerca dell'istituto si svolgono in funzione di questa grandiosa opera permanente di studio del lessico italiano nella storia. La redazione del vocabolario è supportata da una grande banca dati dell'italiano antico, che è oggi uno degli strumenti di ricerca più importanti per gli studi di filologia e storia della lingua italiana, fonte riconosciuta del grande Lessico Etimologico Italiano di Saarbrücken. Anche il software è frutto della ricerca dell'OVI: i prodotti più importanti sono GATTO (per la gestione, lemmatizzazione e interrogazione di banche dati su piattaforma locale) e GattoWeb (per l'interrogazione online). Il corpus più importante sviluppato in GATTO al di fuori dell'OVI è ARTESIA (Archivio di Testi Siciliani Antichi), dell'Università di Catania.



SITO WEB www.spin.cnr.it

E-MAIL segreteria@spin.cnr.it

TELEFONO +39 010 6598750

FAX +39 010 6506302

INDIRIZZO Corso F.M. Perrone, 24
16152 Genova

DIRETTORE Ruggero Vaglio

E-MAIL direttore@spin.cnr.it
ruggero.vaglio@na.infn.it

POSTA ELETTRONICA CERTIFICATA
direttore.spin@pec.cnr.it

SEZIONI Napoli, Salerno, L'Aquila

SPIN

Istituto Superconduttori, Materiali Innovativi e Dispositivi

SPIN (l'Istituto Superconduttori, Materiali Innovativi e Dispositivi) svolge ricerca avanzata nel campo dei materiali superconduttori e altri materiali innovativi per dispositivi elettronici e per l'energetica. L'Istituto sviluppa studi di base sperimentali e teorici di alto livello in questi settori, con una particolare attenzione alla sintesi di nuovi materiali, anche artificiali e alla caratterizzazione avanzata dei materiali stessi con controllo su scala atomica. Altra caratteristica rilevante di SPIN è lo sviluppo di micro e nano dispositivi elettronici superconduttori per la computazione quantistica e altre applicazioni e dispositivi innovativi basati su ossidi (oxide electronics) e su materiali organici e nanostrutturati. Infine l'Istituto svolge una rilevante attività di realizzazione di cavi e nastri superconduttori per applicazioni di potenza anche nel campo del biomedicale e della fisica delle alte energie. L'Istituto ha una solida collocazione nelle iniziative di ricerca a livello europeo, coordinando ad esempio rilevanti progetti come MAMA (Capacities, REGPOT) e SUPERIRON (Collaborative Project, NMP) e rilevanti collaborazioni con Centri di ricerca e Università americane e giapponesi (Argonne National Laboratory, Illinois; Applied Superconductivity Center, Tallahassee, Florida; Pennsylvania State University; ISIR, Osaka; Tsukuba University e molte altre) e con industrie nazionali e multinazionali (ASG Superconductors, Paramed, STMicroelectronics, THALES e molte altre).

ISTITUTI PER REGIONE

ABRUZZO

- Unità Operativa di Supporto ITC - L'Aquila
- Unità Operativa di Supporto SPIN - L'Aquila
- Unità Operativa di Supporto IGM - Chieti
- Unità Operativa di Supporto IFT - L'Aquila

BASILICATA

- IMAA - Metodologie per l'Analisi Ambientale
Area di Ricerca di Potenza
- Unità Operativa di Supporto IBAM
Area di Ricerca di Potenza
- Unità Operativa di Supporto IMIP
Area di Ricerca di Potenza

CALABRIA

- ICAR - Calcolo e Reti ad Alte Prestazioni
Area di Ricerca di Cosenza
- ISN - Scienze Neurologiche
Area di Ricerca di Cosenza
- ITM - Tecnologia delle Membrane
Area di Ricerca di Cosenza
- Unità Operativa di Supporto IRPI
Area di Ricerca di Cosenza
- Unità Operativa di Supporto IPCF - Cosenza
- Unità Operativa di Supporto IIA - Rende
- Unità Operativa di Supporto ISAFoM - Rende
- Unità Operativa di Supporto ISN - Catanzaro
- Unità Operativa di Supporto ISAC - Lamezia Terme
- Unità Operativa di Supporto IBIM - Reggio Calabria

CAMPANIA

- ISA - Scienze dell'Alimentazione - Avellino
- IBP - Biochimica delle Proteine
Area di ricerca di Napoli
- IGB - Genetica e Biofisica «Adriano Buzzati Traverso»
Area di ricerca di Napoli
- ISSM - Studi sulle Società del Mediterraneo
Area di ricerca di Napoli

- Unità Operativa di Supporto ICAR
Area di ricerca di Napoli
- Unità Operativa di Supporto ISGI
Area di ricerca di Napoli
- Unità Operativa di Supporto IAC
Area di ricerca di Napoli
- Unità Operativa di Supporto IMM
Area di ricerca di Napoli
- Unità Operativa di Supporto IBAF
Area di ricerca di Napoli
- IAMC - Ambiente Marino Costiero - Napoli
- IBB - Biostrutture e Bioimmagini - Napoli
- IEOS - Endocrinologia e Oncologia Sperimentale
«Gaetano Salvatore» - Napoli
- IMCB - Materiali Compositi e Biomedici - Napoli
- IM - Motori - Napoli
- IRC - Ricerche sulla Combustione - Napoli
- IRAT - Ricerche sulle Attività Terziarie - Napoli
- IREA - Rilevamento Elettromagnetico dell'Ambiente
Napoli
- ISPAAM - Sistema Produzione Animale in Ambiente
Mediterraneo - Napoli
- ISPF - Storia del Pensiero Filosofico e Scientifico
Moderno - Napoli
- Unità Operativa di Supporto SPIN - Napoli
- Unità Operativa di Supporto IBB - Napoli
- Unità Operativa di Supporto IGv - Portici (NA)
- Unità Operativa di Supporto IPP - Portici (NA)
- ICB - Chimica Biomolecolare
Area di ricerca di Pozzuoli
- ICIB - Cibernetica «Eduardo Caianiello»
Area di ricerca di Pozzuoli
- ICTP - Chimica e Tecnologia dei Polimeri
Area di ricerca di Pozzuoli
- Unità Operativa di Supporto INO
Area di ricerca di Pozzuoli
- ISAFoM - Sistemi Agricoli e Forestali del Mediterraneo
Ercolano

- Unità Operativa di Supporto IRPPS
Penta Di Fisciano (SA)
- Unità Operativa di Supporto SPIN - Baronissi (SA)

EMILIA ROMAGNA

- ISAC - Scienze dell'Atmosfera e del Clima
Area di Ricerca di Bologna
- ISOF - Sintesi Organica e la Fotoreattività
Area di Ricerca di Bologna
- IRSIG - Ricerca sui Sistemi Giudiziari - Bologna
- Unità Operativa di Supporto ISMN
Area di Ricerca di Bologna
- Unità Operativa di Supporto IBIMET
Area di Ricerca di Bologna
- Unità Operativa di Supporto IMM
Area di Ricerca di Bologna
- Unità Operativa di Supporto ISMAR
Area di Ricerca di Bologna
- Unità Operativa di Supporto IEIT - Bologna
- Unità Operativa di Supporto IGM - Bologna
- IMAMOTER - Macchine Agricole e Movimento Terra
Ferrara
- Unità Operativa di Supporto ISOF - Ferrara
- Unità Operativa di Supporto NANO - Modena
- IMEM - Materiali per l'Elettronica e il Magnetismo
Parma
- ISTEK - Scienza e Tecnologia dei Materiali Ceramici
Ravenna

FRIULI - VENEZIA GIULIA

- IOM - Officina dei Materiali - Trieste
- Unità Operativa di Supporto ISMAR - Trieste
- Unità Operativa di Supporto IC - Trieste
- Unità Operativa di Supporto IOM - Trieste
- Istituto di struttura della materia ISM - Trieste

LAZIO

- IASI - Analisi dei Sistemi e Informatica
«Antonio Ruberti» - Roma
- IAC - Applicazioni del Calcolo «Mauro Picone» - Roma
- IBPM - Biologia e Patologia Molecolari - Roma
- ILIESI - Lessico Intellettuale Europeo e Storia
delle Idee - Roma
- IRPPS - Ricerche sulla Popolazione e la Politiche Sociali
Roma

- ISTC - Scienze e Tecnologie della Cognizione - Roma
- ISC - Sistemi Complessi - Roma
- ISGI - Studi Giuridici Internazionali - Roma
- ISSIRFA - Studi sui Sistemi Regionali Federali e sulle
Autonomie «Massimo Severo Giannini» - Roma
- ICEVO - Studi sulle Civiltà dell'Egeo e del Vicino
Oriente - Roma
- ISMN - Studio dei Materiali Nanostrutturati - Roma
- ISM - Struttura della Materia - Roma
- Unità Operativa di Supporto ICRM - Roma
- Unità Operativa di Supporto CERIS - Roma
- Unità Operativa di Supporto IFC - Roma
- Unità Operativa di Supporto ITTIG - Roma
- Unità Operativa di Supporto IFN - Roma
- Unità Operativa di Supporto IPCF - Roma
- Unità Operativa di Supporto ICB - Roma
- Unità Operativa di Supporto ISMN - Roma
- Unità Operativa di Supporto ITB - Roma
- Unità Operativa di Supporto IGG - Roma
- Unità Operativa di Supporto IGAG - Università
degli studi «Sapienza» - Roma
- Unità Operativa di Supporto ISC - Università
degli studi «Sapienza» - Roma
- Unità Operativa di Supporto IASI - Roma
- Unità Operativa di Supporto ITIA - Roma
- IGAG - Geologia Ambientale e Geoingegneria
Area di Ricerca di Roma - Monterotondo
- IIA - Inquinamento Atmosferico
Area di Ricerca di Roma - Monterotondo
- IMC - Metodologie Chimiche
Area di Ricerca di Roma - Monterotondo
- IMIP - Metodologie Inorganiche e dei Plasmi
Area di Ricerca di Roma - Monterotondo Stazione
- IRSA - Ricerca sulle Acque
Area di Ricerca di Roma - Monterotondo Stazione
- ISCIMA - Studi sulle Civiltà Italiane
e del Mediterraneo Antico - Area di Ricerca di Roma
Monterotondo Stazione
- ITABC - Tecnologie Applicate ai Beni Culturali
Area di Ricerca di Roma - Monterotondo Stazione
- Unità Operativa di Supporto ISMN
Area di Ricerca di Roma - Monterotondo
- Unità Operativa di Supporto ISM
Area di Ricerca di Roma - Montelibretti
- Unità Operativa di Supporto IC
Area di Ricerca di Roma - Monterotondo

- Unità Operativa di Supporto IBAF
Area di Ricerca di Roma - Monterotondo
- Unità Operativa di Supporto ISIB
Area di Ricerca di Roma - Monterotondo
- Unità Operativa di Supporto ITC
Area di Ricerca di Roma - Monterotondo Stazione
- Unità Operativa di Supporto ICVBC
Area di Ricerca di Roma - Monterotondo Scalo
- Unità Operativa di Supporto IMC
Area di Ricerca di Roma - Roma
- Unità Operativa di Supporto IBBA
Area di Ricerca di Roma - Monterotondo Scalo
- IDASC - Acustica e Sensoristica «Orso Mario Corbino»
Area di Ricerca di Roma Tor Vergata
- Unità Operativa di Supporto IMM
Area di Ricerca di Roma Tor Vergata
- Unità Operativa di Supporto ISAC
Area di Ricerca di Roma Tor Vergata
- Unità Operativa di Supporto ISC
Area di Ricerca di Roma Tor Vergata
- Unità Operativa di Supporto IIA
Area di Ricerca di Roma Tor Vergata
- Unità Operativa di Supporto ITIA
Area di Ricerca di Roma - Monterotondo
- IFT Istituto di Farmacologia Traslazionale - Roma
- Unità Operativa di Supporto IFT
Ospedale San Camillo - Roma
- Unità Operativa di Supporto IBIMET
Istituto di biometeorologia - Roma
- Unità Operativa di Supporto ISC - Monterotondo Roma
- IBCN - Biologia Cellulare e Neurobiologia - Roma
- INSEAN - Istituto Nazionale Studi ed Esperienze
di Architettura Navale - Roma

LIGURIA

- IBF - Biofisica - Area di Ricerca di Genova
- ITD - Tecnologie Didattiche - Area di Ricerca di Genova
- Unità Operativa di Supporto ILC
Area di Ricerca di Genova
- Unità Operativa di Supporto IMATI
Area di Ricerca di Genova
- Unità Operativa di Supporto ISMAC
Area di Ricerca di Genova
- Unità Operativa di Supporto ISSIA
Area di Ricerca di Genova
- Unità Operativa di Supporto IEIIT
Area di Ricerca di Genova

- Unità Operativa di Supporto IENI
Area di Ricerca di Genova
- Unità Operativa di Supporto ISMAR
Area di Ricerca di Genova
- SPIN - Superconduttori, Materiali Innovativi
e Dispositivi - Genova
- Unità Operativa di Supporto IMEM - Genova
- Unità Operativa di Supporto ISEM - Genova
- Unità Operativa di Supporto IBFM - Genova
- Unità Operativa di Supporto ISMAR - La Spezia

LOMBARDIA

- Unità Operativa di Supporto IDASC
Laboratorio SENSOR - Brescia
- Unità Operativa di Supporto IBBA - Lodi
- Unità Operativa di Supporto IMM - Monza e Brianza
- Unità Operativa di Supporto IRSA - Monza e Brianza
- ICRM - Chimica del Riconoscimento Molecolare
Milano
- IFN - Fotonica e Nanotecnologie - Milano
- ISTM - Scienze e Tecnologie Molecolari - Milano
- ITC - Tecnologie della Costruzione - Milano
- ITIA - Tecnologie Industriali e Automazione - Milano
- Unità Operativa di Supporto IEIIT - Milano
- Unità Operativa di Supporto ISIB - Milano
- Unità Operativa di Supporto ISPA - Milano
- Unità Operativa di Supporto IBF - Milano
- IDPA - Dinamica dei Processi Ambientali - Milano
- Unità Operativa di Supporto ISPF - Milano
- Unità Operativa di Supporto IFC - Milano
- Unità Operativa di Supporto IN - Milano
- Unità Operativa di Supporto ICRM - Milano
- IFP - Fisica del Plasma «Piero Caldirola»
Area di Ricerca di Milano - polo Bicocca
- Unità Operativa di Supporto IENI
Area di Ricerca di Milano - polo Bicocca
- Unità Operativa di Supporto ICVBC
Area di Ricerca di Milano - polo Bicocca
- Unità Operativa di Supporto IENI
Area di Ricerca di Milano - polo Bicocca - Lecco
- IBBA - Biologia e Biotecnologia Agraria
Area di Ricerca di Milano - polo Bassini
- ISMAC - Studio delle Macromolecole
Area di Ricerca di Milano - polo Bassini

- Unità Operativa di Supporto IREA
Area di Ricerca di Milano - polo Bassini
- Unità Operativa di Supporto IMATI
Area di Ricerca di Milano - polo Bassini
- Unità Operativa di Supporto CERIS
Area di Ricerca di Milano - polo Bassini
- Unità Operativa di Supporto ITC
Area di Ricerca di Milano - polo Bassini
- IBFM - Bioimmagini e Fisiologia Molecolare
Area di Ricerca di Milano - polo Segrate
- ITB - Tecnologie Biomediche
Area di Ricerca di Milano - polo Segrate
- IGM - Genetica Molecolare - Pavia
- IMATI - Matematica Applicata e Tecnologie Informatiche - Pavia
- Unità Operativa di Supporto IGG - Pavia
- Unità Operativa di Supporto IENI - Pavia
- Unità Operativa di Supporto ITIA - Vigevano (PV)
- Unità Operativa di Supporto IRGB - Milano

MARCHE

- Unità Operativa di Supporto ISMAR - Ancona

PIEMONTE

- Unità Operativa di Supporto ISMAC - Biella
- IVV - Virologia Vegetale - Area di Ricerca di Torino
- Unità Operativa di Supporto IMAMOTER
Area di Ricerca di Torino
- Unità Operativa di Supporto IRPI
Area di Ricerca di Torino
- IEIIT - Elettronica e Ingegneria dell'Informazione e delle Telecomunicazioni - Torino
- CERIS - Ricerca sull'Impresa e lo Sviluppo Moncalieri (TO)
- Unità Operativa di Supporto IVV - Grugliasco (TO)
- Unità Operativa di Supporto IGAG - Torino
- Unità Operativa di Supporto ISPA - Grugliasco (TO)
- Unità Operativa di Supporto IGG - Torino
- Unità Operativa di Supporto ISAC - Torino
- Unità Operativa di Supporto ISEM - Torino
- Unità Operativa di Supporto IPP - Torino
- ISE - Studio degli Ecosistemi - Verbania

PUGLIA

- IBBE - Biomembrane e Bioenergetica
Area di Ricerca di Bari
- IC - Cristallografia - Area di Ricerca di Bari
- IGV - Genetica Vegetale - Area di Ricerca di Bari
- ISPA - Scienze delle Produzioni Alimentari
Area di Ricerca di Bari
- ISSIA - Studi sui Sistemi Intelligenti per l'Automazione
Area di Ricerca di Bari
- Unità Operativa di Supporto IPCF
Area di Ricerca di Bari
- Unità Operativa di Supporto ITB
Area di Ricerca di Bari
- Unità Operativa di Supporto ICCOM
Area di Ricerca di Bari
- Unità Operativa di Supporto IRPI
Area di Ricerca di Bari
- Unità Operativa di Supporto IAC
Area di Ricerca di Bari
- Unità Operativa di Supporto IPP
Area di Ricerca di Bari
- Unità Operativa di Supporto IVV
Area di Ricerca di Bari
- Unità Operativa di Supporto ITC
Area di Ricerca di Bari
- Unità Operativa di Supporto IMIP
Area di Ricerca di Bari
- Unità Operativa di Supporto IRSA
Area di Ricerca di Bari
- Unità Operativa di Supporto ITIA
Area di Ricerca di Bari
- Unità Operativa di Supporto IFN - Bari
- Unità Operativa di Supporto IBBE - Trani (BAT)
- Unità Operativa di Supporto ISMAR - Lesina (FG)
- IBAM - Beni Archeologici e Monumentali - Lecce
- Unità Operativa di Supporto INO - Arnesano (LE)
- Unità Operativa di Supporto IMM - Lecce
- Unità Operativa di Supporto ISPA - Lecce
- Unità Operativa di Supporto IFC - Lecce
- Unità Operativa di Supporto NANO - Lecce
- Unità Operativa di Supporto IAMC - Taranto
- Unità Organizzativa di Supporto ISAC - Lecce

SARDEGNA

- ISEM - Storia dell'Europa Mediterranea - Cagliari
- Unità Operativa di Supporto IN - Monserrato (CA)
- Unità Operativa di Supporto ISAC - Cagliari
- Unità Operativa di Supporto IGAG - Cagliari
- Unità Operativa di Supporto IOM - Cagliari
- Unità Operativa di Supporto IAMC - Oristano
- IGP - Genetica delle Popolazioni - Sassari
- Unità Operativa di Supporto IBIMET - Sassari
- Unità Operativa di Supporto ISPA - Sassari
- Unità Operativa di Supporto ISPAAM - Sassari
- Unità Operativa di Supporto ICB - Sassari
- IRGB - Istituto di Ricerca Genetica e Biomedica Monserrato (CA)
- Unità Operativa di Supporto IFT - Cagliari
- ISE - Istituto per lo studio degli ecosistemi - Sassari

SICILIA

- IMM - Microelettronica e Microsistemi - Catania
- Unità Operativa di Supporto IBAM - Catania
- Unità Operativa di Supporto ICB - Valverde (CT)
- Unità Operativa di Supporto ICTP - Catania
- Unità Operativa di Supporto IBB - Catania
- Unità Operativa di Supporto ISAFoM - Catania
- Unità Operativa di Supporto ISN - Catania
- Unità Operativa di Supporto IMM - Catania
- ITAE - Tecnologie Avanzate per l'Energia «Nicola Giordano» - Messina
- IPCF - Processi Chimico Fisici - Messina
- Unità Operativa di Supporto IAMC - Messina
- IBIM - Biomedicina e Immunologia Molecolari «A. Monroy» - Area di Ricerca di Palermo
- Unità Operativa di Supporto ICAR Area di Ricerca di Palermo
- Unità Operativa di Supporto ITD Area di Ricerca di Palermo
- Unità Operativa di Supporto ISMN Area di Ricerca di Palermo
- Unità Operativa di Supporto IBFM - Cefalù (PA)
- Unità Operativa di Supporto ISSIA - Palermo
- Unità Operativa di Supporto IGV - Palermo
- Unità Operativa di Supporto IAMC Mazara del Vallo (TP)

- Unità Operativa di Supporto IAMC Campobello di Mazara (TP)
- Unità Operativa di Supporto IBF Istituto di biofisica - Palermo

TOSCANA

- IBIMET - Biometeorologia - Area di Ricerca di Firenze
- ICCOM - Chimica dei Composti Organo-Metallici Area di Ricerca di Sesto Fiorentino (FI)
- ICVBC - Conservazione e Valorizzazione dei Beni Culturali - Area di Ricerca di Sesto Fiorentino (FI)
- IFAC - Fisica Applicata «Nello Carrara» Area di Ricerca di Sesto Fiorentino (FI)
- IPP - Protezione delle Piante Area di Ricerca di Sesto Fiorentino (FI)
- IVALSA - Valorizzazione del Legno e delle Specie Arboree - Area di Ricerca di Sesto Fiorentino (FI)
- Unità Operativa di Supporto ISE Area di Ricerca di Sesto Fiorentino (FI)
- Unità Operativa di Supporto IGV Area di Ricerca di Sesto Fiorentino (FI)
- Unità Operativa di Supporto IAC Area di Ricerca di Sesto Fiorentino (FI)
- Unità Operativa di Supporto IRPI Area di Ricerca di Sesto Fiorentino (FI)
- Unità Operativa di Supporto ISC Area di Ricerca di Sesto Fiorentino (FI)
- IDAIC - Diritto Agrario Internazionale e Comparato Firenze
- INO - Nazionale di Ottica - Firenze
- OVI - Opera del Vocabolario Italiano - Firenze
- ITTIG - Teoria e Tecniche dell'Informazione Giuridica Firenze
- Unità Operativa di Supporto IASI - Firenze
- Unità Operativa di Supporto IN - Sesto Fiorentino (FI)
- Unità Operativa di Supporto IGG - Firenze
- Unità Operativa di Supporto INO - Sesto Fiorentino (FI)
- Unità Operativa di Supporto IFC - Massa (MS)
- IFC - Fisiologia Clinica - Area di Ricerca di Pisa
- IGG - Geoscienze e Georisorse - Area di Ricerca di Pisa
- IIT - Informatica e Telematica - Area di Ricerca di Pisa
- ILC - Linguistica Computazionale «A. Zampolli» Area di Ricerca di Pisa
- IN - Neuroscienze - Area di Ricerca di Pisa
- Unità Operativa di Supporto IPCF Area di Ricerca di Pisa

- ISTI - Scienza e Tecnologie dell'Informazione «A. Faedo» - Pisa
- Unità Operativa di Supporto IBBA Area di Ricerca di Pisa
- Unità Operativa di Supporto ISE Area di Ricerca di Pisa
- Unità Operativa di Supporto IBF Area di Ricerca di Pisa
- Unità Operativa di Supporto INO Area di Ricerca di Pisa
- Unità Operativa di Supporto ITB Area di Ricerca di Pisa
- NANO - Nanoscienze - Pisa
- Unità Operativa di Supporto ICCOM - Pisa
- Unità Operativa di Supporto IMCB - Pisa
- Unità Operativa di Supporto IEIIT - Pisa
- Unità Operativa di Supporto IGG - Pisa
- Unità Operativa di Supporto IFC - Siena

TRENTINO - ALTO ADIGE

- Unità Operativa di Supporto IVALSA San Michele all'Adige (TN)
- Unità Operativa di Supporto ISTC - Trento
- Unità Operativa di Supporto IFN - Trento
- Unità Operativa di Supporto INO - Trento
- Unità Operativa di Supporto IBF - Trento

UMBRIA

- IRPI - Ricerca per la Protezione Idrogeologica - Perugia
- Unità Operativa di Supporto IGV - Perugia
- Unità Operativa di Supporto ISAFoM - Perugia
- Unità Operativa di Supporto ISTM - Perugia
- IBAF - Biologia Agro-Ambientale e Forestale Porano (TR)

VENETO

- ICIS - Chimica Inorganica e delle Superfici Area di Ricerca di Padova
- IENI - Energetica e le Interfasi Area di Ricerca di Padova
- IGI - Gas Ionizzati - Area di Ricerca di Padova
- ISIB - Ingegneria Biomedica Area di Ricerca di Padova
- Unità Operativa di Supporto ITC Area di Ricerca di Padova
- Unità Operativa di Supporto ISAC Area di Ricerca di Padova
- Unità Operativa di Supporto IRPI Area di Ricerca di Padova
- Unità Operativa di Supporto IDPA Area di Ricerca di Padova
- Unità Operativa di Supporto IBAF - Legnaro (PD)
- Unità Operativa di Supporto ISTC - Padova
- Unità Operativa di Supporto ICB - Padova
- Unità Operativa di Supporto IFN - Padova
- Unità Operativa di Supporto ITM - Padova
- Unità Operativa di Supporto IGG - Padova
- Unità Operativa di Supporto ITB - Padova
- Unità Operativa di Supporto IEIIT - Padova
- Unità Operativa di Supporto ISTM - Padova
- Unità Operativa di Supporto IN - Padova
- IDPA - Dinamica dei Processi Ambientali - Venezia
- ISMAR - Istituto di Scienze Marine - Venezia

INDICE DEGLI ARTICOLI

Habitat & Vita

- p. 8 Picone P, Giacomazza D, Vetri V, Carrotta R, Militello V, San Biagio PL, Di Carlo M. "Insulin-activated Akt rescues A β oxidative stress-induced cell death by orchestrating molecular trafficking", *Aging Cell*. (2011).
- p. 9 Chiefari E, Tanyolaç S, Paonessa F, Pullinger CR, Capula C, Iiritano S, Mazza T, Forlin M, Fusco A, Durlach V, Durlach A, Malloy MJ, Kane JP, Heiner SW, Filocamo M, Foti DP, Goldfine ID, Brunetti A. "Functional variants of the HMGA1 gene and type 2 diabetes mellitus", *JAMA* (2011).
- p. 10 Sanna S., Pitzalis M., Zoledziewska M., et al., "Variants within the immunoregulatory CBLB gene are associated with multiple sclerosis", *Nature Genetics* (2010).
- p. 10 Quenneville S, Verde G, Corsinotti A, Kapopoulou A, Jakobsson J, Offner S, Baglivo I, Pedone PV, Grimaldi G, Riccio A, Trono D. "In embryonic stem cells, ZFP57/KAP1 recognize a methylated hexanucleotide to affect chromatin and DNA methylation of imprinting control regions", *Mol Cell*. (2011).
- p. 11 Adamo A, Collis SJ, Adelman CA, Silva N, Horejsi Z, Ward JD, Martinez-Perez E, Boulton SJ, La Volpe A. "Preventing nonhomologous end joining suppresses DNA repair defects of Fanconi anemia", *Mol Cell*. (2010).
- p. 12 D.H. Hojsgaard, E.J. Martínez, C.A. Acuña, C.L. Quarín and F. Pupilli. "A molecular map of the apomixis controlling locus in *Paspalum procurrans* and its comparative analysis with other species of *Paspalum*", *Theoretical and Applied Genetics* (2011).
- p. 13 Fabbri M, Bottoni A, Shimizu M, Spizzo R, Nicoloso MS, Rossi S, Barbarotto E, Cimmino A, Negrini M, Nakamura T, Kipps TJ, Calin GA, Croce CM. "Association of a microRNA/TP53 feedback circuitry with pathogenesis and outcome of B-cell chronic lymphocytic leukemia", *JAMA*. (2011).
- p. 14 Di Bella D, Lazzaro F, Brusco A, Plumari M, Battaglia G, Pastore A, Finardi A, Cagnoli C, Tempia F, Frontali M, Veneziano L, Sacco T, Boda E, Brussino A, Bonn F, Castellotti B et al. "Mutations in the mitochondrial protease gene AFG3L2 cause dominant hereditary ataxia SCA28", *Nat Genet*. (2010).
- p. 14 Gieger C, Radhakrishnan A, Cvejic A, Tang W, Porcu E, Pistis G, et al. "New gene functions in megakaryopoiesis and platelet formation", *Nature*, (2011).
- p. 15 V. Tarallo, L. Vesci, O. Capasso, M.T. Esposito, T. Riccioni, L. Pastore, A. Orlandi, C. Pisano C, S. De Falco. "A placental growth factor variant unable to recognize vascular endothelial growth factor (VEGF) receptor-1 inhibits VEGF-dependent tumor angiogenesis via heterodimerization", *Cancer Research* (2010).
- p. 16 Liangran Zhang, Keun P. Kim, Nancy E. Kleckner, and Aurora Storlazzi. "Meiotic double-strand breaks occur once per pair of (sister) chromatids and, via Mec1/ATR and Tel1/ATM, once per quartet of chromatids", *PNAS* (2011).
- p. 16 M.A. Ciardiello, P. Palazzo, M.L. Bernardi, V. Carratore, I. Giangrieco, V. Longo, M. Melis, M. Tamburrini, D. Zennaro, A. Mari, P. Colombo. "Biochemical, immunological and clinical characterization of a cross-reactive nonspecific lipid transfer protein 1 from mulberry", *Allergy* (2010).
- p. 17 Gianfranco Di Segni, Serena Gastaldi, Michela Zamboni, Glauco P. Tocchini-Valentini. "Yeast pheromone receptor genes STE2 and STE3 are differently regulated at the transcription and polyadenylation level", *Proc. Natl. Acad. Sci*. (2011).

- p. 18 R.S. Beroukhim, A. Prakash, E.R. Valsangiacomo Buechel, JR. Cava, A.L. Dorfman, P. Festa, A.M. Hlavacek, T.R. Johnson, M.S. Keller, R. Krishnamurthy, N. Misra, S. Moniotte, W. J. Parks, A.J. Powell, B.D. Soriano, M.B. Srichai, S. Yoo, J. Zhou, T. Geva. "Characterization of Cardiac Tumors in Children by Cardiovascular Magnetic Resonance Imaging", *J Am Coll Cardiol* (2011).
- p. 19 L. Pacifico, C. Anania, F. Martino, V. Cantisani, R. Pascone, A. Marcantonio, C. Chiesa. "Functional and morphological vascular changes in pediatric nonalcoholic fatty liver disease", *Hepatology* (2010).
- p. 20 Crema, M. Ledda, F. De Carlo, D. Fioretti, M. Rinaldi, A. Lisi, G. Carloni, et al. "Cord blood CD133 cells define an OV6-positive population that can be differentiated in vitro into engraftable bipotent hepatic progenitors", *Stem Cells Dev.* (2011).
- p. 21 Lonardo E., Parish C.L., Ponticelli S., Marasco D., Ribeiro D., Ruvo M., De Falco S., Arenas E., Minchiotti G. "A small synthetic cripto blocking peptide improves neural induction, dopaminergic differentiation, and functional integration of mouse embryonic stem cells in a rat model of Parkinson's disease", *Stem Cells.* (2010).
- p. 22 G.R. Diaferia, L. Conti, S. Redaelli, M. Cattaneo, C. Mutti, P. De Blasio, L. Dalpra', E. Cattaneo, Biunno. "Systematic Chromosomal Analysis of Cultured Mouse Neural Stem Cell Lines", *Stem cell and development* (2011).
- p. 23 Molon B, Ugel S, Del Pozzo F, Soldani C, Zilio S, Avella D, De Palma A, Mauri P, et al. "Chemokine nitration prevents intratumoral infiltration of antigen-specific T cells", *J Exp Med.* (2011).
- p. 24 J Maiuolo, S Bulotta, C Verderio, R Benfante, N Borgese. "Selective activation of the transcription factor ATF6 mediates endoplasmic reticulum proliferation triggered by a membrane protein", *PNAS* (2011).
- p. 25 M. Di Salvio, L. G. Di Giovannantonio, D. Acampora, R. Prosperi, D. Omodei, N. Prakash, W. Wurst and A. Simeone. "Otx2 controls neuron subtype identity in ventral tegmental area and antagonizes vulnerability to MPTP", *Nature Neurosci.* (2010).
- p. 26 J.S. Yang, C. Valente, R.S. Polishchuk, G. Turacchio, E. Layre, D.B. Moody, C.C. Leslie, M.H. Gelb, W.J. Brown, D. Corda, A. Luini, V.W. Hsu. "COPI acts in both vesicular and tubular transport", *Nature Cell Biology* (2011).
- p. 27 V. Lissandron, P. Podini, P. Pizzo, T. Pozzan T. "Unique characteristics of Ca²⁺ homeostasis of the trans-Golgi compartment", *Proc Natl Acad Sci USA* (2010).
- p. 28 Speliotes EK et al. "Association analyses of 249,796 individuals reveal 18 new loci associated with body mass index", *Nat Genet.* (2010).
- p. 28 A. Sannino, O. Zeni, M. Sarti, S. Romeo, S.B. Reddy, M.A. Belisario, T.J. Prioda, Vijalaxmi and M.R. Scarfi. "Induction of adaptive response in human blood lymphocytes exposed to 900 MHz radiofrequency fields: Influence of cell cycle", *International Journal of Radiation Biology* (2011).
- p. 29 Cassani B, Poliani PL, Marrella V, Schena F, Sauer AV, Ravanini M, Strina D, Busse CE, Regenass S, Wardemann H, Martini A, Facchetti F, van der Burg M, Rolink AG, Vezzoni P, Grassi F, Traggiai E, Villa A. "Homeostatic expansion of autoreactive immunoglobulin-secreting cells in the Rag2 mouse model of Omenn syndrome", *J Exp Med.* (2010)
- p. 30 Wang, X.-B., Wu, Q., Ito, T., Cillo, F., Li, W.-X., Chen, X., Yu, J.-L., Ding, S.-W. "RNAi-mediated viral immunity requires amplification of virus-derived siRNAs in *Arabidopsis thaliana*", *Proceedings of the National Academy of Sciences USA* (2010).
- p. 31 F. Di Serio, A.E. Martínez de Alba, B. Navarro, A. Gisel, R. Flores. "RNA-dependent RNA polymerase 6 delays accumulation and precludes meristem invasion of a viroid that replicates in the nucleus", *Journal of Virology* (2010).
- p. 32 Pantaleo V, Szittyá G, Moxon S, Miozzi L, Moulton V, Dalmay T, Burgyan J. "Identification of grapevine microRNAs and their targets using high-throughput sequencing and degradome analysis", *The Plant Journal* (2010).
- p. 33 A. Cangiani, R. Natalini. "A spatial model of cellular molecular trafficking including active transport along microtubules", *Journal of Theoretical Biology* (2010).
- p. 34 A.P. Sobolev, G. Testone, F. Santoro, C. Nicolodi, M. Iannelli, M.E. Amato, A. Iannello, E. Brosio, D. Giannino, L. Mannina. "Quality Traits of Conventional and Transgenic Lettuce (*Lactuca sativa* L.) at Harvesting by NMR Metabolic Profiling", *J. of Agriculture and Food Chemistry* (2010).
- p. 35 Storlazzi A, Gargano S, Ruprich-Robert G, Falque M, David M, Kleckner N, Zickler D. "Recombination proteins mediate meiotic spatial chromosome organization and pairing", *Cell* (2010).

- p. 36 L.C. Gomes, G. Di Benedetto, L. Scorrano. "During autophagy mitochondria elongate, are spared from degradation and sustain cell viability", *Nature Cell Biology* (2011).
- p. 37 G. Sonnante, A. Gatto, A. Morgese, F. Montemurro, G. Sarli, E. Blanco, D. Pignone. "Genetic map of artichoke × wild cardoon: toward a consensus map for *Cynara cardunculus*", *Theoretical and Applied Genetics* (2011).
- p. 38 F. Martin, A. Kohler, C. Murat, R. Balestrini, P. Coutinho, O. Jaillon, B. Montanini, E. Morin, B. Noel, R. Percudani, B. Porcel, A. Rubini et al. "Perigord black truffle genome uncovers evolutionary origins and mechanisms of symbiosis", *Nature* (2010).
- p. 39 M. Fileppi, I. Galasso, G. Tagliabue, M.G. Daminati, B. Campion, E. Doria, F. Sparvoli. "Characterisation of structural genes involved in phytic acid biosynthesis in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.)", *Molecular Breeding* (2010).
- p. 40 Fiore, V.; Valenza, A.; Di Bella, G. "Artichoke (*Cynara cardunculus* L.) fibres as potential reinforcement of composite structures", *Composites Science and Technology* (2011).
- p. 41 F. Loreto, F. Bagnoli, S. Fineschi. "One Species, Many Terpenes: Matching Chemical and Biological Diversity", *Trends Plant Science* (2009).
- p. 41 M. Hoffmann, C. Hilton-Taylor, A. Angulo, M. Böhm, T. M. Brooks, S. H. M. Butchart, K. E. Carpenter, J. Chanson, B. Collen, N.A. Cox, W.R.T. Darwall, N.K. Dulvy, L. R. Harrison, V. Katariya, C. M. Pollock, S. Quader, N. I. Richman, A. S. L. Rodrigues, M. F. Tognelli, J.-C. Vié, J. M. Aguiar, D.J. Allen, G. R. Allen, G. Amori, et al. "The Impact of Conservation on the Status of the World's Vertebrates", *Science* (2010).
- p. 42 G. Fila, I. Sartorato. "Using Leaf Mass per Area as predictor of light interception and absorption in crop/weed monoculture or mixed stands", *Agric. Forest Meteorol.* (2011).
- p. 42 Elisa Zampieri, Raffaella Balestrini, Annegret Kohler, Simona Abbà, Francis Martin, Paola Bonfante. "The Perigord black truffle responds to cold temperature with an extensive reprogramming of its transcriptional activity", *Fungal Genetics & Biology*.
- p. 43 Janssens I.A., Dieleman W., Luysaert S., Subke J-A., Reichstein M., Ceulemans R., Ciais P., Dolman A. J., Grace J., Matteucci G., Papale D., Piao S.L., Schulze E-D., Tang J., Law B.E. "Reduction of forest soil respiration in response to nitrogen deposition", *Nature Geoscience* (2010).
- p. 44 L. Tuccio, D. Remorini, P. Pinelli, E. Fierini, P. Tonutti, G. Scalabrelli and G. Agati. "A rapid and non-destructive method to assess in the vineyard grape berry anthocyanins under different seasonal and water conditions", *Australian Journal of Grape and Wine Research* (2011).
- p. 45 M. Solfrizzo, G. Avantaggiato, G. Panzarini, A. Visconti. "Removal of Ochratoxin A from Contaminated Red Wines and Musts by Repassage over Grape Pomaces", *Journal of Agricultural and Food Chemistry* (2010).
- p. 46 C. Coccozza, A. Parente, C. Zaccone, C. Mininni, P. Santamaria, T. Miano. "Chemical, physical and spectroscopic characterization of *Posidonia oceanica* (L.) Del. residues and their possible recycle", *Biomass & Bioenergy* (2011).
- p. 47 R. Consonni, L.R. Cagliani, M. Stocchero, S. Porretta. "Evaluation of the Production Year in Italian and Chinese Tomato Paste for Geographical Determination Using O2PLS Models", *J. Agric. Food Chem.* (2010).
- p. 48 A. Evidente, A. Cimmino, M. Fernandez-Aparico, A. Andolfi, D. Rubiales, and A. Motta. "Polyphenols, Including the New Peapolyphenols A-C, from Pea Root Exudates Stimulate *Orobanche foetida* Seed Germination", *Journal of Agricultural and Food Chemistry* (2010).
- p. 49 R. Scalenghe, F. Malucelli, F. Ungaro, L. Perazzone, N. Filippi, A.C. Edwards. "Influence of 150 Years of Land Use on Anthropogenic and Natural Carbon Stocks in Emilia-Romagna Region (Italy)", *Environmental Science & Technology* (2011).
- p. 50 P. Bonasoni, P. Laj, A. Marinoni, M. Sprenger, F. Angelini, J. Arduini, U. Bonafè, P. Cristofanelli, et al. "Atmospheric Brown Clouds in the Himalayas: first two years of continuous observations at the Nepal Climate Observatory-Pyramid (5079 m)", *Atmos. Chem. Phys.* (2010).
- p. 51 D. Ceburnis, A. Garbaras, S. Szidat, M. Rinaldi, S. Fahrni, N. Perron, L. Wacker, S. Leinert, V. Remeikis, M. C. Facchini, et al. "Quantification of the carbonaceous matter origin in submicron marine aerosol by ¹³C and ¹⁴C isotope analysis", *Atmos. Chem. Phys.* (2011).
- p. 52 F. Barnaba, F. Angelini, G. Curci, G.P. Gobbi. "An important fingerprint of wildfires on the European aerosol load", *Atmos. Chem. Phys.* (2011).

- p. 53 Pirrone N., Cinnirella S., Feng X., Finkelman R., Friedli H.R., Leaner J., Mason R., Mukherjee A.B., Stracher G., Streets D.G., Telmer K. "Global mercury emissions to the atmosphere from anthropogenic and natural sources", *Atmospheric Chemistry and Physics* (2010).
- p. 54 A. Ianniello, F. Spataro, G. Esposito, I. Allegrini, E. Rantica, M. P. Ancora, M. Hu and T. Zhu. "Occurrence of gas phase ammonia in the area of Beijing (China)", *Atmospheric Chemistry and Physics* (2010).
- p. 55 L.V. Zhorniyak, G. Zanchetta, R.N. Drysdale, J.C. Hellstrom, I. Isola, E. Regattieri, L. Piccini, I. Baneschi, I. Couchoud. "Stratigraphic evidence for a 'pluvial phase' between ca 8200-7100 ka from Renella cave (Central Italy)", *Quaternary Science Reviews* (2011).
- p. 56 R. Coccioni, F. Frontalini, G. Bancalà, E. Fornaciari, L. Jovane, M. Sprovieri. "The Dan-C2 hyperthermal event at Gubbio (Italy): Global implications, environmental effects, and cause(s)", *Earth and Planetary Science Letters* (2010).
- p. 57 S. Fares, M. McKay, R. Holzinger, A.H. Goldstein. "Ozone fluxes in a Pinus ponderosa ecosystem are dominated by non-stomatal processes: evidence from long-term continuous measurements", *Agricultural and Forest Meteorology* (2010).
- p. 59 Guilizzoni, P., A. Marchetto, A. Lami, S. Gerli and S. Musazzi. "Use of sedimentary pigments to infer past phosphorus concentration in lakes", *J. Paleolimnol.* (2011).
- p. 60 Borselli L., Torri D. "Soil roughness, slope and surface storage relationship for impervious areas", *Journal of Hydrology* (2010).
- p. 61 C. Di Iaconi, M. De Sanctis, S. Rossetti, R. Ramadori. "SBBGR technology for minimising excess sludge production in biological processes", *Water Research* (2010).
- p. 62 Ghezzi, M., Guerzoni, S., Cucco, A. and Umgiesser, G. "Changes in Venice Lagoon dynamics due to construction of mobile barriers", *Coastal Engineering* (2010).
- p. 63 T. Lacava, L. Brocca, G. Calice, F. Melone, T. Moramarco, N. Pergola, V. Tramutoli. "Soil moisture variations monitoring by AMSU-based soil wetness indices: a long-term inter-comparison with ground measurements", *Remote Sensing of Environment* (2010).
- p. 64 F. Rizzetto, L. Tosi. "Aptitude of modern salt marshes to counteract relative sea-level rise, Venice Lagoon (Italy)", *Geology* (2011).
- p. 65 G. Monegato, R. Pini, C. Ravazzi, P.J. Reimer, L. Wick. "Correlating Alpine glaciation with Adriatic sea-level changes through lake and alluvial stratigraphy", *Journal of Quaternary Science* (2011).
- p. 66 De Bari, C., Lapenna, V., Perrone, A., Puglisi, C., Sdao, F. "Digital photogrammetric analysis and electrical resistivity tomography for investigating the Picerno landslide (Basilicata region, southern Italy)", *Geomorphology* (2011).
- p. 67 J. Gabrieli, L. Carturan, P. Gabrielli, N. Kehrwald, C. Turetta, G. Cozzi, A. Spolaor, R. Dinale, H. Staffler, R. Seppi, G. dalla Fontana, L. Thompson, and C. Barbante. "Impact of Po Valley emissions on the highest glacier of the Eastern European Alps", *Atmos. Chem. Phys.* (2011).
- p. 68 F. Schiavi, K. Kobayashi, T. Moriguti, E. Nakamura, M. Pompilio, M. Tiepolo, R. Vannucci. "Degassing, crystallization and eruption dynamics at Stromboli: trace element and lithium isotopic evidence from 2003 ashes", *Contributions to Mineralogy and Petrology* (2010).
- p. 69 Damm, A; Elbers, J; Erler, A; Gioli, B; Hamdi, K; Hutjes, R; Kosvancova, M; Meroni, M; Miglietta, F; Moersch, A; Moreno, J; Schickling, A; Sonnenschein, R. "Remote sensing of sun induced fluorescence to improve modelling of diurnal courses of Gross Primary Production (GPP)", *Global Change Biology* (2010).
- p. 69 A. Cavagna, A. Cimarelli, I. Giardina, G., Parisi, R. Santagati, F. Stefanini, M. Viale. "Scale Free Correlations in Starling Flocks", *Proceedings National Academy of Sciences USA* (2010).
- p. 70 G. Schino, F. Aureli. "The relative roles of kinship and reciprocity in explaining primate altruism", *Ecology Letters* (2010).
- p. 71 L. Bacci, S. Di Lonardo, L. Albanese, G. Mastromei, B. Perito. "Effect of different extraction methods on fiber quality of nettle (*Urtica dioica* L.)", *Textile Research Journal* (2011).

Materia & Energia

- p. 74 D. Polli, P. Altoè, O. Weingart, K. M. Spillane, C. Manzoni, D. Brida, G. Tomasello, G. Orlandi, P. Kukura, R. A. Mathies, M. Garavelli, G. Cerullo. "Conical intersection dynamics of the primary photoisomerization event in vision", *Nature* (2010).
- p. 75 E. Piacentini, E. Drioli, L. Giorno. "Preparation of stimulus responsive multiple emulsions by membrane emulsification using ConA as biochemical sensor", *Biotechnol. Bioeng.* 108 (2011).
- p. 76 L. Malavasi, C. Fisher, S.M. Islam. "Recent developments in oxide-ion and proton conducting materials for clean energy applications: structural and mechanistic features", *Chem. Soc. Rev.* (2010).
- p. 77 M. Pucci, M. Cirrincione. "Neural MPPT Control of Wind Generators With Induction Machines Without Speed Sensors", *IEEE Transactions on Industrial Electronics* (2011).
- p. 79 D. Pergolesi, E. Fabbri, A. D'Epifanio, E. Di Bartolomeo, A. Tebano, S. Sanna, S. Licoccia, G. Balestrino, E. Traversa. "High proton conduction in grain-boundary-free yttrium-doped barium zirconate films grown by pulsed laser deposition", *Nature Materials*, 9 (2010).
- p. 80 L. Bagolini, A. Mattoni, G. Fugallo, L. Colombo, E. Poliani, S. Sanguinetti, E. Grilli. "Quantum Confinement by an Order-Disorder Boundary in Nanocrystalline Silicon", *Phys. Rev. Lett.* 104 (2010), 176803.
- p. 81 Gerardo Valentino, Luigi Allocca, Stefano Iannuzzi, Alessandro Montanaro. "Biodiesel/Mineral Diesel Fuel Mixtures: Spray Evolution and Engine Performances and Emissions Characterization", *Energy* (2011).
- p. 82 N. Memarian, I. Concina, A. Braga, S. M. Rozati, A. Vomiero G. Sberveglieri. "Hierarchically Assembled ZnO Nanocrystallites for High-Efficiency Dye-Sensitized Solar Cells", *Angew. Chemie Int. Ed.* 50 (2011).
- p. 83 M. Pagliaro, A. G. Konstandopoulos, R. Ciriminna, G. Palmisano. "Solar Hydrogen: Fuel of the Near Future", *Energy & Environmental Science* (2010).
- p. 83 O. Veneri, F. Migliardini, C. Capasso, P. Corbo. "Dynamic behaviour of Li batteries in hydrogen fuel cell power trains", *Journal of Power Sources* (2011).
- p. 84 Brunetti A., Barbieri G., Drioli E. "Integrated membrane system for pure hydrogen production: a Pd-Ag Membrane Reactor and a PEMFC", *Fuel Processing Technology* (2010).
- p. 85 Richard Balog, Bjarke Jørgensen, Louis Nilsson, Mie Andersen, Emile Rienks, Marco Bianchi, Mattia Fanetti, Erik Lægsgaard, Alessandro Baraldi, Flemming Besenbacher, Silvano Lizzit, Zeljko Slijivancanin, Bjørk Hammer, Thomas G. Petersen, Philip Hofmann and Liv Hornekaer. "Bandgap opening in graphene induced by patterned hydrogen adsorption", *Nature Materials* (2010).
- p. 86 D. Sciti, L. Silvestroni, V. Medri, S. Guicciardi. "Pressureless sintered in situ toughened ZrB₂ – SiC platelets ceramics", *Journal of the European Ceramic Society* (2011).
- p. 87 Matthias Sperl, Emanuela Zaccarelli, Francesco Sciortino, Pradeep Kumar, H. Eugene Stanley. "Disconnected Glass-Glass Transitions and Diffusion Anomalies in a Model with Two Repulsive Length Scales", *Phys. Rev. Lett.* (2010).
- p. 88 G. Barcaro, L. Sementa, F. R. Negreiros, R. Ferrando, A. Fortunelli. "Interface effects on the magnetism of Co-Pt supported nanostructures", *NanoLetters* (2011).
- p. 89 L. Martin-Samos, G. Roma, P. Rinke and Y. Limoge. "Charged oxygen defects in SiO₂: going beyond Local and Semilocal Approximations to Density Functional Theory", *Physical Review Letters* (2010).
- p. 90 E. Vesselli, A. Baraldi, S. Lizzit, G. Comelli. "Large Interlayer Relaxation at the Metal-Oxide Interface: the case of a Supported Alumina Ultrathin Film", *Physical Review Letters* (2010).
- p. 91 M. Caporali, L. Gonsalvi, A. Rossin, M. Peruzzini. "P-4 Activation by Late-Transition Metal Complexes", *Chem. Rev.* (2010).
- p. 92 S. Lizzit, G. Zampieri, L. Petaccia, R. Larciprete, P. Lacovig, E. D.L. Rienks, G. Bihlmayer, A. Baraldi and Ph. Hofmann. "Band dispersion in the deep 1s core level of graphene", *Nature Physics* (2010).
- p. 93 G. Ricci, A. Sommazzi, F. Masi, M. Ricci, A. Boglia, G. Leone. "Well Defined Transition Metal Complexes with Phosphorus and Nitrogen Ligands for 1,3-Dienes Polymerization", *Coord. Chem. Rev.* (2010).

- p. 94 Barbara Ruzicka, Emanuela Zaccarelli, Laura Zulian, Roberta Angelini, Michael Sztucki, Abdellatif Moussaid, Theyencheri Narayanan & Francesco Sciortino. "Observation of empty liquids and equilibrium gels in a colloidal clay", *Nature Materials* (2011).
- p. 96 B. Ruzicka, L. Zulian, E. Zaccarelli, R. Angelini, M. Sztucki, A. Moussaid, G. Ruocco. "Competing Interactions in Arrested States of Colloidal Clays", *Phys. Rev. Lett.* (2010).
- p. 97 G. Sansone, F. Kelkensberg, J.F. Perez-Torres, F. Morales, M.F. Kling, W. Siu, O. Ghafur, P. Johnsson, M. Swoboda, E. Benedetti, F. Ferrari, F. Lepine, J.L. Sanz-Vicario, S. Zherebtsov, I. Znakovskaya, A. L'Huillier, M. Yu. Ivanov, M. Nisoli, F. Martin, M.J.J. Vrakking. "Electron localization following attosecond molecular photoionization", *Nature* (2010).
- p. 98 C. Vozzi, M. Negro, F. Calegari, G. Sansone, M. Nisoli, S. De Silvestri, S. Stagira. "Generalized molecular orbital tomography", *Nature Physics* (2011).
- p. 99 De Caro, Liberato; Carlino, Elvio; Caputo, Gianvito; Cozzoli, Pantaleo Davide; Giannini, Cinzia. "Electron diffractive imaging of oxygen atoms in nanocrystals at sub-angstrom resolution", *Nat Nanotechnol.* (2010).
- p. 100 L. Silvestroni, D. Sciti. "Transmission electron microscopy on Hf- and Ta-carbides sintered with TaSi(2)", *J. Europ. Ceram. Soc.* (2011).
- p. 101 I. Galli, S. Bartalini, S. Borri, P. Cancio, D. Mazzotti, P. De Natale, G. Giusfredi. "Molecular gas sensing below parts per trillion: radiocarbon-dioxide optical detection", *Phys. Rev. Lett.* (2011).
- p. 102 S. Wall, D. Brida, S. R. Clark, H. P. Ehrke, D. Jaksch, A. Ardavan, S. Bonora, H. Uemura, Y. Takahashi, T. Hasegawa, H. Okamoto, G. Cerullo, and A. Cavalleri. "Quantum interference between charge excitation paths in a solid-state Mott insulator", *Nature Physics* (2011).
- p. 103 I. Boldini, G. Guillemot, A. Caselli, A. Proust, E. Gallo. "Polyoxometalates: Powerful Catalysts for Atom-Efficient Cyclopropanations", *Advanced Synthesis and Catalysis* (2010).
- p. 103 Valerica Pandarus, Rosaria Ciriminna, Francois Béland, Mario Pagliaro. "A new class of heterogeneous Pt catalysts for the chemoselective hydrogenation of nitroarenes", *Advanced Synthesis & Catalysis* (2011).
- p. 104 S. Siracusano, V. Baglio, A. Di Blasi, N. Briguglio, A. Stassi, R. Ornelas, E. Trifoni, V. Antonucci, A. S. Aricò. "Electrochemical characterization of short stack PEM electrolyzers based on a nanosized IrO₂ anode electrocatalyst", *International Journal of Hydrogen Energy* (2010).
- p. 105 G. Gagliardi, M. Salza, S. Avino, P. Ferraro, P. De Natale. "Probing the Ultimate Limit of Fiber-optic Strain Sensing", *Science* (2010).
- p. 106 F. Febbraio, L. Merone, G. P. Cetrangolo, M. Rossi, R. Nucci, G. Manco. "Thermostable Esterase 2 from *Alicyclobacillus acidocaldarius* as Biosensor for the Detection of Organophosphate Pesticides", *Anal. Chem.* (2011).
- p. 107 E. Primiceri, M. S. Chiriaco, E. D'Amone, E. Urso, R. E. Ionescu, A. Rizzello, M. Maffia, R. Cingolani, R. Rinaldi and G. Maruccio. "Real-time monitoring of copper ions-induced cytotoxicity by EIS cell chips", *Biosensors and Bioelectronics* (2010).
- p. 108 R. Guerra, U. Tartaglino, A. Vanossi, E. Tosatti. "Ballistic nanofriction", *Nature Materials* (2010).
- p. 109 A. Singha, V. Pellegrini, A. Pinczuk, L. N. Pfeiffer, K. W. West, M. Rontani. "Correlated electrons in optically tunable quantum dots: Building an electron dimer molecule", *Physical Review Letters* (2010).
- p. 110 G. Calogero, P. Calandra, A. Irrera, A. Sinopoli, I. Citro, G. Di Marco. "A new type of transparent and low cost counter-electrode based on platinum nanoparticles for dye-sensitized solar cells", *Energy Environ. Sci.* (2011).
- p. 111 M. Schade, A. Moretto, P. Donaldson, C. Toniolo, P. Hamm. "Vibrational energy transport through a capping layer of appropriately designed peptide helices over gold nanoparticles", *Nanoletters* (2010).
- p. 112 L. Welte, A. Calzolari, R. Di Felice, F. Zamora, and J. Gómez-Herrero. "Highly conductive nanoribbons of coordination polymers", *Nat. Nanotech.* (2010).
- p. 113 A. Ferrari, M. Cecchini, A. Dhawan, S. Micera, I. Tonazzini, R. Stabile, D. Pisignano, and F. Beltram. "Nanotopographic Control of Neuronal Polarity", *NanoLetters* (2011).
- p. 113 G. Cernuto, S. Galli, F. Trudu, G.M. Colonna, N. Masciocchi, A. Cervellino, A. Guagliardi. "Investigating the Amorphous-Crystalline Interplay in SiO₂/TiO₂ Nanocomposites by Total Scattering Methods", *Angew. Chem. Int. Ed.* (2011).

- p. 115 P. Matteini, F. Ratto, F. Rossi, S. Centi, L. Dei, R. Pini. "Chitosan films doped with gold nanorods as laser-activatable hybrid bioadhesives", *Advanced Materials* (2010).
- p. 116 F. Giannazzo, S. Sonde, R. Lo Nigro, E. Rimini, V. Raineri. "Mapping the Density of Scattering Centers Limiting the Electron Mean Free Path in Graphene", *Nano Lett.* (2011).
- p. 117 F. Giazotto, P. Spathis, S. Roddaro, S. Biswas, F. Taddei, M. Governale, L. Sorba, A. Josephson. "Quantum Electron Pump", *Nature Physics* (2011).
- p. 118 M. Fratini, N. Poccia, A. Ricci, G. Campi, M. Burghammer, G. Aeppli & A. Bianconi. "Scale-free structural organization of oxygen interstitials in La₂CuO₄+y", *Nature* (2010).
- p. 119 [1] M. Le Tacon, et al. "Intense paramagnon excitations in a large family of high-temperature superconductors", *Nature Physics* (2011). [2] Matthias Vojta. "Magnetic fluctuations revealed", *Nature Physics news&views* (2011). [3] Johanna Miller. "Short-range spin waves may underlie high-temperature superconductivity", *Physics Today search&discovery* (2011).
- p. 120 P. Lucignano, D. Stornaiuolo, F. Tafuri, B.L. Altshuler, A. Tagliacozzo. "Evidence for a minigap in YBCO grain boundary Josephson Junctions", *Phys. Rev. Lett.* (2010).
- p. 121 D. Nicoletti, O. Limaj, P. Calvani, G. Rohringer, A. Toschi, G. Sangiovanni, M. Capone, K. Held, S. Ono, Yoichi Ando, and S. Lupi. "High-Temperature Optical Spectral Weight and Fermi-liquid Renormalization in Bi-Based Cuprate Superconductors", *Physical Review Letters* (2010).
- p. 122 N. Poccia, M. Fratini, A. Ricci, G. Campi, L. Barba, A. Vittorini-Orgeas, G. Bianconi, G. Aeppli, A. Bianconi. "Evolution and Control of Oxygen Order in a Cuprate Superconductor", *Nature Materials* (2011).
- p. 123 Conor Hogan, Rita Magri, Rodolfo Del Sole. "Spontaneous formation of surface antisite defects in the stabilization of the Sb-rich GaSb(001) surface", *Physical Review Letters* (2010).
- p. 124 A. Singha, M. Gibertini, B. Karmakar, S. Yuan, M. Polini, G. Vignale, M.I. Katsnelson, A. Pinczuk, L.N. Pfeiffer, K.W. West, and V. Pellegrini. "Two-dimensional Mott-Hubbard electrons in an artificial honeycomb lattice", *Science* (2011).
- p. 125 L. Mahler, A. Tredicucci, F. Beltram, C. Walther, J. Faist, H. E. Beere, D. A. Ritchie, D. S. Wiersma. "Quasi-periodic distributed feedback laser", *Nature Photon.* (2010).
- p. 126 J. M. Giesbers, U. Zeitler, M. I. Katsnelson, D. Reuter, A. D. Wieck, G. Biasiol, L. Sorba, and J.C. Maan. "Correlation-Induced Single Flux-Quanta Penetration in Quantum Rings", *Nature Physics* (2010).
- p. 127 C. Barraud, P. Seneor, R. Mattana, S. Fusil, K. Bouzehouane, C. Deranlot, P. Graziosi, L. E. Hueso, I. Bergenti, V. Dediu, F. Petroff, A. Fert. "Unravelling the role of the interface for spin injection into organic semiconductors", *Nature Phys.* (2010).
- p. 128 R. Resta. "Towards a bulk theory of flexoelectricity", *Phys. Rev. Lett.* (2010).
- p. 128 C. Carbone, M. Veronese, P. Moras, S. Gardonio, C. Grazioli, P. H. Zhou, O. Rader, A. Varykhalov, C. Krull, T. Balashov, A. Mugarza, P. Gambardella, S. Lebegue, O. Eriksson, M. I. Katsnelson, and A.I. Lichtenstein. "Correlated Electrons Step by Step: Itinerant-to-Localized Transition of Fe Impurities in Free-Electron Metal Hosts", *Physical Review Letters* (2010).
- p. 130 I. Vobornik, U. Manju, J. Fujii, F. Borgatti, P. Torelli, D. Krizmancic, Y.S. Hor, R.J. Cava, G. Panaccione. "Magnetic Proximity Effect as a Pathway to Spintronic Applications of Topological Insulators", *Nano Letters* (2011).
- p. 131 Andrea Candini, Svetlana Klyatskaya, Mario Ruben, Wolfgang Wernsdorfer and Marco Affronte. "Graphene Spintronic Devices with Molecular Nanomagnets", *Nano Letters* (2011).
- p. 132 S. Vignolini, F. Intonti, F. Riboli, L. Balet, L.H. Li, M. Francardi, A. Gerardino, A. Fiore, D.S. Wiersma, and M. Gurioli. "Magnetic Imaging in Photonic Crystal Microcavities", *Phys. Rev. Lett.* (2010).
- p. 133 H.U. Keller et al. "E-Type Asteroid (2867) Stein as Imaged by OSIRIS on Board Rosetta", *Science* (2010).
- p. 134 F. Ferri, D. Magatti, L.A. Lugiato, and A. Gatti. "Differential ghost imaging", *Phys. Rev. Lett.* (2010).
- p. 135 Ferraro P., Coppola S., Grilli S., Maturzo M. & Vespini V. "Dispensing nano-pico droplets and liquid patterning by pyroelectrodynamical shooting", *Nature Nanotech.* (2010).

- p. 136 G.G. Simeoni, T. Bryk, F.A. Gorelli, M. Krisch, G. Ruocco, M. Santoro and T. Scopigno. "The Widom line as the crossover between liquid-like and gas-like behaviour in supercritical fluids", *Nature Physics* (2010).
- p. 137 S. Grilli, S. Coppola, V. Vespini, A. Finizio, F. Merola and P. Ferraro. "3D lithography by rapid curing of the liquid instabilities at nanoscale", *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* (2011).
- p. 138 M. Wouters and I. Carusotto. "Superfluidity and Critical Velocities in Nonequilibrium Bose-Einstein Condensates", *Phys. Rev. Lett.* (2010).
- p. 139 S. Lepri, G. Casati. "Asymmetric Wave Propagation in Nonlinear Systems", *Phys. Rev. Lett.* (2011).
- p. 140 A. Figoli, A. Cassano, A. Criscoli, M. S. I. Mozumder, M. T. Uddin, M. A. Islam, E. Drioli. "Influence of operating parameters on the arsenic removal by nanofiltration", *Water Research* (2010).
- p. 141 B. Deissler, M. Zaccanti, G. Roati, C. D'Errico, M. Fattori, M. Modugno, G. Modugno, M. Inguscio. "Delocalization of a disordered bosonic system by repulsive interactions", *Nature Physics* (2010).
- p. 142 G. Bertaina, L. Pitaevskii, and S. Stringari. "First and Second Sound in Cylindrically Trapped Gases", *Physical Review Letters* (2010).
- p. 142 M. Schiro' and M. Fabrizio. "Time-Dependent Mean Field Theory for Quench Dynamics in Correlated Electron Systems", *Physical Review Letter* (2010).
- p. 143 F. Caruso, V. Giovannetti, and G. M. Palma. "Teleportation-Induced Correlated Quantum Channels", *Phys. Rev. Lett.* (2010).
- p. 143 B. Lücke, M. Scherer, J. Kruse, L. Pezzé, F. Deuretzbacher, P. Hyllus, O. Topic, J. Peise, W. Ertmer, J. Arlt, L. Santos, A. Smerzi and C. Klempt. "Twin Matter Waves for Interferometry Beyond the Classical Limit", *Science* (2011).
- p. 145 A. Amo, S. Pigeon, D. Sanvitto, V. G. Sala, R. Hivet, I. Carusotto, F. Pisanello, G. Leménager, R. Houdré, E. Giacobino, C. Ciuti, A. Bramati. "Polariton Superfluids Reveal Quantum Hydrodynamic Solitons", *Science* (2011).
- p. 146 E. Strambini, L. Chirulli, V. Giovannetti, F. Taddei, R. Fazio, V. Piazza, and F. Beltram. "Coherent detection of electron dephasing", *Phys. Rev. Lett.* (2010).
- p. 147 L. Sansoni, F. Sciarrino, G. Vallone, P. Mataloni, A. Crespi, R. Ramponi, and R. Osellame. "Polarization Entangled State Measurement on a Chip", *Phys. Rev. Lett.* (2010).
- p. 147 A. Zavatta, J. Fiurasek, and M. Bellini. "A high-fidelity noiseless amplifier for quantum light states", *Nature Photonics* (2011).
- p. 149 K. Yamauchi and S. Picozzi. "Interplay between charge order, ferroelectricity and ferroelasticity: tungsten bronze structures as a playground for multiferroicity", *Phys. Rev. Lett.* (2010).
- p. 150 L. Shimka, J. Harl, A. Stroppa, A. Grüneis, Marsman, F. Mittendorfer and G. Kresse. "Accurate surface and adsorption energies from many-body perturbation theory", *Nature Materials* (2010).
- p. 151 M. Paoluzzi, L. Leuzzi and A. Crisanti. "Thermodynamic first order transition and inverse freezing in a 3D spin-glass", *Phys. Rev. Lett.* (2010).
- p. 152 Zoe Budrikis, Paolo Politi, R.L. Stamps. "Vertex Dynamics in Finite Two-Dimensional Square Spin Ices", *Phys. Rev. Lett.* (2010).
- p. 153 R. Lazzaroni, R. Settambolo, G. Alagona, C. Ghio, Investigation of Alkyl Metal Intermediates Formation in the Rhodium-Catalyzed Hydroformylation. "Experimental and Theoretical Approaches", *Coordination Chemistry Reviews* (2010).
- p. 153 A. Perucchi, L. Baldassarre, A. Nucara, P. Calvani, C. Adamo, D. G. Schlom, P. Orgiani, L. Maritato, and S. Lupi. "Optical Properties of (SrMnO₃)_n/(LaMnO₃)_{2n} Superlattices: An Insulator-to-Metal Transition Observed in the Absence of Disorder", *Nano Letters* (2010).
- p. 154 M. Dell'Angela, G. Kladnik, A. Cossaro, A. Verdini, M. Kamenetska, I. Tamblyn, S. Y. Quek, J.B. Neaton, D. Cvetko, A. Morgante, L. Venkataraman. "Relating Energy Level Alignment and Amine-Linked Single Molecule Junction Conductance", *NanoLetters*, (2010).
- p. 155 M. Reguzzoni, M. Ferrario, S. Zapperi, M.C. Righi. "Onset of frictional slip by domain nucleation in adsorbed monolayers", *PNAS* (2010).
- p. 156 P. Hyllus, L. Pezzé, A. Smerzi. "Entanglement and Sensitivity in Precision Measurements with States of a Fluctuating Number of Particles", *Phys. Rev. Lett.* (2010).
- p. 156 F. Zamponi, A. Lübcke, T. Kämpfer, I. Uschmann, E. Förster, A. P. L. Robinson, A. Giulietti, P. Köster, L. Labate, T. Levato, and L. A. Gizzi. "Directional Bremsstrahlung from a Ti laser-produced X-ray source at relativistic intensities in the 3-12 keV range", *Physical Review Letters* (2010).

Informazione & Comunicazione

- p. 160 A. Cesta, G. Cortellessa, R. Rasconi, F. Pecora, M. Scopelliti, L. Tiberio. "Monitoring elderly people with the Robocare Domestic Environment, Interaction synthesis and user evaluation", *Computational Intelligence* (2011).
- p. 161 C. Cervellera. "Lattice Point Sets for Deterministic Learning and Approximate Optimization Problems", *IEEE Transactions on Neural Networks* (2010).
- p. 162 Claudio Lucchese, Michail Vlachos, Deepak Rajan, Philip S. Yu. "Rights protection of trajectory datasets with nearest-neighbor preservation", *VLDB J.* (2010).
- p. 163 P. Santi. "On the Data Gathering Capacity and Latency in a Wireless Sensor Network", *IEEE Journal on Selected Areas in Communications* (2010).
- p. 164 A. Buffa, G. Sangalli, R. Vázquez. "Isogeometric Analysis in electromagnetics: B-splines approximation", *Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering* (2010).
- p. 164 Marco Tarini, Enrico Puppo, Daniele Panozzo, Nico Pietroni, Paolo Cignoni. "Simple Quad Domains for Field Aligned Mesh Parametrization", *ACM Transactions on Graphics* (2011).
- p. 166 C. Arcelli, G. Sanniti di Baja, L. Serino. "Distance-Driven Skeletonization in Voxel Images", *IEEE Trans. PAMI*, (2011).
- p. 167 A. Alessandri, M. Baglietto, G. Battistelli, M. Gaggero. "Moving-Horizon State Estimation for Nonlinear Systems Using Neural Networks", *IEEE Transactions on Neural Networks* (2011).
- p. 168 A. D'Ulizia, F. Ferri, P. Grifoni. "A Learning Algorithm for Multimodal Grammar Inference", *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics - Part B: Cybernetics* (2011).
- p. 169 Nico Pietroni, Marco Tarini, Olga Sorkine, Denis Zorin. "Global Parametrization of Range Image Sets", *ACM Transactions on Graphics* (2011).
- p. 170 Taibi D, Gentile M, Fulantelli G, Allegra M. "An Ontology to Model e-portfolio and Social Relationship in Web 2.0 Informal Learning Environments", *International Journal Of Computers Communications & Control* (2010).
- p. 170 A. Gangemi, V. Presutti. "Towards a Pattern Science for the Semantic Web", *Semantic Web* (2010).
- p. 172 F. Dell'Orletta, S. Montemagni, G. Venturi. "READ-IT: Assessing Readability of Italian Texts with a View to Text Simplification", *Proceedings of the Workshop on Speech and Language Processing for Assistive Technologies* (2011).
- p. 172 M. Mirolli, D. Parisi. "Towards a Vygotskian Cognitive Robotics: The Role of Language as a Cognitive Tool", *New Ideas in Psychology* (2011).
- p. 173 Costantini, M., Ambrosini, E., Scorolli, C., Borghi, A.M. "When objects are close to me: affordances in the peripersonal space", *Psychonomic Bulletin & Review* (2011).
- p. 174 V. Pirrelli, M. Ferro, B. Calderone. "Learning paradigms in time and space. Computational evidence from Romance languages", *Morphological Autonomy: Perspectives from Romance Inflectional Morphology* (2011).
- p. 175 E. Picardi, M. D'Antonio, D. Carrabino, T. Castrignanò, G. Pesole. "ExpEdit: a webserver to explore human RNA editing in RNA-Seq experiments", *Bioinformatics* (2011).
- p. 176 Cossio P, Trovato A, Pietrucci F, Seno F, Maritan A, et al. "Exploring the Universe of Protein Structures beyond the Protein Data Bank", *PLoS Comput Biol* (2010).
- p. 177 E. Mosca, R. Alfieri, I. Merelli, F. Viti, A. Calabria and L. Milanese. "A multilevel data integration resource for breast cancer study", *BMC Systems Biology* (2010).
- p. 178 M. Pellegrini, M. Elena Renda and A. Vecchio. "TRStalker: an Efficient Heuristic for Finding Fuzzy Tandem Repeats", *Bioinformatics* (2010).
- p. 179 A-L. Woelke, J. von Eichborn, M.S. Murgueitio, C.L. Worth, F. Castiglione, R. Preissner. "Development of Immune-Specific Interaction Potentials and Their Application in the Multi-Agent-System Vacclimm", *PLoS ONE* (2011).
- p. 179 R. Potestio, C. Micheletti, H. Orland. "Knotted vs unknotted proteins: evidence of knot-promoting loops", *PLoS Comput. Biol.* (2010).

- p. 181 Diciotti S, Lombardo S, Coppini G, Grassi L, Falchini M, Mascacchi M. "The LoG Characteristic Scale: A Consistent Measurement of Lung Nodule Size in CT Imaging", *IEEE Transactions on Medical Imaging* (2010).
- p. 182 L. Nanni, S. Brahmam and A. Lumini. "A local approach based on a Local Binary Patterns variant texture descriptor for classifying pain states", *Expert Systems With Applications* (2010).
- p. 183 Yusuke Tahara, Daniele Peri, Emilio Fortunato Campana, Frederick Stern. "Single- and multiobjective design optimization of a fast multihull ship: numerical and experimental results", *Journal of Marine Science and Technology* (2011).
- p. 184 F. Gori, G. Folino, M. S. M. Jetten, E. Marchiori. "MTR: taxonomic annotation of short metagenomic reads using clustering at multiple taxonomic ranks", *Bioinformatics* (2011).
- p. 185 R. Broglia, S. Zaghi, A. Di Mascio. "Numerical simulation of interference effects for a high-speed catamaran", *Journal of Marine Science and Technology* (2011).
- p. 186 N. Misković, Z. Vukić, M. Bibuli, G. Bruzzone, M. Caccia. "Fast In-Field Identification of Unmanned Marine Vehicles", *Journal of Field Robotics* (2011).
- p. 187 E.E. Kuruoglu. "Bayesian source separation for cosmological component estimation", *IEEE Signal Processing Magazine* (2010).

Cultura & Società

- p. 190 Laura Ambrosini. "The rock-cut tombs of the necropolis of Norchia (Viterbo - Italy): an important example of ancient architecture that must be preserved", in A. Ferrari (ed.), *Proceedings of the 4th International Congress "Science and Technology for the Safeguard of Cultural Heritage of the Mediterranean Basin", Cultural Heritage - Cairo. 2009, Cairo, Egypt 6th - 8th December 2009, Vol. II, Napoli* (2010).
- p. 191 M. Bettelli. "Italia ed Egeo prima e dopo il crollo dei palazzi micenei: le ceramiche d'impasto e grigia tornita in Grecia e a Creta alla luce delle più recenti scoperte" in F. Rendina, G. Recchia (a cura di). *Ambra per Agamennone. Indigeni e Micenei tra Adriatico, Ionio ed Egeo* (2010).
- p. 192 Levi S.T., Bettelli M., Di Renzoni A., Ferranti F., Martinelli M.C. "3500 anni fa sotto il vulcano. La ripresa delle indagini nel villaggio protostorico di San Vincenzo a Stromboli", *Rivista di Scienze Preistoriche* (2011).
- p. 193 Scardozi G. "Oil and Wine Production in Hierapolis of Phrygia and its Territory During Roman and Byzantine Age: Documentation from Archeological Excavations and Surveys", in Ü. Aydinoglu, A.K. Şenol (éd.), "Oil and Wine Production in Anatolia During Antiquity", *International Symposium Proceedings* (2010).
- p. 194 Massimo Cultraro. "Una forza distruttiva e irreversibile: fuoco, calore, luce nelle culture neolitiche del Mediterraneo centrale", in C.D. Fonseca, E. Fontanella, C. Strinati (eds.), *Anima del Fuoco* (2010).
- p. 195 S. Siano, R. Salimbeni. "Advances in Laser Cleaning of Artwork and Objects of Historical Interest: The Optimized Pulse Duration Approach", *Accounts of Chemical Research* (2010).
- p. 196 G. Spoto, G. Grasso. "Spatially resolved mass spectrometry in the study of art and archaeological objects", *TRAC Trends Anal. Chem.* (2011).
- p. 197 L. Codignola. "From France's Cromwell to Consummate Brigand: North Atlantic Catholics and Napoleon, 1789-1815", in *Napoleon's Atlantic. The Impact of Napoleonic Empire in the Atlantic World*, ed. C. Belaubre, J. Dym, and J. Savage, Leiden, Boston: Brill, (2010).
- p. 197 G. Lombardi. "People, their Experiences and Merchant Practices in a Port-city: Naples as a Mediterranean Crossroads in the Modern Age", *The Historical Review - La Revue Historique* (2010).
- p. 198 M. Dellepiane, A. Venturi, R. Scopigno. "Image Guided Reconstruction of Un-sampled Data: A Filling Technique for Cultural Heritage Models", *International Journal of Computer Vision* (2011).

- p. 199 C. Daffara, E. Pampaloni, L. Pezzati, M. Barucci, R. Fontana. "Multispectral IR Reflectography SMIRR: An Advanced Tool for Art Diagnostics", *Accounts of Chemical Research* (2010).
- p. 200 C. Daffara, R. Fontana. "Multispectral Infrared Reflectography to Differentiate Features in Paintings", *Microscopy and Microanalysis* (2011).
- p. 202 F. Paglieri, J. Woods. "Enthymematic Parsimony", *Synthese* (2011).
- p. 203 M. Del Freo, F. Rougemont, M.-L. Nosch. "The Terminology of Textiles in the Linear B Tablets, including Some Considerations on Linear A Logograms and Abbreviations", *Textile Terminologies in the Ancient Near East and Mediterranean from the 3rd to the 1st millennia BC*, Oxford (2010).
- p. 204 E. Antinoro Pizzuto, I. Chiari, P. Rossini. "Representing sign language: Theoretical, methodological and practical issues", in M. Pettorino, A. Giannini, I. Chiari, F. Dovetto (eds.) (2010).
- p. 204 G. Pezzulo, L. Barca, A. Lamberti Bocconi, A.M. Borghi. "When Affordances Climb into your Mind: Advantages of Motor Simulation in a Memory Task Performed by Novice and Expert Rock Climbers", *Brain and Cognition* (2010).
- p. 205 A. Baronchelli, T. Gong, A. Puglisi and V. Loreto. "Modeling the emergence of universality in color naming patterns", *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* (2010).
- p. 207 Olimpo G., Bottino R. M., Earp J., Ott M., Pozzi F., Tavella M. "Pedagogical plans as communication oriented objects", *Computers & Education* (2010).
- p. 207 D. Caligiore, A. M. Borghi, D. Parisi, G. Baldassarre. "TRoPICALS: A Computational Embodied Neuroscience Model of Compatibility Effects", *Psychological Review* (2010).
- p. 208 A. Perugia, L. Moccia, J.-F. Cordeau, and G. Laporte. "Designing a Home-to-Work Bus Service in a Metropolitan Area, Transportation Research Part B", *Methodological* (2011).
- p. 209 Bottasso A., Conti M., Piacenza M. e Vannoni D., "The Appropriateness of the Poolability Assumption for Multiproduct Technologies: Evidence from the English Water and Sewerage Utilities", *International Journal of Production Economics* (2011).
- p. 209 C. Bonifazi. "Dimensioni, caratteristiche e prospettive dei minori comunitari in Italia", *Minorigiustizia* (2010).
- p. 210 Cannarella, Carmelo; Piccioni, Valeria. "Traditionations: Creating innovation from the past and antique techniques for rural areas", *Technovation* (2011).
- p. 210 P. Malanima. "Urbanisation 1700-1870", in *The Cambridge Economic History of Modern Europe*. Ed. by S. Broadberry and K. O'Rourke. I. Chap. 10, Cambridge, Cambridge University Press (2010).
- p. 211 Mario Coccia. "Energy metrics for driving competitiveness of countries: Energy weakness magnitude, GDP per barrel and barrels per capita", *Energy Policy* (2010).
- p. 212 A. Filippetti, D. Archibugi. "Innovation in times of crisis: National system of innovation, structure and demand", *Research Policy* (2011).
- p. 212 G. Abrate, A. Capriello, G. Fraquelli. "When quality signals talk: evidence from the Turin hotel industry", *Tourism Management* (2011).

