

**Centro di Ricerca Interdipartimentale in Materiali Avanzati e
Dispositivi - Advanced Materials And Devices – (MADE)
ex “CENTRO LASER, SPETTROSCOPIA OTTICA E MATERIALI PER LA FOTONICA”
(CILSOMAF)**

RELAZIONE di ATTIVITA' 2015

Al CILSOMAF afferivano negli scorsi anni ricercatori dai Dipartimenti di Fisica, di Chimica e di Ingegneria Industriale e dell'Informazione. Nel corso del 2015 il Centro ha accolto le nuove afferenze del Dipartimento di Scienze del Farmaco e di Ingegneria Civile e Architettura e con D.R. 12/5/2015 è stato rinominato “Centro di Ricerca Interdipartimentale in Materiali Avanzati e Dispositivi - Advanced Materials And Devices” – MADE.

Il Centro MADE ha continuato e ampliato gli studi, sia fondamentali sia applicativi, di materiali e dispositivi innovativi nei seguenti campi di ricerca:

- Nuove tecnologie, metodi di sintesi e di caratterizzazione
- Elettronica e Fotonica
- Energia e Ambiente
- Materia soffice, Biomateriali, Materiali per nanomedicina
- Micro- e nano-materiali funzionali;

favorendo un utilizzo razionale ed efficace delle proprie risorse, sia umane sia strumentali. Esso ha inoltre incrementato le collaborazioni fra ricercatori con competenze complementari per un migliore inserimento in progetti di ricerca e collaborazioni anche con enti di ricerca, pubblici e privati, e con imprese nei settori di ricerca d'interesse.

Nel seguito vengono riportati i risultati ottenuti nell'ambito delle principali linee di ricerca, suddivisi per Dipartimento di afferenza dei ricercatori, con alcune recenti pubblicazioni.

DIPARTIMENTO DI FISICA

Nel corso del 2015 l'attività ha riguardato principalmente le seguenti linee di ricerca:

A. studio di materiali e dispositivi fotonici, in particolare

- proprietà strutturali e ottiche di film e nanofili di ZnO (*coll. Anselmi Tamburini, Dip. Chimica e Bajoni Dip. Ing.Ind.Inf.*) in funzione del drogaggio e di trattamenti post-crescita in differenti ambienti, con ottime proprietà fotoniche e di sensoristica per gas;
- proprietà strutturali, ottiche, elettriche di film di carbonio parzialmente grafici/diamantitici e altamente conduttivi, ottenibili da soluzione e crescita per spin-coating;
- celle solari a film sottile a base di Si amorfo idrogenato, in cui un reticolo periodico 2D microstrutturato sul lato inferiore, in confronto ad analogo riflettore plasmonico, ha dimostrato di rendere più efficiente l'assorbimento di radiazione nella regione spettrale visibile-NIR;
- proprietà strutturali e ottiche di perovskiti ibride organiche-inorganiche (*coll. Malavasi, Dip. Chimica*) MAPbX_3 - con $X = \text{I, Br, Cl}$ - e $\text{MASn}_x\text{Pb}_{1-x}\text{Br}_3$ per strutture fotovoltaiche con soglia di assorbimento ottico modulabile verso il NIR e minore contenuto di Pb.

B. materiali sensibili e funzionali per diagnostica di analiti in vapore e in soluzione. Sono state studiate, sia sperimentalmente sia teoricamente, differenti piattaforme:

- fotoniche, basata su strutture polimeriche a cristallo fotonico 1D con modi di superficie (BSW), e detezione ottica amplificata in fluorescenza dalla risonanza fra BSW e sorgente di pompa; strutture a riflettori di Bragg polimerici ibridi nanoporosi con risposta ottica in trasmissione modulata da assorbimento di vapori;
- plasmoniche, basate su reticoli ordinati di nanostrutture 2D (*coll. PLASMORE s.r.l.*) e 3D (*coll. IIT*), da utilizzare per analiti in soluzione, grazie alla estrema sensibilità di risonanze plasmoniche

localizzate ed estese (SPR) alla variazione di indice di rifrazione indotta dal mezzo dielettrico a contatto con la superficie.

- ibride plasmoniche 2D-dielettriche con coating superficiale in SiO₂ al fine di aumentarne la sensibilità in SPR.

C. studio di superfici antimicrobiche e vettori per drug delivery (coll. *In-lab, Dip. Chimica*)

Sono state caratterizzate superfici vetrose antimicrobiche basate su strutture plasmoniche per azione fototermica *antibiofilm* e rilascio di agenti biocompatibili, in particolare:

- nanostelle di Au, con doppia risonanza plasmonica nel visibile e nel NIR e azione fototermica modulabile con singolo o doppio irraggiamento laser;

- nanostrutture anisotrope di Ag (*platelets, rods*) accresciute da soluzione di particelle su vetri funzionalizzati con PEI, con azione ipertermica a lunghezza d'onda di 800 nm.

A simple all-solution approach to the synthesis of large ZnO nanorod networks

A. Resmini, I. G. Tredici, C. Cantalini, L. Giancaterini, F. De Angelis, E. Rondanina, M. Patrini, D. Bajoni, and U. Anselmi-Tamburini,

Journal of Materials Chemistry A 3, 4568-4577 (2015).

Synergic combination of the sol-gel method with dip coating for plasmonic devices

C. Figus, M. Patrini, F. Floris, L. Fornasari, P. Pellacani, G. Marchesini, A. Valsesia, F. Artizzu, D. Marongiu, M. Saba, F. Marabelli, A. Mura, G. Bongiovanni, and F. Quochi,

Beilstein Journal of Nanotechnology 6, 500-507 (2015).

Plasmonic and diffractive nanostructures for light trapping - an experimental comparison

C. S. Schuster, S. Morawiec, M. J. Mendes, M. Patrini, E.R. Martins, L. Lewis, I. Crupi, and T. F. Krauss, Optica 2, 194-200 (2015).

High definition conductive carbon films from solution processing of nitrose-containing oligomers

K. Ko Chung, N. Fechler, M. Patrini, P. Galinetto, D. Comoretto, M. Antonietti

Carbon 94, 1044 (2015).

CH₃NH₃Sn_xPb_{1-x}Br₃ hybrid perovskite solid solution: synthesis, structure and optical properties

A. Mancini, P. Quadrelli, C. Milanese, M. Patrini, G. Guizzetti, L. Malavasi

Inorganic Chemistry 54, 8893 (2015).

Polymer Distributed Bragg Reflectors for Vapor Sensing

P. Lova, G. Manfredi, L. Boarino, A. Comite, M. Laus, M. Patrini, F. Marabelli, C. Soci, and D. Comoretto,

ACS Photonics 2, 537-543 (2015).

Hybrid ZnO:polystyrene nanocomposite for all-polymer photonic crystals

Lova, Paola; Manfredi, Giovanni; Boarino, Luca; et al.

Physica Status Solidi C- Current Topics in Solid State Physics 12, 158-162 (2015).

A Multiplexed Label Free Plasmonic Nano-Device for Near Infrared Applications

Floris, Francesco, Fornasari, Lucia, Frangolho, Ana, Marabelli Franco et al.

Edited by: Logothetidis, S; Laskarakis, A; Gravalidis, C; INTERNATIONAL CONFERENCES AND EXHIBITION ON NANOTECHNOLOGIES & ORGANIC ELECTRONICS

AIP Conference Proceedings 646, 46-52 (2015).

Plasmonic sensors on 2D ordered structures (Book Chapter)

Marabelli, F., Valsesia, A., Giudicatti, S., Fornasari, L., Pellacani, P., Frangolho, A.

In "Organic and Hybrid Photonic Crystals" ed. by D. Comoretto, Springer International Publishing; 1 January 2015, Pages 359-373.

3D vertical nanostructures for enhanced infrared plasmonics

M. Malerba, A. Alabastri, E. Miele, P. Zillo, M. Patrini, D. Bajoni, G. Messina, M. Dipalo, A. Toma, R. Proietti Zaccaria, F. De Angelis

Scientific Reports 5, 16436 (2015).

Monolayers of gold nanostars with two near-IR LSPRs capable of additive photothermal response
P. Pallavicini, S. Basile, G. Chirico, G. Dacarro, L. D'Alfonso, A. Donà, M. Patrini, A. Falqui, L. Sironi, A. Taglietti
Chemical Communications 51, 12928 (2015).

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA INDUSTRIALE E DELL'INFORMAZIONE

Durante l'anno 2015 è proseguita l'attività di ricerca riguardante lo studio di nuove configurazioni di trappola ottica, e la realizzazione di sistemi micro-opto-fluidici per applicazioni in campo biologico. In particolare è stata analizzata la dipendenza delle condizioni di trappola da vari parametri ambientali, e si è valutato come questi parametri impattino sulle misure di meccanica cellulare realizzabili con circuiti micro-opto-fluidici.

In parallelo è stata attivata una linea di ricerca volta ad integrare anche l'utilizzo di onde acustiche all'interno dei sistemi integrati, per applicazioni sia di focalizzazione/movimentazione dei campioni da analizzare, sia di analisi meccaniche.

Sono stati inoltre sviluppate alcune valutazioni preliminari sull'utilizzabilità di sistemi microfluidici in niobato di litio, che continueranno durante il 2016.

Oltre al campo biofotonico, l'attività di ricerca ha riguardato lo studio di nuovi materiali e dispositivi per le comunicazioni. In particolare sono stati caratterizzati alcuni filtri ottici realizzati in Silicio, nell'ambito del progetto Europeo Fabulous, e si è provveduto alla progettazione della seconda generazione di dispositivi. Risultati interessanti sono venuti dall'analisi di come, tramite un'accurata progettazione delle guide ottiche, sia possibile controllare la presenza di effetti ottici nonlineari nei dispositivi considerati.

Nell'ambito del progetto Europeo Nistas si è invece provveduto alla messa a punto un algoritmo per la misura, in assenza di contatto, della velocità dell'onda di pressione prodotta lungo la carotide dal battito cardiaco. Questo algoritmo sarà nel 2016 applicato ad un prototipo, per la realizzazione di uno strumento da utilizzare in trial clinici.

E' stata avviata una nuova tematica di ricerca relativa all'ottica nonlineare in cristalli disordinati di niobato-tantalato di litio-potassio puri e drogati. Risultati preliminari hanno dimostrato l'effetto dell'introduzione di una struttura ordinata del cristallo su scala mesoscopica pur mantenendo il disordine su scala microscopica e quindi la possibilità di sfruttare il cosiddetto random quasi phase-matching. Il "super-reticolo" sovrapposto consente però di determinare le direzioni di emissione della radiazione di seconda armonica evitando quindi situazioni come quella tipica di emissione planare che disperde la potenza in svariate direzioni.

Da ultimo, l'attività nel campo della microscopia nonlineare è proseguita in diversi ambiti. In particolare è stato raggiunto un accordo con la società Crest Optics per lo sviluppo di un prototipo commerciale dello strumento secondo uno dei claim del brevetto precedentemente depositato e la cui gestione è attualmente curata dalla società stessa. Coi miglioramenti resi possibili grazie al materiale messo a disposizione da Crest Optics sono state inoltre realizzate acquisizioni di diversi campioni in collaborazione con diversi gruppi attivi nei campi biologico e biomedicale.

T. Yang, P. Paiè, G. Nava, F. Bragheri, R. Martinez Vazquez, P. Minzioni*, M. Vegliione, M. Di Tano, C. Mondello, R. Osellame, I. Cristiani, "Integrated optofluidic device for single-cell sorting driven by mechanical properties", Lab on a Chip, Vol. 15, Issue 5, pp. 1262-1266 March 2015.

R. Martinez Vazquez, G. Nava, M. Vegliione, T. Yang, F. Bragheri, P. Minzioni, E. Bianchi, M. Di Tano, I. Chiodi, R. Osellame, C. Mondello*, I. Cristiani, "Optofluidic constriction chip for monitoring metastatic potential and drug response of cancer cells" Integrative Biology, Vol. 7, Issue 4, pp. 477-484 April 2015.

G. Nava*, F. Bragheri, T. Yang, P. Minzioni, R. Osellame, I. Cristiani, K. Berg-Sørensen “All-silica microfluidic optical-stretcher with acoustophoretic prefocusing” *Microfluidics and Nanofluidics* Vol. 19, Issue 4, pp. 837-844 October 2015.

T. Yang, G. Nava, P. Minzioni*, M. Vegliione, F. Bragheri, F.D. Lelii, R. Martinez Vazquez, R. Osellame, I. Cristiani, “Investigation of temperature effect on cell mechanics by optofluidic microchips” *Biomedical Optics Express* Vol. 6, Issue 8, pp. 2991-2996 August 2015.

DIPARTIMENTO DI CHIMICA

A. Nanochimica in ambito biomedico (ref. P. Pallavicini)

Le ricerche condotte dall'area “nano” della della sezione di Chimica Generale (Pallavicini-Taglietti) nell'anno 2015 hanno riguardato: i) la modificazione superficiale di materiali vetrosi massivi nella prospettiva dell'ottenimento di un effetto antibatterico sia ‘switchable’ che intrinseco, grazie a monostrati autoassemblati di nanostelle d'oro in lega con argento, con ipertermia attivabile su due plasmoni; ii) preparazione di nanooggetti ibridi, per applicazioni teragnostiche, in particolare nanostelle d'oro decorate con complessi di rame e con nanoparticelle superparamagnetiche; iii) studio della biocompatibilità e capacità di entrata in cellula delle nanostelle d'oro in funzione del coating; iv) loading, citotossicità e capacità gene-silencing di nanostelle d'oro caricate con siRNA; iv) studio dimensionale di albumina umana in interazione con tecnezio per il delivery di traccianti e radiofarmaci; v) tracking cellulare di nanostelle d'oro con metodi fisico ottici per la determinazione della dinamica di internalizzazione e della mobilità intracellulare.

Si è inoltre sviluppata una linea di ricerca su sensori ottici di piccole molecole con fibre ottiche modificate con nanostelle

Piersandro Pallavicini, Claire Bernhard, Giuseppe Chirico, Giacomo Dacarro, Franck Denat, Alice Donà, Chiara Milanese and Angelo Taglietti, Gold nanostars co-coated with the Cu(II) complex of a tetraazamacrocyclic ligand, *Dalton Trans.*, 2015, 44, 5652-5661.

Piersandro Pallavicini, Elisa Cabrini, Gennara Cavallaro, Giuseppe Chirico, Maddalena Collini, Laura D'Alfonso, Giacomo Dacarro, Alice Donà, Nicoletta Marchesi, Chiara Milanese, Alessia Pascale, Laura Sironi, Angelo Taglietti, Gold nanostars coated with neutral and charged polyethylene glycols: A comparative study of in-vitro biocompatibility and of their interaction with SH-SY5Y neuroblastoma cells, *J. Inorg. Biochem.* 2015, 151, 123-131.

Piersandro Pallavicini, Simone Basile, Giuseppe Chirico, Giacomo Dacarro, Laura D'Alfonso, Alice Donà, Maddalena Patrini, Andrea Falqui, Laura Sironi, and Angelo Taglietti, Monolayers of gold nanostars with two Near-IR LSPR capable of additive photothermal response, *Chem. Commun.* 2015, 51, 12928-12930.

Lorenzo Lodola, Marco G Persico, Federica E Buroni, Marco Morandotti, Piersandro Pallavicini, and Carlo Aprile, ^{99m}Tc-HSA nanocolloids: particle sizing and radioactivity distribution, *J. Labelled Comp. Radiopharm.*, 2015, 58, 376-382.

Mykola Borzenkov , Giuseppe Chirico , Laura D'Alfonso , Laura Sironi , Maddalena Collini , Elisa Cabrini, Giacomo Dacarro , Chiara Milanese , Piersandro Pallavicini , Angelo Taglietti , Claire Bernhard and Franck Denat, Thermal and Chemical Stability of Thiol Bonding on Gold Nanostars, *Langmuir*, 2015, 31, 8081-8091.

G. Chirico, M. Borzenkov, P. Pallavicini, *Gold Nanostars – Synthesis, Properties, and Biomedical Applications*, Springer Briefs in Materials, Springer, 2015, ISBN 978-3-319-20767-4.

P. Pallavicini, E. Cabrini, A. Casu, G. Dacarro, Y. Diaz-Fernandez, A. Falqui, C. Milanese and F. Vita, Silane-coated magnetic nanoparticles with surface thiol functions for conjugation with gold nanostars, *Dalton Trans.*, 2015, 44, 21088–21098.

Margaux Bouzin, Laura Sironi, Giuseppe Chirico, Laura D'Alfonso, Donato Inverso, Piersandro Pallavicini, and Maddalena Collini, An intermittent-model Fourier-space analysis of the intracellular motion of gold nanostars by scattering image correlation, *Biophysical J.*, 2015, 109, 2246-2258.

N. Cennamo, A. Donà, P. Pallavicini, G. D'Agostino, G. Dacarro, L. Zeni and M. Pesavento
Sensitive detection of 2,4,6-trinitrotoluene by tridimensional monitoring of molecularly imprinted polymer with optical fiber and five-branched gold nanostars, *Sensors & Actuators: B. Chemical*, 2015, 208, 291-298.

B. Energetica (ref. P. Mustarelli)

Nel corso del 2015 il gruppo di elettrochimica ed energetica della Sezione di Chimica Fisica si è occupato delle seguenti linee di ricerca: 1) sintesi e caratterizzazione di membrane polimeriche e MEA per celle a combustibile polimeriche ad alta temperatura. Sono stati esplorati sistemi a base di polibenzimidazolo con modificazioni all'interno della matrice monomerica e funzionalizzazioni con gruppi solfonici; 2) messa a punto di celle a combustibile microbiche e sistemi misti per la crescita di biomasse vegetali; 3) studi teorici e sperimentali di materiali catodici per batterie al litio; 4) sintesi e caratterizzazione di elettroliti liquidi e polimerici a base di liquidi ionici per applicazioni in batterie litio-ione e alluminio-ione; 5) studi teorici e sperimentali (diffrazione neutronica e NMR allo stato solido) di materiali ossidici di potenziale interesse come elettroliti in celle a combustibile a ossidi solidi; 6) fabbricazione di materiali e dispositivi per *energy harvesting* da vibrazioni a bassa frequenza prodotte da movimento; 7) studi di sistemi biocompatibili per *drug delivery* e rigenerazione tissutale.

Capsoni, D., Bini, M., Ferrari, S., Mustarelli, P. Lithium-Air Batteries Based on Carbon Nanomaterials (2015) *Carbon Nanomaterials for Advanced Energy Systems: Advances in Materials Synthesis and Device Applications*, pp. 385-405.

Cattaneo A.S., Villa, D.C., Angioni, S., Ferrara, C., Quartarone, E., Mustarelli, P. Structure and Interactions in Polybenzimidazole Composite Membranes for High-Temperature Polymer Fuel Cells: A Full Multinuclear Solid-State NMR Study (2015) *Journal of Physical Chemistry C*, 119 (33), pp. 18935-18944.

Angioni, S., Villa, D.C., Cattaneo, A.S., Mustarelli, P., Quartarone, E. Influence of variously functionalized SBA-15 fillers on conductivity and electrochemical properties of PBI composite membranes for high temperature polymer fuel cells (2015) *Journal of Power Sources*, 294, art. no. 21380, pp. 347-353.

Catauro, M., Bollino, F., Papale, F., Ferrara, C., Mustarelli, P. Silica-polyethylene glycol hybrids synthesized by sol-gel: Biocompatibility improvement of titanium implants by coating (2015) *Materials Science and Engineering C*, 55, art. no. 5451, pp. 118-125.

Nicotera, I., Kosma, V., Simari, C., Angioni, S., Mustarelli, P., Quartarone, E. Ion dynamics and mechanical properties of sulfonated polybenzimidazole membranes for high-temperature proton exchange membrane fuel cells (2015) *Journal of Physical Chemistry C*, 119 (18), pp. 9745-9753.

Bini, M., Capsoni, D., Ferrari, S., Quartarone, E., Mustarelli, P. Rechargeable lithium batteries: Key scientific and technological challenges (2015) *Rechargeable Lithium Batteries: From Fundamentals to Applications*, pp. 1-17. Cited 1 time.

Catauro, M., Bollino, F., Papale, F., Mozzati, M.C., Ferrara, C., Mustarelli, P. ZrO₂/PEG hybrid nanocomposites synthesized via sol-gel: Characterization and evaluation of the magnetic properties (2015) *Journal of Non-Crystalline Solids*, 413, pp. 1-7.

Quartarone, E., Villa, D.C., Angioni, S., Mustarelli, P. Facile and green assembly of nanocomposite membranes for fuel cells (2015) *Chemical Communications*, 51 (10), pp. 1983-1986.

Coccini, T., Barni, S., Mustarelli, P., Locatelli, C., Roda, E. One-month persistence of inflammation and alteration of fibrotic marker and cytoskeletal proteins in rat kidney after Cd-doped silica nanoparticle instillation (2015) *Toxicology Letters*, 232 (2), pp. 449-457.

Tealdi, C., Quartarone, E., Mustarelli, P. Solid-state lithium ion electrolytes (2015) *Green Energy and Technology*, 172, pp. 311-335.

Cattaneo, A.S., Villa, D.C., Angioni, S., Ferrara, C., Melzi, R., Quartarone, E., Mustarelli, P. Operando electrochemical NMR microscopy of polymer fuel cells (2015) *Energy and Environmental Science*, 8 (8), pp. 2383-2388.

Tealdi, C., Quartarone, E., Mustarelli, P., Malavasi, L. Nanoscale stabilization of the scheelite-type structure in $\text{La}_{0.99}\text{Ca}_{0.01}\text{NbO}_4$ thin films (2015) *Nanoscale*, 7 (6), pp. 2221-2224.

Ferrari, S., Quartarone, E., Tomasi, C., Bini, M., Galinetto, P., Fagnoni, M., Mustarelli, P. Investigation of ether-based ionic liquid electrolytes for lithium- O_2 batteries (2015) *Journal of the Electrochemical Society*, 162 (2), pp. A3001-A3006.

Djangang, C.N., Tealdi, C., Cattaneo, A.S., Mustarelli, P., Kamseu, E., Leonelli, C. Cold-setting refractory composites from cordierite and mullite-cordierite design with geopolymer paste as binder: Thermal behavior and phase evolution (2015) *Materials Chemistry and Physics*, 154, pp. 66-77.

DIPARTIMENTO DI SCIENZE DEL FARMACO

L'attività di ricerca attinente agli obiettivi del MADE svolta nel 2015 presso il Dipartimento di Scienze del Farmaco ha riguardato le seguenti tematiche:

1. sistemi mucoadesivi e termogelificabili a base di biopolimeri per il rilascio di farmaci o di emoderivati per la riparazione tissutale;
2. sistemi micro- e nano-particellari per il rilascio di farmaci e per applicazioni in ambito biomedico;
3. allestimento e caratterizzazione di scaffolds per la medicina rigenerativa.

Caramella C.M., Rossi S., Ferrari F., Bonferoni M.C., Sandri G.
Mucoadhesive and thermogelling systems for vaginal drug delivery, *Adv. Drug Del. Rev.*, 92, 39-52, 2015

Horvát G., Gyarmati B., Berkó S., Szabó-Révész, P., Szilágyi, B.Á., Szilágyi A., Soós J., Sandri G., Bonferoni M.C., Rossi S., Ferrari F., Caramella C., Csányi E., Budai-Szucs M.
Thiolated poly(aspartic acid) as potential in situ gelling, ocular mucoadhesive drug delivery system, *Eur. J. Pharm. Sci.*, 67, 1-11, 2015

Sandri G., Saporito F., Ferrari F., Bonferoni M.C., Rossi S., Caramella C.
In vitro evaluation of a protective nasal spray: Measurements of mucoadhesion and reconstructive barrier properties towards a tracheobronchial reconstruct, *J. Drug Del. Sci. Technol.*, 30, 368-374, 2015

Sandri G., Bonferoni M.C., Rossi S., Ferrari F., Mori M., Cervio, M., Riva F., Liakos I., Athanassiou A., Saporito F., Marini L., Caramella C.
Platelet lysate embedded scaffolds for skin regeneration, *Expert Opin. Drug Del.*, 12, 525-545, 2015

Tripodo G., Trapani A., Torre M.L., Giammona G., Trapani G., Mandracchia D.
Hyaluronic acid and its derivatives in drug delivery and imaging: Recent advances and challenges.
Eur. J. Pharm. Biopharm., 97, 400-416, 2015

Dorati R., Genta I., Colzani B., Tripodo G., Conti B.
Preliminary investigation on the design of biodegradable microparticles for ivermectin delivery: set up of formulation parameters.
Drug Dev. Ind. Pharm. 41, 1182-1192, 2015

Dorati R., Genta I., Colzani B., Modena T., Bruni G., Tripodo G., Conti B.
Stability evaluation of ivermectin-loaded biodegradable microspheres, *AAPS PharmSciTech* 16(5), 1129-1139, 2015

Sandri, G., Bonferoni, M.C., Ferrari, F., Rossi, S., Mori, M., Caramella, C.
Opportunities offered by chitosan-based nanotechnology in mucosal/skin drug delivery, *Curr. Top. Med. Chem.*, 15, 401-412, 2015

Horvát, G., Budai-Szucs M., Berkó S., Szabó-Révész, P., Soós, J., Facskó A., Maroda M., Mori M., Sandri G., Bonferoni M.C., Caramella C., Csányi E.

Comparative study of nanosized cross-linked sodium-, linear sodium- and zinc-hyaluronate as potential ocular mucoadhesive drug delivery systems, *Int. J. Pharmaceut.*, 494, 321-328, 2015

Tripodo G., Pasut G., Trapani A., Mero A., Lasorsa F.M., Chlapanidas T., Trapani G., Mandracchia D.

Inulin- d - α -tocopherol succinate (INVITE) nanomicelles as a platform for effective intravenous administration of curcumin, *Biomacromolecules*, 16, 550-557 (2015)

Pallavicini P., Cabrini E., Cavallaro G., Chirico G., Collini M., D'Alfonso L., Dacarro G., Donà A., Marchesi N., Milanese C., Pascale A., Sironi L., Taglietti A.

Gold nanostars coated with neutral and charged polyethylene glycols: a comparative study of in-vitro biocompatibility and of their interaction with SH-SY5Y neuroblastoma cells.

J. Inorg. Biochem., 151, 123-31, 2015

Osera C., Amadio M., Falone S., Fassina L., Magenes G., Amilcarelli F., Ricevuti G., Govoni S., Pascale A

Pre-exposure of a neuroblastoma cell line to a pulsed electromagnetic field prevents H₂O₂-induced ROS production by increasing MNSOD activity.

Bioelectromagnetics 36, 219-32, 2015

Tripodo G., Chlapanidas T., Perteghella S., Vigani B., Mandracchia D., Trapani A., Galuzzi M., Tosca M.C., Antonioli B., Gaetani P., Marazzi M., Torre M.L.

Mesenchymal stromal cells loading curcumin-INVITE-micelles: a drug delivery system for neurodegenerative diseases.

Colloids Surf. B Biointerfaces., 125, 300-308, 2015

Dorati R., Colonna C., Genta I., De Trizio A., Modena T. Kloss H., Conti B.

In vitro characterization of an injectable in situ forming composite system for bone reconstruction

Polym. Degrad. Stabil., 119 151-158(2015)

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE E ARCHITETTURA

A. Modelli costitutivi dei materiali ed applicazione di leghe a memoria di forma (SMA) per dispositivi biomedicali e non (Prof. Auricchio, Comp-Mech Group). Questa attività ha l'obiettivo di proporre modelli costitutivi fenomenologici per descrivere il comportamento termomeccanico di materiali intelligenti quali leghe e polimeri a memoria di forma. Le modellazioni teoriche e numeriche hanno ricadute fortemente applicative basate sull'utilizzo di materiali a memoria di forma, quali dispositivi biomedicali (stents) e attuatori. In particolare, sono stati effettuati studi per la simulazione di attuatori SMA che trovano largo impiego in ambito aerospaziale e dell'automazione. Per lo studio del comportamento di stents sottoposti carico ciclico (pressione sanguigna) vengono proposti opportuni modelli/criteri a fatica del tipo di Dang Van.

G. Scalet, F. Auricchio and D. J Hartl. Efficiency and effectiveness of implicit and explicit approaches for the analysis of shape-memory alloy bodies, *Journal of Intelligent Material Systems and Structures*, 1 - 19 (2015).

G. Scalet, F. Auricchio, E. Bonetti, L. Castellani, D. Ferri, M. Pachera, F. Scavello. An experimental, theoretical and numerical investigation of shape memory polymers. *International Journal of Plasticity*, vol. 67, pp. 127-147 (2015).

B. Materiali per stampa 3D (Prof. Auricchio, proto-lab)

- Attività di collaborazione svolta con il produttore di filamenti Filoalfa e la società Lati che hanno fornito un filamento di PLA misto a nano tubi di carbonio. Tramite stampa FDM sono stati prodotti dei campioni per misurare le proprietà di conducibilità elettrica in corrente continua.
- Attività di collaborazione con il Prof. Maurizio Bozzi per lo studio e la realizzazione di componenti elettronici. In particolare è stata realizzata una guida per la trasmissione di

potenza elettrica tramite microonde in poliuretano termoplastico stampato con tecnologia FDM.

- Realizzazione di oggetti in materiale ceramico avanzato (e.g., carburo di silicio/titanio) attraverso la stampa 3D (di forme anche complesse) di materiale plastico caricato con polveri ceramiche (collaborazione con Prof. Anselmi-Tamburini).
- Stampa 3D FDM: sono stati progettati dei patch biocompatibili e biorisorbibili per la rigenerazione del tessuto esofageo. I materiali utilizzati sono: acido polilattico (PLA) e policaprolattone (PCL), in diverse proporzioni. In collaborazione con il Dipartimento di Scienze del Farmaco e la Professoressa Bice Conti, vari test biologici sono stati eseguiti per verificarne la biocompatibilità e altre proprietà.

C. Tecnologie fotoniche ed elettroniche per nuovi materiali e sensoristica (prof. Giuliani)

*** Progetto EU H2020 FABULOUS (Aprile 2015 - Marzo 2018)**

E' stata sviluppata una piattaforma tecnologica orientata alla realizzazione di un nuovo prodotto per arredo di interni e spazi pubblici: una piastrella luminosa a gestione elettronica che può cambiare colore, realizzare illuminazione ad elevata efficienza con sorgenti LED a stato solido, e realizzare schermi video giganti.

La tecnologia che viene sviluppata al DICAr include l'integrazione di materiali fotonici con la tecnologia tradizionale dei materiali ceramici, e il controllo elettronico intelligente dei driver per i LED e della comunicazione da piastrella a piastrella.

*** Sviluppo di sensori laser e a onde THz per misure accurate senza contatto, con applicazioni ai settori industriale e biomedicale**

Sono stati sviluppati sensori laser per misure remote senza contatto di grandezze fisiche e meccaniche quali: distanza, velocità, vibrazioni. I campi applicativi vanno dall'automotive all'aerospaziale, ed includono anche applicazioni alla diagnostica non invasiva in ambito biomedicale.

E' stata sviluppata una nuova tecnica per la generazione e simultanea rivelazione di onde THz per diagnostica non-invasiva su materiali di svariata natura.

T. Mohr, S. Breuer, D. Blömer, M. Simonetta, S. Patel, M. Schlosser, A. Deninger, G. Birkl, G. Giuliani, W. Elsässer, "Terahertz homodyne self-mixing transmission spectroscopy", Applied Physics Letters, 106(6), 061111, 2015.

T. Mohr, S. Breuer, G. Giuliani, W. Elsässer, "Two-dimensional tomographic terahertz imaging by homodyne self-mixing", Optics express, 23(21), 27221-27229, 2015.

D. Gruppo Prof. Capodaglio (LABTA2) opera nel campo delle ricerche e tecnologie su energia/ambiente

- Recupero di nutrienti -azoto e fosforo- da fanghi residui delle acque di trattamento urbane. (Progetto CARIPO in corso)
- Recupero di biodiesel e syngas da pirolisi guidata da microonde di fanghi urbani
- Recupero diretto di energia elettrica dal trattamento di acque reflue urbane/industriali mediante Microbial fuel cells (diverse pubblicazioni già fatte)
- Radiolisi avanzata delle acque per la rimozione di microcontaminanti e recupero delle acque usate.