

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI MILANO

selezione pubblica per n. 1 posto di Ricercatore a tempo determinato ai sensi dell'art.24, comma 3, lettera a) della Legge 240/2010 per il settore concorsuale 02/B1 - Fisica Sperimentale della Materia

settore scientifico-disciplinare FIS/03 - Fisica della Materia

presso il Dipartimento di FISICA "ALDO PONTREMOLI",

(avviso bando pubblicato sulla G.U. n. 79 del 05/10/2021) Codice concorso: 4845

## **Tommaso Santaniello**

### **CURRICULUM VITAE**

#### **INFORMAZIONI PERSONALI (NON INSERIRE INDIRIZZO PRIVATO E TELEFONO FISSO O CELLULARE)**

COGNOME	SANTANIELLO
NOME	TOMMASO
DATA DI NASCITA	17/11/1981

#### **TITOLI**

##### **TITOLO DI STUDIO**

**Laurea Magistrale in Fisica**, conseguita presso l'Università degli Studi di Milano in data 07/07/2010. Voto: 110/110 cum Laude.

**Tesi di laurea:** *"Fabbricazione e funzionalizzazione di micro-sistemi a base polimerica per applicazioni in biologia cellulare"*.

Supervisors: Prof. P. Milani, Prof. C. Lenardi.

Il lavoro di tesi ha riguardato lo sviluppo di protocolli di micro e nano-fabbricazione basati su tecniche di stampa e replicazione di materiali polimerici biocompatibili di nuova concezione (idrogel ed elastomeri) per la produzione di substrati micro-strutturati per applicazioni in biologia cellulare in vitro.

##### **TITOLO DI DOTTORE DI RICERCA O EQUIVALENTI, OVVERO, PER I SETTORI INTERESSATI, DEL DIPLOMA DI SPECIALIZZAZIONE MEDICA O EQUIVALENTE, CONSEGUITO IN ITALIA O ALL'ESTERO**

**DICEMBRE 2010 - DICEMBRE 2013:**

**Doppio dottorato di ricerca in Fisica, Astrofisica e Fisica applicata** (Università degli Studi di Milano, Italia) e in **Ingegneria meccanica e manifatturiera** (Loughborough University, Inghilterra).

**Tesi di dottorato:** *"Hybrid microfluidic devices based on polymeric materials functionalized for cell biology applications"*. Supervisors: Prof. C. Lenardi, Prof. P.P. Conway, Dr. D.A. Hutt.

L'attività di ricerca si è svolta nell'ambito di un progetto di collaborazione tra il Centro Interdisciplinare Materiali e Interfacce Nanostrutturati (CIMaNa), Dipartimento di Fisica, Università degli Studi di Milano (supervisor: Prof. C. Lenardi) e la Wolfson School of Mechanical and Manufacturing Engineering, Loughborough University, Inghilterra (supervisor: Prof. P.P. Conway, Director, Innovative Electronics Manufacturing Research Centre (EPSRC), e Dr. D.A. Hutt) per lo sviluppo di un prototipo di micro-dispositivo fluidico per isolamento di singola cellula a base di attuatori soffici termo-responsivi.

In tale contesto e a seguito degli accordi intercorsi tra le due Università e relative scuole di dottorato, il candidato ha svolto un dottorato doppio e ha sviluppato il progetto di ricerca trascorrendo parte della durata del corso presso i laboratori del CIMaNa (dicembre 2010 - ottobre 2011, novembre 2012 - febbraio 2014) e presso la Wolfson School (ottobre 2011 - novembre 2012). La discussione finale si è svolta alla Loughborough University nel mese di febbraio del 2014 in base alle modalità previste dall'accordo (esame viva voce secondo il modello inglese).

## CONTRATTI DI RICERCA, ASSEGNI DI RICERCA O EQUIVALENTI

### LUGLIO 2020 - OGGI:

**Tecnologo EP di I livello** presso il Centro Interdisciplinare Materiali e Interfacce nanostrutturati, Dipartimento di Fisica, Università degli Studi di Milano. Managing Director e coordinatore tecnico nell'ambito del progetto Piattaforma Integrata per le Tecnologie Mediche 3D (Call Hub Research & Innovation, finanziato dalla Regione Lombardia).

**Attività di ricerca (LUGLIO 2020 - OGGI):** coordinatore della attività di ricerca sullo sviluppo di modelli aptici di organo per applicazioni cliniche.

In particolare, mi sono occupato di processi di fabbricazione additiva per lo sviluppo di fantocci morfo-funzionali replicanti la struttura anatomica e le caratteristiche funzionali di organi umani per applicazioni in ambito clinico e diagnostico. I modelli sono progettati a partire da immagini diagnostiche e realizzati combinando diverse tecniche di stampa additiva e di formatura in stampi 3D di materiali polimerici tessuto-equivalenti, sviluppati *in-house*, al fine di replicare le proprietà funzionali di risposta a stimoli meccanici di particolare rilevanza in chirurgia (e.g. lacerazione a tagli e incisioni effettuati con bisturi, ritorno elastico alla palpazione, cedevolezza a stimoli pressori).

### GENNAIO 2019 - DICEMBRE 2019:

**Assegnista di ricerca (tipo B)** presso il Centro Interdisciplinare Materiali e Interfacce Nanostrutturati (CIMaNa), Dipartimento di Fisica, Università degli Studi di Milano, Via Celoria, 16, 20133, Milano. Tutor: Prof. Paolo Milani.

### GIUGNO 2015 - DICEMBRE 2018:

**Assegnista di ricerca (tipo A)** presso il (CIMaNa), Dipartimento di Fisica, Università degli Studi di Milano, Via Celoria, 16, 20133, Milano. Tutor: Prof. Cristina Lenardi e Prof. Paolo Milani.

**Attività di ricerca (GIUGNO 2015 - DICEMBRE 2019):** coordinatore della attività di ricerca sulla sintesi, la micro e nano-fabbricazione e la caratterizzazione fisico-chimica di materiali nanocompositi avanzati a base polimerica.

Le attività di ricerca sono volte allo sviluppo e alla caratterizzazione di materiali innovativi a base di nanocompositi polimerici dalle proprietà funzionali avanzate, congiuntamente alla messa a punto e all'integrazione di nuovi processi di micro e nano-fabbricazione di tali materiali, mirati alla prototipazione rapida di dispositivi intelligenti per applicazioni in aree di interesse tecnologico di primo piano, quali la robotica soffice, l'elettronica deformabile e il biomedicale.

La libreria di materiali polimerici comprende sia polimeri commercialmente reperibili (principalmente bio-plastiche ed elastomeri) sia materiali di formulazione propria del laboratorio, quali idrogel biocompatibili e stimoli-responsivi, nanocompositi polimerici elettro-attivi (ionogel), elettricamente conduttivi (nanocompositi polimero/metallo) e piezoelettrici, polimeri funzionali a base di cellulosa e liquidi ionici.

L'approccio di fabbricazione per la produzione dei materiali e la manifattura di dispositivi prototipo si basa sull'integrazione di tecniche differenti, come formatura in stampi micro-strutturati, fotopolimerizzazione e fotopatterning, manifattura additiva (stampa 3D a fusione da filamento e da granuli, a estrusione da siringa e stereolitografica) e metallizzazione di polimeri tramite deposizione di nanoaggregati metallici da fascio supersonico (Supersonic Cluster Beam Deposition, SCBD).

I materiali prodotti sono analizzati e caratterizzati elaborando e mettendo a punto adeguate metodologie sperimentali, al fine di individuare e correlare tra loro le caratteristiche fisico-chimiche capitali che determinano il comportamento funzionale di questa classe di sistemi, con l'obiettivo di

controllare e modulare finemente tali proprietà. Particolare attenzione è rivolta allo studio delle proprietà di trasporto elettrico e di accumulo di carica dei materiali in condizioni statiche e in risposta a deformazioni meccaniche (allungamento, compressione, piegamento).

La tipologia di dispositivi funzionali prototipo che sono stati realizzati comprende attuatori elettromeccanici soffici, sensori di deformazione e di pressione, piattaforme microfluidiche per coltura cellulare in vitro, biosensori elettrochimici microfluidici e sistemi monolitici tridimensionali con elettronica integrata.

Tali attività si sono svolte in parte nell'ambito di collaborazioni accademiche, nazionali e internazionali, e industriali, delle quali mi sono occupato dal punto di vista scientifico, finanziario e tecnico/amministrativo. I principali risultati della mia ricerca sono stati pubblicati su riviste internazionali peer-reviewed

#### **OTTOBRE 2014 - MAGGIO 2015:**

**Titolare assegno di ricerca (tipo B)** presso il CIMaNa, Università degli Studi di Milano, Via Celoria, 16, 20133 Milano. Tutor: Prof. Cristina Lenardi e Prof. Paolo Milani.

##### **Attività di ricerca:**

- Sintesi, ingegnerizzazione, manifattura e studio delle proprietà strutturali, elettriche, elettrochimiche e di attuazione elettromeccanica di materiali nanocompositi elettro-attivi polimero-metallo per la realizzazione di attuatori soffici, prodotti utilizzando tecniche di foto polimerizzazione UV e di metallizzazione per mezzo di deposizione di nanoparticelle da fascio supersonico.

#### **OTTOBRE 2013 - SETTEMBRE 2014**

**Titolare assegno di ricerca (tipo B)** presso il CIMaNa, Università degli Studi di Milano, Via Celoria, 16, 20133 Milano (sovrapposizione con posto senza borsa alla scuola di dottorato in Fisica, Astrofisica e Fisica applicata, Università degli Studi di Milano, nel periodo ottobre 2013 - dicembre 2013). Tutor: Prof. Cristina Lenardi e Prof. Paolo Milani.

##### **Attività di ricerca:**

- Sintesi, fabbricazione e caratterizzazione di idrogel elettro-attivi dotati di proprietà meccaniche controllabili per la produzione di attuatori meccanici operanti in ambiente acquoso ed integrabili in dispositivi fluidici miniaturizzati.  
- Progettazione e sviluppo di prototipi di dispositivi microfluidici multistrato a base di materiali termoplastici e di idrogel micro-strutturati termo-responsivi per intrappolamento e rilascio di singola cellula.

#### **GIUGNO 2011 - MAGGIO 2012:**

**Titolare assegno di ricerca (tipo B)** presso il Centro Interdisciplinare Materiali e Interfacce Nanostrutturati (CIMaNa), Università degli Studi di Milano, Via Celoria, 16, 20133 Milano (sovrapposizione con posto senza borsa alla scuola di dottorato in Fisica, Astrofisica e Fisica applicata, Università degli Studi di Milano). Tutor: Prof. Cristina Lenardi e Prof. Paolo Milani.

##### **Attività di ricerca:**

Sintesi, microfabbricazione e caratterizzazione di idrogeli termo-responsivi; sviluppo di tecniche di stampa a compressione per la realizzazione di pellicole sottili. Micro-patterning con laser ad eccimeri, caratterizzazione delle micro-strutture tramite microscopia ottica, confocale e a scansione elettronica.

## ATTIVITÀ DIDATTICA A LIVELLO UNIVERSITARIO IN ITALIA O ALL'ESTERO

- Dicembre 2017 - oggi: **Professore a contratto** dell'insegnamento di **Bioimaging** presso il Corso di Laurea in Molecular Biotechnology and Bioinformatics, Dipartimento di Bioscienze, Università degli Studi di Milano, Via Celoria, 26 - 20133 Milano.

Lezioni frontali e di laboratorio tenute al corso di Bioimaging (titolare del corso Prof. Cristina Lenardi, corso di laurea magistrale in Biotecnologie Molecolari e Bioinformatica). Le lezioni (sedici ore) hanno trattato argomenti inerenti alle tecnologie Lab-On-a-Chip per applicazioni in biologia cellulare e alle tecniche di fabbricazione di materiali polimerici avanzati e di bio-interfacce nanostrutturate.

- Giugno 2015 - oggi: **correlatore di tesi** nei corsi di Laurea magistrale e triennale in **Fisica** (4 studenti L. magistrale, 10 studenti L. triennale), **Scienze chimiche** (1 studente L. magistrale) e **Biotecnologie** (2 studenti L. magistrale, 2 studenti L. triennale).

- Partecipazione come "**invited lecturer**" al corso di training Catsense ATC4 - **Polymer Microfabrication Technology for Microfluidic Biosensors**, Università di Lovanio, Belgio, nell'ambito del progetto Marie Curie Catsense (settembre 2017). Titolo lezione: Advanced functional polymeric materials for smart microfluidics.

Gennaio 2011 - Giugno 2018: membro della commissione per la valutazione di esami di profitto relativi al corso di Fisica per il corso di Laurea in Chimica e tecnologie farmaceutiche (lm-13, titolare Prof. C. Lenardi). Nominato esperto in materia nel gennaio 2013.

Settembre 2016: membro aggregato alla commissione per l'esame di ammissione al corso di Dottorato in nanomedicina presso la Scuola Europea di Medicina Molecolare - SEMM (05/09/2016).

Dicembre 2015: Esercitazioni al corso di Metodi Matematici e Fisici Applicati alle Biotecnologie (lm-9, titolare Prof. C. Lenardi), del corso di Laurea in Biotecnologie.

Novembre 2015 - Dicembre 2015: supervisore e coordinatore del progetto di *internship* di due studenti PhD del Dipartimento di Biofisica dell'Università di Olomouc, Repubblica Ceca (Ludmila Zarska e Zuzanna Malà), svoltosi presso i laboratori del CIMaNa. Il lavoro ha riguardato la sintesi di idrogeli elettro-attivi e test di citotossicità sui materiali realizzati.

Gennaio 2011 - Gennaio 2014: attività di tutoraggio per gli studenti del corso di Fisica al corso di laurea in Chimica e tecnologie farmaceutiche (lm-13, titolare Prof. C. Lenardi).

## DOCUMENTATA ATTIVITÀ DI FORMAZIONE O DI RICERCA PRESSO QUALIFICATI ISTITUTI ITALIANI O STRANIERI;

- **Internship** presso l'Istituto di Biorobotica della Scuola Superiore Sant'Anna di Pisa (maggio 2015): analisi delle proprietà meccaniche, reometriche e di rigonfiamento in acqua di idrogeli microporosi biocompatibili a base di poliuretano per lo sviluppo di sistemi contrattili bio-ibridi. L'attività di ricerca si è svolta per dieci giorni presso i laboratori della Prof. Arianna Menciassi dell'Istituto di Biorobotica della Scuola Superiore Sant'Anna di Pisa. Questa attività è parte di una collaborazione tra il CIMaNa, la piattaforma di Biomateriali Avanzati di Fondazione Filarete e l'Istituto di Biorobotica della Scuola Superiore Sant'Anna di Pisa.

- **Corso di meccanica applicata (Luglio 2013)**

Università degli Studi di Milano, Dipartimento di Fisica, Via Celoria 16, 20133, Milano, Italia

Lezioni teoriche e training pratico per l'abilitazione all'uso delle macchine utensili tradizionali dell'Officina del Dipartimento di Fisica, sotto la supervisione del Sig. Francesco Cavaliere.

- **Polynano summer school 2012 (August 20-31) at DTU Nanotech**

*Department of Micro- and Nanotechnology, Danmarks Tekniske Universitet (DTU), Lyngby, Denmark*

Il corso ha fornito gli strumenti necessari per acquisire una preparazione generale nel campo dei sistemi Lab-On-a-Chip (LOC) e della bioanalisi in dispositivi miniaturizzati, offrendo una serie di seminari e lezioni frontali tenute da rappresentanti illustri appartenenti sia al mondo dell'accademia che dell'industria. Inoltre, è stata condotta un'attività sperimentale presso i laboratori della DTU finalizzata allo sviluppo, alla fabbricazione e alla caratterizzazione di un dispositivo micro-fluidico a base polimerica per la rivelazione di dopamina utilizzando tecniche elettrochimiche on-chip.

**- LUGLIO 2010 - DICEMBRE 2010:**

Centro Interdisciplinare Materiali e Interfacce Nanostrutturati (CIMaNa), Università degli Studi di Milano, Via Celoria, 16, 20133 Milano, Italia

Laureato frequentatore presso i laboratori del CIMaNa, sotto la supervisione della Prof. C. Lenardi, del Dr. D. P. Webb e del Prof. P. Milani. Sintesi, fabbricazione e caratterizzazione di film sottili di materiali polimerici termo-responsivi. Training per l'utilizzo di un sistema laser ad eccimeri per il patterning di pellicole di idrogel presso i laboratori di ingegneria ottica della Wolfson School of Mechanical and Manufacturing Engineering, Loughborough University, Inghilterra, sotto la supervisione del Dr. D. P. Webb.

## REALIZZAZIONE DI ATTIVITÀ PROGETTUALE

Ho attivamente contribuito e collaborato all'ottenimento di finanziamenti di progetti industriali di ricerca e sviluppo. Come *managing director*, ho coordinato le attività tecnico/scientifiche, e curato gli aspetti finanziari e tecnico/amministrativi, dei seguenti progetti:

**- PRINTMED-3D - Piattaforma integrate per tecnologie mediche tridimensionali (Febbraio 2020 - OGGI)**

Finanziamento ottenuto da **Regione Lombardia** nell'ambito della **"Call HUB - Ricerca e Innovazione"** a seguito dell'approvazione di una proposta di progetto sottomessa in collaborazione con L'Istituto neurologico Carlo Besta, Dolphin Fluidics s.r.l., Kentstrapper s.r.l., NRGSys s.p.a., INTRA s.r.l. Responsabile scientifico UNIMI: Prof. P. Milani.

**Oggetto della ricerca:** PRINTMED-3D ha l'obiettivo di creare una infrastruttura per lo sviluppo di soluzioni abilitanti per la medicina personalizzata e la formazione specialistica, attraverso l'uso combinato di tecnologie di realtà virtuale e stampa additiva funzionale. Ciò permette di integrare tecniche di stampa innovative con librerie di materiali e soluzioni software originali per ottenere soluzioni efficaci ed affidabili in campo chirurgico e clinico. L'Università degli Studi di Milano ha preso parte al progetto in qualità di capofila e si è occupata dello sviluppo delle librerie di materiali e della fabbricazione 3D di modelli aptici di organo, nonché del coordinamento delle diverse attività di lavoro progettuali.

**- ASSIST - SmArt valveS baSed on active Soft maTerials (Dicembre 2019 - Ottobre 2020)**

Finanziamento ottenuto da **Fondazione Cariplo** nell'ambito dell'"Avviso congiunto per la concessione di contributi a sostegno del trasferimento della conoscenza nel settore dei Materiali avanzati", a seguito dell'approvazione di una proposta di progetto sottomessa in collaborazione con il Politecnico di Milano, Fondazione Politecnico, Dolphin Fluidics s.r.l. e W.I.S.E. s.r.l. Responsabile scientifico UNIMI: Prof. P. Milani.

**Oggetto della ricerca:** il progetto ASSIST mira alla realizzazione di un processo industriale per la fabbricazione di valvole intelligenti innovative, con sensori di pressione integrati a base di nanocompositi polimerici attivi. L'Università degli Studi di Milano ha preso parte al progetto in qualità di capofila e si è occupata dello sviluppo dei materiali nanocompositi, della loro caratterizzazione elettriche e della prototipazione dei sensori di pressione, nonché del coordinamento delle diverse attività di lavoro progettuali.

Ho inoltre preso parte alle attività di ricerca dei seguenti progetti finanziati:

**- PROMAM - PROtesi MAMmaria bioassorbibile per ricostruzione del seno**

Finanziamento ottenuto da **Regione Lombardia** nell'ambito del Programma Operativo Regionale 2014-2020 Obiettivo "Investimenti in Favore della Crescita e dell'occupazione", a seguito dell'approvazione di una proposta di progetto sottomessa in collaborazione con Tensive s.r.l. e i Laboratory of Biological Structure Mechanics (LabS) del Politecnico di Milano. Responsabile scientifico UNIMI: Prof. C. Lenardi.

**Oggetto della ricerca:** il progetto prevede lo sviluppo di una protesi mammaria alternativa (REGENERA), che mira alla sostituzione degli impianti in silicone per offrire una naturale ricostruzione del seno. La protesi è costituita da un biomateriale sintetico, biodegradabile e poroso ed è realizzata con una rete interna di micro-canali che mimano l'architettura dei vasi sanguigni. Questa combinazione distintiva, ottenuta mediante un procedimento brevettato, ambisce a promuovere la crescita del grasso naturale e permettere la rigenerazione del tessuto adiposo. Nell'ambito del progetto ho collaborato alla caratterizzazione meccanica dei biomateriali ingegnerizzati.

**- Investigation on the Mechanism of Electromechanical Response of Hydrogel with Ordered Nanostructure to Enable Self-Powered Applications**

Finanziamento ottenuto da **National Natural Science Foundation of China** a seguito dell'approvazione di una proposta di progetto sottomessa in collaborazione con la School of Mechanical and Electronic Engineering, Wuhan University of Technology, China. Responsabile scientifico UNIMI: Prof. C. Lenardi.

**Oggetto della ricerca:** il progetto ha come obiettivo quello di elaborare simulazioni numeriche e modelli teorici, validati sperimentalmente, che descrivano il comportamento elettromeccanico di idrogeli nanocompositi elettro-responsivi. In questo contesto scientifico, la collaborazione prevede di promuovere la mobilità di giovani ricercatori e studenti tra l'Italia e la Cina.

**ORGANIZZAZIONE, DIREZIONE E COORDINAMENTO DI GRUPPI DI RICERCA NAZIONALI E INTERNAZIONALI, O PARTECIPAZIONE AGLI STESSI**

Mi sono occupato presso i laboratori del CIMaNa - Dipartimento di Fisica, Università degli Studi di Milano, Via Celoria, 16, 20133 Milano - del coordinamento di attività di ricerca e sviluppo accademiche ed industriali, qui di seguito riportate.

**COLLABORAZIONI ACCADEMICHE**

- Collaborazione con il gruppo di ricerca del **Prof. Mauro Comes Franchini** del **Dipartimento di Chimica Industriale "Toso Montanari"** dell'**Università di Bologna (UNIBO)** (dal 2016 ad oggi): l'oggetto della collaborazione riguarda la formulazione, la sintesi e la fabbricazione di nanocompositi funzionali di diversa natura, tra cui materiali a base di idrogel elettro-responsivi e nanocristalli di cellulosa e nanocompositi piezoelettrici a base di nanoparticelle di titanato di bario.

- Collaborazione con il gruppo di ricerca del **Prof. Yosi Shacham** della **School of Electrical Engineering, Department of Physical Electronics** dell'**Università di Tel Aviv (Israele)** (dal 2018 ad oggi): l'attività di ricerca intrapresa con il gruppo del Prof. Shacham verte sullo sviluppo di bio-sensori elettrochimici a base di nanocompositi elastomero/metallo prodotti tramite SCBD per il monitoraggio dello stato fisiologico di piante di citrus in campo per applicazioni in agricoltura di precisione.

- Collaborazione con il gruppo di ricerca della **Prof. Jeanette Maier** del **Dipartimento di Scienze Biomediche e Cliniche "L. Sacco"** dell'**Università degli Studi di Milano** (dal 2018 ad oggi): sviluppo di dispositivi microfluidici a base polimerica per crescita e analisi del tessuto endoteliale in vitro.

- Collaborazione con il gruppo di ricerca della **Prof. Arianna Mencias** e del **Prof. Leonardo Ricotti** del **Dipartimento di Micro-biorobotica della Scuola Superiore Sant'Anna di Pisa** (gennaio 2015 - gennaio 2020): l'attività di ricerca riguarda lo sviluppo e la caratterizzazione di materiali macro-porosi a base

di poliuretano per la realizzazione di sistemi bio-ibridi con proprietà di attuazione indotte dall'attività contrattile di cellule cardiache in grado di colonizzare la struttura.

#### **COLLABORAZIONI INDUSTRIALI**

- Collaborazione con **Dolphin Fluidics s.r.l.** e **Fluid-o-Tech s.r.l.** (Settembre 2016 - oggi): ho avuto l'opportunità di collaborare con queste due aziende italiane che operano nella produzione di sistemi e componenti fluidici per la gestione di fluidi ad alta precisione per lo sviluppo di dispositivi biomedicali fluidici intelligenti, come piattaforme di coltura cellulare fluidica automatizzata e valvole fluidiche intelligenti basate su materiali nanocompositi morbidi attivi.

- Collaborazione con **Bio-On s.p.a.** (luglio 2016 - giugno 2019): mi sono occupato della definizione, dello sviluppo e del coordinamento di diversi progetti di collaborazione istituiti con Bio-On s.p.a., un'azienda italiana con sede a Bologna che opera nel settore della produzione di bio-plastiche derivate da fonti di origine naturale. Il responsabile scientifico del progetto è il Prof. Paolo Milani. Le attività di sviluppo e di validazione tecnologica in oggetto riguardano la messa a punto di dispositivi energetici (supercapacitori) e materiali funzionali (nanocompositi elettricamente conduttivi ed elettro-responsivi) biodegradabili, nonché la messa a punto di apparati sperimentali per la caratterizzazione quantitativa delle proprietà di trasduzione elettro-meccanica di materiali polimerici piezoelettrici.

- Collaborazione con **RSE s.p.a.** (settembre 2017- settembre 2018): questa attività di collaborazione ha riguardato la fabbricazione e la caratterizzazione elettromeccanica di nanocompositi polimerici elettroattivi, in grado di deformarsi a piegamento in maniera controllata in presenza di campi elettrici ad alta intensità, in vista di una loro implementazione come parte sensibile in sensori ottici di campo elettrico DC per la misura a terra del campo elettrico generato dalle linee di trasmissione.

#### **TITOLARITÀ DI BREVETTI**

##### **1. FLEXIBLE, BIODEGRADABLE AND BIOCOMPATIBLE SUPERCONDENSER**

Publication Number: WO/2020/109841

Publication Date: 04.06.2020

International Application No. PCT/IB2018/059391

**Depositario:** BIO-ON S.P.A.

**Inventori:** P. Saettone, M. Cifelli, L. Migliorini, G. Generali, T. Santaniello, I. Monaco, P. Milani, M. Comes Franchini

##### **2. DISPOSITIVO FLUIDODINAMICO CON ELEMENTO SENSORE INTEGRATO**

Domanda numero: 102021000018260

Data di presentazione: 12/07/2021

**Depositario:** DOLPHIN FLUIDICS S.R.L.

**Inventori:** P. Milani, T. Santaniello, L. Migliorini, D. Andreis, F. Butera

##### **3. METODO PER LA FABBRICAZIONE DI MODELLI ANATOMICI ATTI A SIMULARE ORGANI O DI PARTI DI ORGANI DI UN PAZIENTE**

Domanda numero: 102021000016277

Data di presentazione: 22/06/2021

**Depositario:** UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI MILANO

**Inventori:** P. Milani, M. Vertemati, T. Santaniello, F. Cavaliere, L. Gentili, S. Cassin, F. Rizzetto

## ATTIVITÀ DI RELATORE A CONGRESSI E CONVEGNI NAZIONALI E INTERNAZIONALI

**(1) A Room Temperature Bonding Technique for the Packaging of Hydrogel-based Hybrid Microfluidic Devices**

Fourth International Conference in Advanced Manufacturing for Multifunctional Miniaturised Devices, 3 - 4 June, 2015, Holywell Park, Loughborough University, Loughborough, UK

**(2) Functional inks towards 4D printing of advanced soft materials**

Workshop - 4D printing: towards new paradigms in Additive Manufacturing, Dipartimento di Fisica, Università degli studi di Milano, November 25th 2016

**(3) Paper/ionic conductive polymer integrated platforms for the manufacturing of novel electro-responsive hybrid actuators**

E-MRS 2017 Spring Meeting, Congress Center, Strasbourg (France), May 22 - May 26 2017

**(4) High-throughput shadow mask printing of passive electrical components on paper by supersonic cluster beam deposition**

E-MRS 2017 Spring Meeting, Congress Center, Strasbourg (France), May 22 - May 26 2017

**(5) Advanced functional polymeric materials for smart microfluidics\***

Nanoinnovation 2018, Università della Sapienza, Roma, September 11-14 2018

(\*Invited Speaker)

**(6) Prototipazione di microdispositivi per applicazioni pre-cliniche**

Workshop - Stampa 3D, microfabbricazione e biomateriali per l'innovazione in campo medico, 9 ottobre 2018 - Aula magna dell'Università degli Studi di Milano, Via Festa del Perdono 7 - Milano

**(7) Additive nano-manufacturing of 3D printed electronics using supersonic cluster beam deposition\***

Nanoworkshop 2021 - 7th - 10th of September 2021, Villa Cagnola, Varese

(\*Invited Speaker)

Partecipazione alla **Maker Faire Rome 2020** a seguito della selezione **“Call for Universities and Research Institutes”** con il progetto **SOMA-3D**.

SOMA-3D si propone di mettere a punto e dimostrare nuove tecnologie per la stampa 3D simultanea di diversi materiali tessuto equivalente realizzando organi anatomicamente, apticamente e funzionalmente realistici, da mettere a disposizione alla comunità medico scientifica per la pratica pre-operatoria e il training.

## CONSEGUIMENTO DI PREMI E RICONOSCIMENTI NAZIONALI E INTERNAZIONALI PER ATTIVITÀ DI RICERCA

**Premio alla “Menzione Speciale”** vinto in data 27/10/2021 alla **StartCup Lombardia 2021**, dove ho presentato **HUVANT (Haptic Human and Veterinary Phantoms)**, la start-up innovativa di cui sono co-fondatore.

HUVANT produce piattaforme di simulazione chirurgica che integrano la realtà virtuale immersiva con modelli aptici realizzati mediante stampa 3D di tessuti e organi complessi, superando i limiti attuali della stampa 3D - costi e tempi di produzione, numero limitato di materiali morbidi stampabili - e sfruttando le sue caratteristiche uniche come la personalizzazione del prodotto. La tecnologia altamente innovativa così sviluppata è in grado di rispondere alla crescente domanda di approcci chirurgici complessi con ottime ricadute sia sulla pianificazione chirurgica su misura del paziente, sia sulla formazione di specialisti in ambito medico e veterinario.

Il progetto è stato **selezionato** dalla Start Cup Lombardia 2021 per **partecipare al PNIcCube, il Premio Nazionale dell'Innovazione** (<https://lastatalenews.unimi.it/start-cup-lombardia-2021-progetto-huvant-selezionato-per-pnicube>).



## **PRODUZIONE SCIENTIFICA**

### **PUBBLICAZIONI SCIENTIFICHE**

#### **PUBBLICAZIONI**

**Pubblicazioni su riviste: 27**

**Atti di convegni: 4**

**Capitoli libri: 1**

#### **INDICI BIBLIOMETRICI (Fonte: SCOPUS)**

**h-index: 8**

**Citazioni: 244**

#### **PUBBLICAZIONI SU RIVISTE**

(10 primo autore e primo co-autore, 15 corresponding e co-corresponding author, 2 ultimo autore)

#### **Quantitative Spectral Electromechanical Characterization of Soft Piezoelectric Nanocomposites**

S. M. Villa, M. Maturi, T. Santaniello\*, L. Migliorini, E. Locatelli, M. Comes Franchini and P. Milani\*

Accepted for publication in Sensors and Actuators A: Physical.

Available online 26 October 2021, 113196

(\*Corresponding authors)

<https://doi.org/10.1016/j.sna.2021.113196>

#### **Hybrid Additive Fabrication of a Transparent Liver with Biosimilar Haptic Response for Preoperative Planning**

P. Aseni., Santaniello, T. Santaniello, F. Rizzetto, L. Gentili, F. Pezzotta, F., Cavaliere, M. Vertemati and P. Milani

Diagnostics 2021, 11, 1734

<https://doi.org/10.3390/diagnostics11091734>

#### **Additive Fabrication of a Vascular 3D Phantom for Stereotactic Radiosurgery of Arteriovenous Malformations**

E. Legnani, P. Gallo, F., Pezzotta, F., Padelli, G., Faragò, A. Gioppo, L. Gentili, E. De Martin, M. L. Fumagalli, F. Cavaliere, M.G. Bruzzone, P. Milani and T. Santaniello\*

3D Printing and Additive Manufacturing, 2021, 8, 217-225

(\*Corresponding author)

<https://doi.org/10.1089/3dp.2020.0305>

#### **All-Printed Green Micro-Supercapacitors Based on a Natural-derived Ionic Liquid for Flexible Transient Electronics**

L. Migliorini, C. Piazzoni, K. Pohako-Esko, M. Di Girolamo, A. Vitaloni, F. Borghi, T. Santaniello, A. Aabloo and P. Milani

Advanced Functional Materials, 2021, 31, 2102180

<https://doi.org/10.1002/adfm.202102180>

#### **Monolithic Three-Dimensional Functionally Graded Hydrogels for Bioinspired Soft Robots Fabrication**

M. Piazzoni\*, E. Piccoli, L. Migliorini, E. Milana, F. Iberite, L. Vannozzi, L. Ricotti, I. Gerges, P. Milani, C. Marano, C. Lenardi, and T. Santaniello\*

Soft Robotics, 2021, doi: 10.1089/soro.2020.0137

(\*\*Corresponding authors)

<https://doi.org/10.1089/soro.2020.0137>

#### **Soft and flexible gold microelectrodes by supersonic cluster beam deposition and femtosecond laser processing**

T. Dotan, Y. Berga, L. Migliorini, S. M. Villa, T. Santaniello, P. Milani, Y. Shacham-Diamand

Microelectronic Engineering, 2021, 237, 111478

[Doi:10.1016/j.mee.2020.111478](https://doi.org/10.1016/j.mee.2020.111478)

#### **Direct 3D Printing of Clear Orthodontic Aligners: Current State and Future Possibilities**

G.M. Tartaglia, A. Mapelli, C. Maspero, T. Santaniello, M. Serafin, M. Farronato, A. Caprioglio  
Materials, 2021, 14, 1799  
[Doi: 10.3390/ma14071799](https://doi.org/10.3390/ma14071799)

**Eco-Friendly Supercapacitors Based on Biodegradable Poly(3-Hydroxy-Butyrate) and Ionic Liquids**  
L. Migliorini, T. Santaniello, F. Borghi, P. Saettone, M. Comes Franchini, G. Generali, Paolo Milani  
Nanomaterials 2020, 10(10), 2062;  
<https://doi.org/10.3390/nano10102062>

**Fabrication of High-Aspect-Ratio Cylindrical Micro-Structures Based on Electroactive Ionogel/Gold Nanocomposite**  
E. Milana\*, T. Santaniello\*,\*\*, P. Azzini, L. Migliorini, P. Milani  
Appl. Nano, 2020, 1, 59-69;  
(\*The authors equally contributed to the work)  
(\*\*Corresponding authors)  
<https://doi.org/10.3390/applnano1010005>

**Mechanical characteristics of tunable uniaxial aligned carbon nanotubes induced by robotic extrusion technique for hydrogel nanocomposite**  
W. Zhao, S. Hu, Z. Shi, T. Santaniello, C. Lenardi, J. Huang  
Composites Part A: Applied Science and Manufacturing, 2020, 129, 105707  
<https://doi.org/10.1016/j.compositesa.2019.105707>

**Combined Effects of Electrical Stimulation and Protein Coatings on Myotube Formation in a Soft Porous Scaffold**  
F. Iberite, I. Gerges, L. Vannozzi, A. Marino, M. Piazzoni, T. Santaniello, C. Lenardi, L. Ricotti  
Annals of Biomedical Engineering, 2020, 48, 734-746  
<http://dx.doi.org/10.1007/s10439-019-02397-9>

**An integrated fluidic electrochemical sensor manufactured using fused filament fabrication and supersonic cluster beam deposition**  
W.A. Gebreyes, L. Migliorini, F. Pezzotta, Y. Shacham-Diamand, T. Santaniello\* and P. Milani\*  
Sensors and Actuators A: Physical, 2020, 301, 111706  
(\*Corresponding authors)  
<https://doi.org/10.1016/j.sna.2019.111706>

**Bioplastic electromechanical actuators based on biodegradable poly(3-hydroxybutyrate) and cluster-assembled gold electrodes**  
L. Migliorini, T. Santaniello, S. Rondinini, P. Saettone, M. Comes Franchini, Lenardi, C., Milani, P.  
Sensors and Actuators, B: Chemical, 2019, 286, 230-236  
[Doi: 10.1016/j.snb.2019.01.141](https://doi.org/10.1016/j.snb.2019.01.141)

**Soft Piezoionic/Piezoelectric Nanocomposites Based on Ionogel/BaTiO<sub>3</sub> Nanoparticles for Low Frequency and Directional Discriminative Pressure Sensing**  
S. M. Villa\*, V. M. Mazzola\*, T. Santaniello\*,\*\*, E. Locatelli, M. Maturi, L. Migliorini, I. Monaco, C. Lenardi, M. Comes Franchini, P. Milani\*\*  
ACS Macro Lett., 2019, 84, 414-42  
(\*The authors equally contributed to the work)  
(\*\*Corresponding authors)  
<https://doi.org/10.1021/acsmacrolett.8b01011>

**Supersonic cluster beam fabrication of metal-ionogel nanocomposites for soft robotics**  
T. Santaniello\*, L. Migliorini, Y. Yan, C. Lenardi, P. Milani\*  
Journal of Nanoparticle Research, 2018, 20, 250  
(\*Corresponding authors)  
[DOI: 10.1007/s11051-018-4352-x](https://doi.org/10.1007/s11051-018-4352-x)

**Embedding electronics in 3D printed structures by combining fused filament fabrication and supersonic cluster beam deposition**  
A Bellacicca, T Santaniello, P Milani  
Additive Manufacturing, 2018, 24, 60-66

<https://doi.org/10.1016/j.addma.2018.09.010>

**Cellulose-based electroactive hydrogels for seaweed mimicking towards hybrid artificial habitats creation**

L. Migliorini, Y. Yan, F. Pezzotta, F. M. S. Veronesi, C. Lenardi, S. Rondinini, T. Santaniello\* and P. Milani\*  
MRS Communications, 2018, 8, 1129-1134

(\*Corresponding authors)

<https://doi.org/10.1557/mrc.2018.163>

**Spring-like electroactive actuators based on paper/ionogel/metal nanocomposites**

T. Santaniello, L. Migliorini, F. Borghi, Y. Yan, S. Rondinini, C. Lenardi, P. Milani

Smart Materials and Structures 27, 065004 (2018)

<https://doi.org/10.1088/1361-665X/aabc32>

**An amperometric sensor for thiocholine based on cluster-assembled zirconia modified electrodes**

A. Raileanu, C. Piazzoni, F. Borghi, L. G. Bettini, Y. Shacham-Diamand, T. Santaniello and P. Milani,  
2018, Journal of Nanoscience and Nanotechnology, 18, 1-8

<https://doi.org/10.1166/jnn.2018.15518>

**Hybrid nanocomposites based on electroactive hydrogels and cellulose nanocrystals for high-sensitivity electro-mechanical underwater actuation**

T. Santaniello\*, \*\*, L. Migliorini\*, E. Locatelli\*, I. Monaco, Y. Yan, C. Lenardi, M. Comes Franchini and P. Milani\*\*

Smart Materials & Structures, 2017, 26, 085030-40

(\*The authors equally contributed to the work)

(\*\*Corresponding authors)

[Doi: 10.1088/1361-665X/aa7cb6](https://doi.org/10.1088/1361-665X/aa7cb6)

**3D porous polyurethanes featured by different mechanical properties: characterization and interaction with skeletal muscle cells**

L. Vannozzi, L. Ricotti, T. Santaniello, T. Terencio, R. Oropesa Nunez, C. Canale, F. Borghi, A. Menciassi, C. Lenardi and I. Gerges,

Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials, 2017, 75, 147-159

[Doi: 10.1016/j.jmbbm.2017.07.018](https://doi.org/10.1016/j.jmbbm.2017.07.018)

**Electroactive ionic soft actuators with monolithically integrated gold nanocomposite electrodes**

Y. Yan\*, T. Santaniello\*, \*\*, L. G. Bettini, C. Minnai, A. Bellacicca, R. Porotti, I. Denti, G. Faraone, M. Merlini, C. Lenardi and P. Milani\*\*, 2017, Advanced Materials, 1606109-1 - 1606109-9,

(\*The authors equally contributed to the work)

(\*\*Corresponding authors)

[Doi: 10.1002/adma.201606109](https://doi.org/10.1002/adma.201606109)

**Low-voltage electrically driven homeostatic hydrogel-based actuators for underwater soft robotics**

L. Migliorini\*, T. Santaniello\*, \*\*, Y. Yan\*, C. Lenardi and P. Milani\*\*

2016, Sensors and Actuators B 228, 758

(\*The authors equally contributed to the work)

(\*\*Corresponding authors)

[Doi: 10.1016/j.snb.2016.01.110](https://doi.org/10.1016/j.snb.2016.01.110)

**On-chip single cell funneling operated by microfabricated thermo-responsive hydrogel layers**

T. Santaniello, Y. Yan, A. Tocchio, F. Martello, F. Gassa, P. Webb, W. Zhao, M. Tamplenizza, C. Schulte, Y. Liu, D. Hutt, P. Milani, P. Conway, C. Lenardi

2015, J. Micromech. Microeng, 25, 075004

(Corresponding author)

[Doi: 10.1088/0960-1317/25/7/075004](https://doi.org/10.1088/0960-1317/25/7/075004)

**A room-temperature bonding technique for the packaging of hydrogel-based hybrid microfluidic devices**

T. Santaniello\*, Y. Yan\*, A. Tocchio, F. Martello, P. Milani and C. Lenardi, 2015, Microfluid. Nanofluid., 19, 31

(\*The authors equally contributed to the work)

(Corresponding author)

[Doi: 10.1007/s10404-015-1544-x](https://doi.org/10.1007/s10404-015-1544-x)

**A methodology to analyze and simulate mechanical characteristics of poly-(2-hydroxyethyl methacrylate) hydrogel**

W. Zhao, T. Santaniello, F. Gassa, C. Lenardi, P. Webb and C. Liu

2013, Polym. Int., 62, 1059,

[Doi: 10.1002/pi.4392](https://doi.org/10.1002/pi.4392)

**Excimer laser micro-patterning of freestanding thermo-responsive hydrogel layers for cells-on-chip applications**

T. Santaniello\*\*, F. Martello, A. Tocchio, F. Gassa, P. Webb, P. Milani and C. Lenardi\*\*, 2012, J. Micromech. Microeng., 22, 105033

(\*\*Corresponding authors)

[Doi: 10.1088/0960-1317/22/10/105033](https://doi.org/10.1088/0960-1317/22/10/105033)

**CAPITOLI DI LIBRI**

**Additive nano-manufacturing of 3D printed electronics using supersonic cluster beam deposition**

T. Santaniello and P. Milani

Frontiers of Nanoscience, Volume 15, 2020, Pages 313-333

Part of volume: Cluster Beam Deposition of Functional Nanomaterials and Devices

Elsevier, Amsterdam

<https://doi.org/10.1016/B978-0-08-102515-4.00012-X>

**ATTI DI CONVEGNI**

**Myoblast proliferation in a porous polyurethane matrix: first steps towards a 3D bio-hybrid actuator**

F. Iberite, T. Santaniello, L. Vannozzi, M. Piazzoni, A. Marino, I. Gerges, C. Lenardi and L. Ricotti

GNB2018, June 25th-27nd 2018, Milan, Italy 1

**Polymeric nanofilms, self-assembled structures and 3D porous matrices: building blocks of future bio-hybrid actuators**

L. Vannozzi, L. Ricotti, T. Santaniello, I. Gerges, C. Lenardi, A. Mencias and P. Dario, MiNaB-ICT, International Workshop on "Micro-Nano-Bio-ICT Convergence", Otranto (Lecce), Italy, 11th - 13th July 2015

**Mechanical fastening to enable room temperature packaging for LOCs based on biocompatible hydrogel thin film**

W. Zhao, T. Santaniello, C. Lenardi, C. Liu and F. Wu, 14th International Conference on Electronic Materials and Packaging (EMAP), Citygate, Lantau Island, Hong Kong, 13th-16th December 2012, pp. 1-5

[DOI: 10.1109/EMAP.2012.6507899](https://doi.org/10.1109/EMAP.2012.6507899)

**A new approach towards an optimum design and manufacture of microfluidic devices based on ex situ fabricated hydrogel based thin films integration**

W. Zhao, T. Santaniello, F. Gassa, P. Webb, C. Lenardi and C. Liu, Electronic Components and Technology Conference (ECTC), San Diego, California, USA, 29th May - 1st July 2012, pp. 1997-2004

[DOI: 10.1109/ECTC.2012.6249114](https://doi.org/10.1109/ECTC.2012.6249114)

**ALTRO:**

- Guest Editor per la Special Issue "Integrated Fabrication Approaches for Soft Robotics"

Micromachines, MDPI

Impact Factor: 2.891 (2020)

- Topic editor per la rivista Polymers (MDPI, Impact Factor: 4.329 - 2020)

- **Reviewer per riviste scientifiche internazionali**, tra cui: Carbohydrate Polymers (Elsevier, IF = 4.22), RCS Advances (Royal Society of Chemistry, IF = 3.29), Journal of Nanoparticle Research (Springer, IF = 2.02), Smart Materials and Structures (IOP Science, IF = 2.77), Industrial & Engineering Chemistry Research (American Chemical Society, IF = 2.84), Applied Materials and Interfaces (American Chemical Society, IF = 7.50), Small (Wiley, IF = 8.32), Advanced Functional Materials (Wiley, IF = 12.12), Advanced Materials (Wiley, IF = 19.79), Advanced Materials (Wiley, 30.85).

Data

02/11/2021

Luogo

Milano