



Rivista di informazione del Dipartimento di Ingegneria Industriale  
Registrazione: Tribunale Civile di Trento - Numero 10 del 21 giugno 2010 del Registro Stampa  
Poste Italiane Spa - Spedizione in Abbonamento Postale - 70% GI/PV/TN Trento n. 9/2015 - contiene Inserto Redazionale



## LA RICERCA AL DII GUARDA AL FUTURO



**Editoriale**  
Dario Petri  
pag. 2



**Il Progetto di  
eccellenza del DII**  
Dario Petri  
pag. 3



**I progetti**  
pag. 4



**Testimonials**  
pag. 11



**Industrial  
Engineering Day  
14 marzo 2018**  
Stefano Rossi  
pag. 13



**I paradigmi del  
futuro**  
Intervento di  
Francesco Morace  
pag. 15

## GIORNATA DII 2018 - Prima edizione

A seguito della selezione nell'ambito dell'iniziativa dei "Dipartimenti di eccellenza" del Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca, i ricercatori del Dipartimento hanno ritenuto importante dare seguito alle riflessioni sulle attività di ricerca iniziate durante la stesura del progetto che ha permesso di ottenere questo prestigioso riconoscimento. È stato quindi deciso di dedicare un'intera giornata alla presentazione di proposte progettuali interdisciplinari in settori prioritari per l'innovazione industriale e sociale, al fine di favorire le collaborazioni scientifiche e le sinergie tra i membri del DII, ricercatori e personale tecnico.

La giornata è stata organizzata il 7 febbraio 2018 presso la sede di Trentino Sviluppo a Rovereto. Buona parte della mattina è stata dedicata all'analisi dei risultati ottenuti dal DII nella produzione scientifica, nell'acquisizione di fondi per la ricerca e nel trasferimento tecnologico. Ampio spazio è stato dato alla discussione sull'analisi dei principali punti di debolezza e sulle strategie di miglioramento. Sono quindi state presentate e discusse sette idee progettuali, finalizzate a promuovere la convergenza di diverse discipline presenti in Dipartimento e lo sviluppo di collaborazioni:

- REGENERA: Designing and Fabricating a Vertebra and Intervertebral Disc Regenerative Prosthesis, A Platform for Bone Tissue Engineering
- Nuovi materiali e strutture per l'attuazione e controllo di Robot
- Studio delle Emissioni Inquinanti da Sistemi Frenanti in Autoveicoli: Progetti in Corso e Sviluppi Futuri
- Manipolazione di Materiali Mediante Campi Elettrici o Elettromagnetici
- Stampa 3D di Materiali Inorganici o Metallici
- Flexible Sensors for Soft Robotics
- Funzioni di aggregazione e applicazioni industriali

Al termine della giornata ai partecipanti è stato chiesto di rispondere ad un questionario sull'efficacia dell'iniziativa, sull'interesse per le idee progettuali presentate e sull'opportunità di ripetere l'evento con cadenza prefissata. La quasi totalità dei partecipanti ha ritenuto interessanti e utili sia la discussione, sia le proposte emerse. Tutti ritengono opportuno ripetere l'iniziativa in modo sistematico, focalizzandola ogni volta su un diverso argomento specifico. Per la prossima edizione, la maggior parte dei membri del DII ha proposto di affrontare il tema della didattica nella sua interezza, ossia considerando i percorsi di laurea triennale, magistrale e di dottorato, come pure i rapporti con il mondo del lavoro e con le scuole medie superiori.

A seguito della giornata, come auspicato, si sono immediatamente formati dei gruppi di ricerca interdisciplinari che hanno iniziato a lavorare su alcune delle idee progettuali presentate.



Dario Petri  
Direttore del DII



Foto di gruppo della giornata del Dipartimento

## IL PROGETTO QUINQUENNALE DI SVILUPPO DEL DII NELL'AMBITO DELL'INIZIATIVA DIPARTIMENTI DI ECCELLENZA

Dario Petri



Dario Petri  
DII

L'iniziativa "Dipartimenti di eccellenza" del Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca ha l'obiettivo di individuare e finanziare, con cadenza quinquennale, i migliori 180 Dipartimenti delle Università statali in termini di qualità della ricerca prodotta e di qualità del progetto di sviluppo. Il budget annuale che è stato destinato all'iniziativa con la legge di bilancio 2017 è di 271 milioni di euro.

Le principali fasi del processo di selezione sono state:

1. definizione di una graduatoria preliminare dei migliori 350 Dipartimenti in base a un indicatore (l'ISPD) che misura le prestazioni della ricerca definito dall'Agenzia nazionale di valutazione del sistema universitario e della ricerca (ANVUR);
2. per i Dipartimenti inseriti nella graduatoria, presentazione da parte dell'Università di un progetto di sviluppo quinquennale che includa il reclutamento del personale, la premialità al personale, le infrastrutture di ricerca e le attività didattiche e scientifiche;
3. valutazione del progetto da parte di una Commissione di esperti nominata dal Ministro;
4. definizione della graduatoria finale dei 180 Dipartimenti beneficiari del finanziamento in base al valore dell'ISPD (massimo 70 punti) e alla valutazione del progetto di sviluppo (massimo 30 punti).

Tutti i dieci Dipartimenti dell'Università di Trento sono stati ammessi alla seconda fase della selezione e ben otto di questi sono stati ammessi al finanziamento ministeriale.

Dei 180 Dipartimenti selezionati, l'iniziativa del Ministero prevedeva di ammettere al finanziamento 19 Dipartimenti nell'area dell'Ingegneria Industriale e dell'Informazione. Il DII è risultato tra i primi Dipartimenti della graduatoria finale, con un valore di ISPD pari a 99,5/100 e una valutazione del progetto di sviluppo di 26/30.

Le risorse assegnate, pari a € 6.635.000 in cinque anni, permetteranno al DII di migliorare ulteriormente la qualità della ricerca, della didattica e delle dotazioni strumentali; saranno inoltre assunti quattro nuovi ricercatori in aree strategiche.

In particolare, il progetto del DII si propone di promuovere la convergenza delle conoscenze disciplinari alla base della cosiddetta quarta rivoluzione industriale, favorendo attività di ricerca e di alta formazione di tipo interdisciplinare. Sono previsti a tal fine cinque pilastri scientifici ed organizzativi:

- il progetto di ricerca interdisciplinare "Sistemi meccatronici flessibili e/o indossabili basati su materiali multifunzionali", che si propone di sviluppare una nuova classe di tecnologie indossabili basata su strutture deformabili, realizzate con materiali smart, e dotati di attuatori e sensori integrati;
- la costituzione del laboratorio Multidisciplinary INtegrated Design Laboratory (MIND\_Lab), che ha lo scopo di favorire la convergenza di varie discipline presenti nel DII al fine di sviluppare progetti ingegneristici caratterizzati dallo sviluppo completo, integrato e ottimizzato di tecnologie all'avanguardia;
- lo sviluppo della dimensione internazionale e interdisciplinare del dottorato di ricerca, mediante un ulteriore rafforzamento della rete internazionale di collaborazioni e della capacità di attrarre studenti internazionali; è prevista in particolare l'attivazione di dottorati in cotutela con partner europei di riconosciuto prestigio;
- l'incremento del capitale umano, mediante il reclutamento di una quindicina di studenti di dottorato e di quattro ricercatori nei macrosettori dell'Ingegneria dell'Automazione e dei Sistemi, dell'Ingegneria Meccanica, dell'Ingegneria Chimica e dei Materiali;
- la convergenza sul progetto di ricerca di ulteriori risorse umane, strumentali ed economiche, anche derivanti da altre fonti, come progetti di ricerca internazionali e collaborazioni con partner industriali.



## REGENERA: UNA PIATTAFORMA PER GENERARE PROTESI OSSEE FUNZIONALI OSTEOINTEGRABILI E CON CAPACITÀ RIGENERATIVE

Claudio Migliaresi



Claudio Migliaresi  
DII

**Gruppo di lavoro:** Matteo Benedetti, Matteo Brunelli, Ilaria Cristofolini, Mariolino De Cecco, Marco Fontana, Vigilio Fontanari, David Maniglio, Claudio Migliaresi, Alberto Molinari, Lorenzo Moschini, Antonella Motta, Alessandro Pegoretti, Alberto Quaranta, Vincenzo Maria Sglavo, Gian Domenico Sorarù

La sostituzione di tessuti danneggiati, e in questo caso di segmenti ossei, può avvenire con l'uso sostitutivo di una protesi o con tecniche di medicina rigenerativa che stimolano la rigenerazione del tessuto danneggiato. Studi relativamente recenti hanno dimostrato infatti che il nostro organismo è in grado di riparare anche grandi lesioni se opportunamente stimolato. In molti casi questo non è ancora possibile, come ad esempio nella chirurgia protesica dell'anca o del ginocchio, o anche in quella di segmenti vertebrali, o ancora nelle patologie di organi complessi.

Oggi vengono effettuati in Europa circa 200.000 interventi chirurgici alla colonna vertebrale per fratture, degenerazioni del disco o ernie discali con l'uso di protesi metalliche/polimeriche o con l'immobilizzazione di parti della colonna vertebrale.

Il progetto Regenera ha lo scopo di studiare la possibilità di integrare la chirurgia protesica tradizionale, che sostituisce il tessuto danneggiato con elementi protesici, con le nuove possibilità offerte dalla medicina rigenerativa, che tende invece ad indurre la rigenerazione del tessuto danneggiato, realizzando una protesi che possa soddisfare alle funzioni richieste ma allo stesso tempo stimolare la parziale riparazione del tessuto protesizzato.

Lo scopo è realizzare una piattaforma progettuale, estendibile ad altre patologie, prendendo come possibile esempio applicativo la sostituzione/rigenerazione di vertebre e dischi intervertebrali.

Oggi le soluzioni per la riparazione di segmenti danneggiati della colonna vertebrale sono prevalentemente, esclusivamente protesiche, non sempre in grado di risolvere la patologia e comunque a scapito di una riduzione della mobilità dei segmenti vertebrali.

Scopo del progetto è lo sviluppo di materiali e tecnologie complementari per riparare e indurre la rigenerazione di segmenti vertebrali e di dischi intervertebrali, combinando materiali diversi, tecnologie di produzione abilitanti, architetture progettate, fattori di crescita, stimoli meccanici e biochimici, e controllando con l'uso di sensori specifici l'evoluzione della protesi "rigenerativa" in simulatori e anche in vivo.

Il progetto richiede competenze di natura diversa, che vanno dalla modellazione meccanica e di forma, alla scelta dei materiali e delle tecnologie di trasformazione, alla validazione biologica in vitro dei materiali in condizioni per quanto possibili simulanti il comportamento della protesi una volta impiantata e capaci di prevedere lo sviluppo dinamico dell'impianto durante il processo rigenerativo. Il progetto prevede collaborazioni internazionali e anche industriali.



Sopra: Prolasso del disco intervertebrale (IMG>© Fotosearch.com).

## NUOVI MATERIALI E STRUTTURE PER L'ATTUAZIONE E CONTROLLO DI ROBOT

Marco Fontana



Marco Fontana  
DII

**Gruppo di lavoro:** Matteo Benedetti, Francesco Biral, Daniele Bortoluzzi, Mariolino De Cecco, Sandra Dirè, Luca Fambri, Marco Fontana, Vigilio Fontanari, Luca Lutterotti, David Maniglio, Lucio Pancheri, Alessandro Pegoretti, Gian Domenico Sorarù, Luca Zaccarian

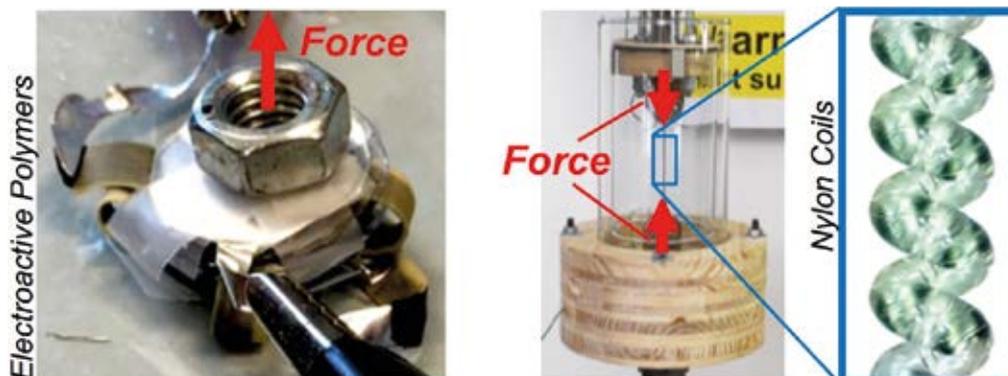
Le più recenti innovazioni nell'ambito della Robotica sono orientate allo sviluppo di macchine che operano in modo diffuso nell'ambiente, collaborano con l'uomo ed agiscono in modo autonomo in ambienti non conosciuti. Per questo, i robot più avanzati devono risultare adattabili ad ambienti nuovi e diversi, devono essere intrinsecamente robusti, ergonomici, efficienti energeticamente e sicuri nell'interazione con l'uomo. La realizzazione di un sistema robotico che presenti simultaneamente tutte o molte di queste caratteristiche non può essere raggiunta tramite l'impiego di soluzioni di progetto convenzionali, ma solo attraverso un processo di progetto radicalmente integrato della macchina in cui la struttura, i componenti e i materiali sono appositamente studiati e concepiti per assumere specifiche e molteplici funzionalità.

In questo ambito, un gruppo del DII con composizione multidisciplinare propone di sviluppare una tematica di ricerca che riguarda nuove tecnologie di attuazione e controllo di sistemi robotici che si focalizza sugli aspetti di:

- sviluppo di nuovi materiali, inclusi materiali funzionali/multifunzionali e nuovi componenti basati su questi materiali appositamente studiati per applicazioni di robotica avanzata;
- studio di nuovi concept di attuatori e/o strutture meccaniche dotati/e di componenti funzionali basati su materiali "speciali" (inclusi smart materials);
- definizione di procedure innovative per il manufacturing di questi componenti;
- realizzazione di prototipi integrati di questi sistemi o sottosistemi;
- dimostrazione in laboratorio di sottosistemi basati sui nuovi principi di attuazione e caratterizzazione delle loro prestazioni;
- studio di sistemi di controllo in grado di gestire/compensare le tipiche non-linearità meccaniche che caratterizzano questi componenti;
- progettazione e messa in opera di sistemi integrati basati sui nuovi sistemi di attuazione.

Gli ambiti applicativi considerati sono quelli dei wearable robots/exoskeletons, haptics/tactile-displays, robotica industriale avanzata e robot mobili bioispirati. Il gruppo multidisciplinare include competenze nell'area dell'ingegneria dei materiali quali produzione di materiali e di manufatti smart con filler multifunzionali, elastomeri piezoresistivi, nanocompositi polimerici elettroattivi, additive manufacturing con elastomeri termoplastici nanocaricati. Inoltre, il gruppo di lavoro comprende competenze di estrazione mecatronica quali lo studio e il progetto di sistemi elettronici, modellazione dinamica di sistemi e analisi strutturale; biomeccanica e analisi del movimento; controllo di sistemi non-lineari.

Si prevede l'inizio di una serie di brevi seminari/workshop interni al Dipartimento, propedeutici alla fase di avvio delle attività di ricerca e sviluppo, condotta attraverso collaborazioni tra diversi docenti del DII, riguardanti anche proposte di tesi di laurea magistrale.



Sopra: Electro- and Thermo-Active Structure

## STUDIO DELLE EMISSIONI INQUINANTI DA SISTEMI FRENANTI IN AUTOVEICOLI: PROGETTI IN CORSO E SVILUPPI FUTURI

Giovanni Straffelini



Giovanni Straffelini  
DII

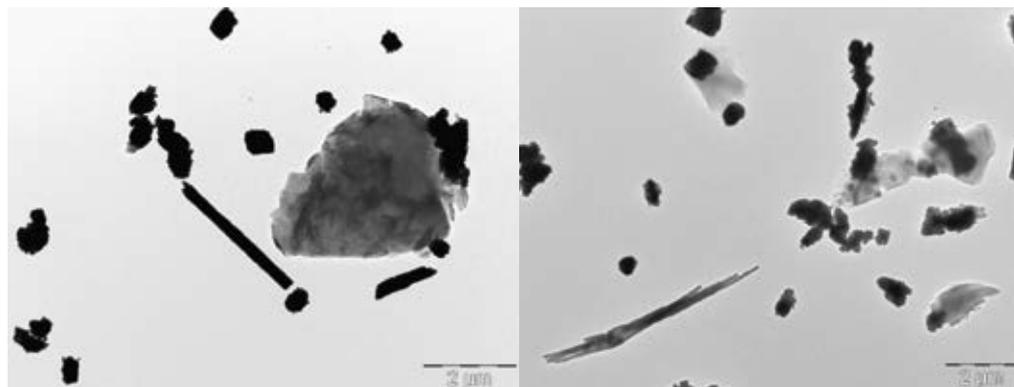
**Gruppo di lavoro:** Francesco Biral, Daniele Bortoluzzi, Andrea Dorigato, Matteo Federici, Stefano Gialanella, Gloria Ischia, Mara Leonardi, Lorena Maines, Cinzia Menapace, Giovanni Straffelini

Grazie al continuo miglioramento della qualità dei carburanti e del funzionamento dei motori, le emissioni di polveri sottili dal tubo di scappamento delle automobili sono diminuite tantissimo negli ultimi anni, tanto che oggi sono sostanzialmente comparabili a quelle dovute all'usura del sistema frenante. Dunque se si vuole raggiungere l'obiettivo UE 2020 di riduzione delle emissioni totali di polveri sottili del 47% entro il 2020 e ottenere pertanto un notevole miglioramento della qualità dell'aria che respiriamo, è necessario "attaccare" il problema da tutte le direzioni, e considerare pure il sistema disco freno-pastiglia.

Si tratta di un ambito di ricerca di ingegneria industriale ambientale, dove l'ingegneria dei materiali gioca un ruolo decisivo. In un progetto europeo appena concluso, il progetto REBRAKE, sono stati studiati i meccanismi di usura all'interfaccia disco freno-pastiglia responsabili delle emissioni in ambiente e si sono ottenute linee guida per la messa a punto di nuovi materiali per i dischi e le pastiglie freno a basso impatto ambientale. Ma si sono pure evidenziate nuove problematiche da risolvere. Nel progetto europeo LOWBRASYS (Horizon 2020), ancora in corso, il problema è affrontato in modo più ampio e applicativo; oltre allo sviluppo di materiali ancora più efficienti dal punto di vista delle emissioni di particolati, sono studiati strumenti, comportamenti e procedure affinché, guidando meglio, si possano avere meno emissioni.

Tuttavia non basta ridurre le emissioni in senso generale, è necessario pure contenere specifiche tipologie di emissioni, come le particelle di rame che si è riscontrato avere comportamenti negativi rispetto a diversi problematiche ambientali. Nel nuovo progetto ECOPADS, condotto nell'ambito EIT Raw Materials, si intende sviluppare pastiglie senza rame e a basse emissioni, un obiettivo non facile visto il ruolo positivo del rame nei processi di usura. Ma il problema ambientale del sistema disco freno-pastiglia verrà finalmente considerato in tutta la sua ampiezza, dalla culla alla tomba, come si dice, e quindi si studierà pure l'emissione di componenti gassosi e il riciclo delle pastiglie usurate, individuando e mettendo a punto dei processi adeguati e industrializzabili.

Queste nuove ricerche saranno una sfida per molti ricercatori del DII. Non bastano infatti le competenze in campo tribologico e di caratterizzazione dei materiali; servono ora competenze specifiche di chimica dei materiali, rivolte allo studio dei prodotti di degrado delle resine contenute nelle pastiglie freno, di riciclo dei materiali polimerici e inorganici contenuti nelle pastiglie, e di mecatronica, per lo studio di un veicolo virtuale capace di simulare le emissioni in specifiche condizioni di guida e quindi individuare le soluzioni più adatte per le diverse soluzioni automobilistiche.



Sopra: Polveri sottili emesse in ambiente dall'usura dei freni.

## MANIPOLAZIONE DI MATERIALI MEDIANTE CAMPI ELETTRICI O ELETTROMAGNETICI

Vincenzo Maria Sglavo

**Gruppo di lavoro:** Gian Franco Dalla Betta, Luca Lutterotti, Lucio Pancheri, Alberto Quaranta, Vincenzo Maria Sglavo, Gian Domenico Sorarù

Un settore emergente della ricerca nella scienza e ingegneria dei materiali degli ultimissimi anni è quello che riguarda l'interazione tra comportamento elettrico, chimico e meccanico alle varie temperature che sta aprendo nuove opportunità per tecnologie di processo ad elevata efficienza energetica, eco-sostenibili e a basso costo.

Tra queste, sono qui di interesse la sinterizzazione di materiali inorganici sotto l'azione di campi o correnti elettriche (flash sintering) e il rinforzo meccanico di vetri mediante processi di scambio ionico attivati da campi elettrici o microonde.

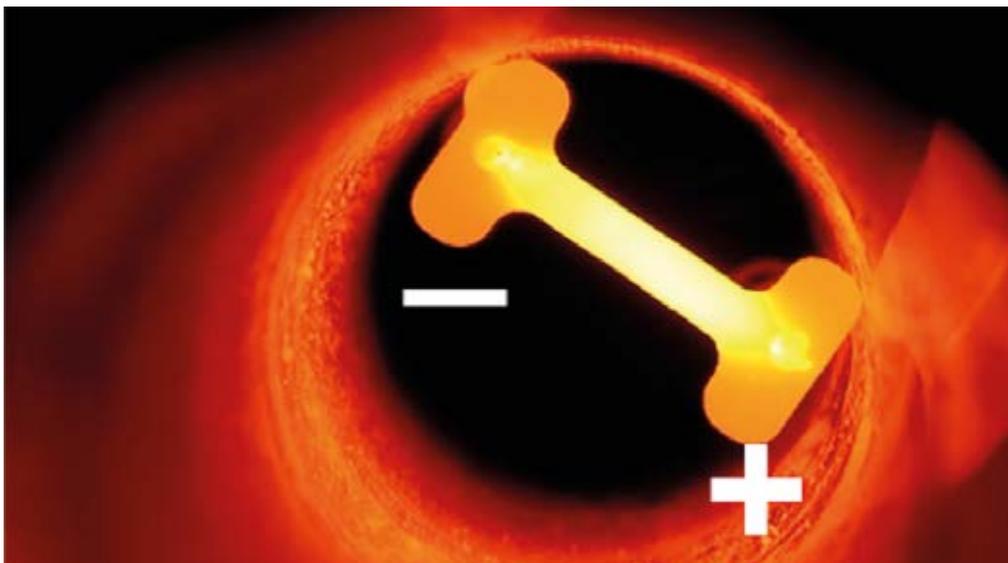
La ricerca in questi due ambiti (già attiva almeno parzialmente presso il DII) è a tutt'oggi ancora limitata alla fenomenologia dei processi, mentre quasi totalmente ignoti sono i meccanismi fisico-chimici alla base dei fenomeni osservati.

L'obiettivo del progetto di ricerca è (i) identificare, capire e controllare i meccanismi fondamentali alla base dei fenomeni del flash sintering e del rinforzo meccanico mediante scambio ionico di vetri sotto l'azione di campi elettrici o microonde, (ii) mettere a punto tecnologie di processo da poter implementare a livello industriale.

L'ambito di indagine è assolutamente interdisciplinare dovendo contemplare competenze specifiche riguardanti la struttura più intima dei materiali cristallini e amorfi (dai difetti puntuali ai bordi grano, dalla grana cristallina alla superficie) e la sua evoluzione con la temperatura, l'interazione della materia con campi e correnti elettriche o microonde e i fenomeni elettro-ottici ad essa correlati, il controllo del comportamento elettrico in sistemi instabili, lo sviluppo di tecnologie e processi implementabili a livello industriale.



Vincenzo Maria Sglavo  
DII



Sopra: Campione di zirconia sottoposto a "flash sintering"

## STAMPA 3D DI MATERIALI INORGANICI, METALLICI E COMPOSITI

Vincenzo Maria Sglavo

**Gruppo di lavoro:** Paolo Bosetti, Sandra Dirè, Alberto Molinari, Vincenzo Maria Sglavo, Gian Domenico Sorarù, Luca Zaccarian

Tra le varie tecnologie emergenti nell'ambito dell'additive manufacturing, di particolare interesse è quella denominata ALM (Additive Layer Manufacturing), MJP (MultiJet Printing process) o P-3DP (Powder-Based 3D Printing). La produzione del componente avviene grazie a una testa di stampa a getto (ovvero una serie di piccoli ugelli) che deposita gocce di un legante liquido su un letto di polvere precedentemente steso; procedendo per strati successivi si realizza l'oggetto che va separato dalla polvere non legata e che, se necessario, è successivamente trattato termicamente per il consolidamento.

I vantaggi di questa tecnologia rispetto ad altri processi di stampa 3D sono molteplici e fra questi i costi molto limitati, l'elevata produttività, la versatilità in termini di dimensioni e risoluzione, la possibilità di produrre geometrie complesse con facilità e di utilizzare materiali molto diversi con la stessa macchina. L'idea nasce dal fatto che in Dipartimento è a disposizione un prototipo di macchina di stampa di questo genere, facilmente modificabile e implementabile secondo le necessità.

Nonostante il forte interesse industriale e l'intensa attività di ricerca svolta negli ultimi anni, numerosi sono ancora i problemi da risolvere per arrivare alla realizzazione di componenti "industriali" mediante la tecnologia in questione, soprattutto in relazione alla porosità residua dei materiali prodotti e alla scelta ottimale della combinazione tra polvere e liquido legante in funzione del sistema di spruzzo utilizzato e della produttività richiesta, alle metodologie di consolidamento eventualmente necessarie post-stampa.

L'obiettivo del progetto di ricerca è quello di mettere a punto metodologie per la realizzazione di componenti in materiale inorganico e metallico tali da essere implementate a livello industriale. Per questo gli aspetti oggetto della ricerca sono molteplici: dalla selezione dei materiali costituenti la "polvere" e il "liquido-legante" da spruzzare, al formato più conveniente per la polvere e al fenomeno "legante" che si innesca tra liquido e polvere, dal controllo dei parametri di processo (pressione, viscosità del liquido, velocità di movimento della testa di stampa, tempo, temperatura ecc.), al controllo meccanico ed elettronico della macchina, dalla definizione di forme e geometrie, all'implementazione di programmi informatici capaci di interfacciarsi con la macchina, dalla definizione di protocolli di consolidamento, alla caratterizzazione finale del materiale. È quindi richiesto un approccio multidisciplinare coordinato tra ricercatori di diversa estrazione.



Sopra: Componenti a base di granulato in vetro e cemento magnesiaco realizzati mediante stampa 3D.



Vincenzo Maria Sglavo  
DII

## SENSORI FLESSIBILI PER LA SOFT ROBOTICS

Alberto Quaranta

**Gruppo di lavoro:** Davide Brunelli, Matteo Brunelli, Riccardo Ceccato, Gian Franco Dalla Betta, Flavio Deflorian, Sandra Dirè, Michele Fedel, David Maniglio, Alessandro Pegoretti, Lucio Pancheri, Alberto Quaranta, Vincenzo Maria Sglavo, Gian Domenico Sorarù

L'incontro del 7 febbraio è stato per il DII un'occasione preziosa di confronto sulle attività di ricerca e sulle competenze dei suoi componenti, con lo scopo di trovare un terreno comune di lavoro e rafforzare i rapporti di interdisciplinarietà. Infatti questo Dipartimento vanta una gamma di competenze che non ha eguali sul territorio nazionale, raccogliendo sia le discipline di base della fisica e chimica dei materiali, che quelle inerenti l'ingegneria dei materiali e la meccatronica, quest'ultima comprensiva dell'elettronica, sia analogica che digitale, e dell'analisi dei segnali.

Uno degli argomenti che sono stati discussi in occasione di questo incontro, e che ha trovato un vasto terreno di intesa, è stato quello relativo ai sensori flessibili per la soft robotics. La soft robotics ha come scopo lo sviluppo di sistemi robotici costituiti da strutture soffici. Questi sistemi potrebbero interagire con persone con problemi di salute, eseguire operazioni chirurgiche o compiere operazioni di alta precisione adattandosi ad ambienti angusti e pericolosi evitando l'uso di personale umano. Nella soft robotics uno degli aspetti fondamentali è la necessità di dotare i robot di sensori idonei a riconoscere gli oggetti e la loro forma mediante un processo tattile, a percepire parametri ambientali come temperatura o umidità e anche a monitorare l'ambiente individuando eventuali agenti dannosi all'uomo, come elementi chimici pericolosi o radiazioni. Questi sensori devono essere integrabili nelle parti soffici del robot, che tipicamente sono basate su materiali polimerici flessibili.

All'interno del DII si trovano tutte le competenze necessarie a innescare una filiera di attività di ricerca per la realizzazione di sensori avanzati integrabili in strutture soffici. In particolare esistono le competenze per la sintesi di materiali nanostrutturati organici e inorganici utili a realizzare le parti sensibili dei sensori, per la realizzazione dei sistemi elettronici e meccanici di controllo e per l'analisi comparata dei segnali prodotti dai sensori stessi.

Uno degli argomenti di punta in questo settore sono i sensori ottici per la soft robotics. I sensori ottici sono basati sulla rilevazione di segnali ottici la cui intensità viene influenzata dagli agenti esterni da misurare. Questo tipo di sensori permetterebbe di rivelare i segnali in remoto, senza cioè il bisogno di porre dei dispositivi elettronici direttamente in contatto con le parti soffici. Questa possibilità permetterebbe di evitare interferenze dovute a campi elettrici e ovvierebbe ad uno dei maggiori problemi dei soft systems. Infatti una delle difficoltà tecnologiche è l'integrazione dei sistemi elettronici di controllo nella parte soffice, tipicamente soggetti a distacco o danneggiamento sul medio-lungo termine.

L'intesa trovata all'interno del DII su questi argomenti permetterà nel prossimo futuro di realizzare dei gruppi di lavoro, con un ulteriore incremento del livello di collaborazione interdisciplinare, che è una delle missioni dichiarate nel documento di costituzione del Dipartimento. Questa attività si inquadra insieme alle altre nel progetto per il quale il DII si è guadagnato il finanziamento come Dipartimento di Eccellenza nell'area dell'Ingegneria Industriale.



Alberto Quaranta  
DII

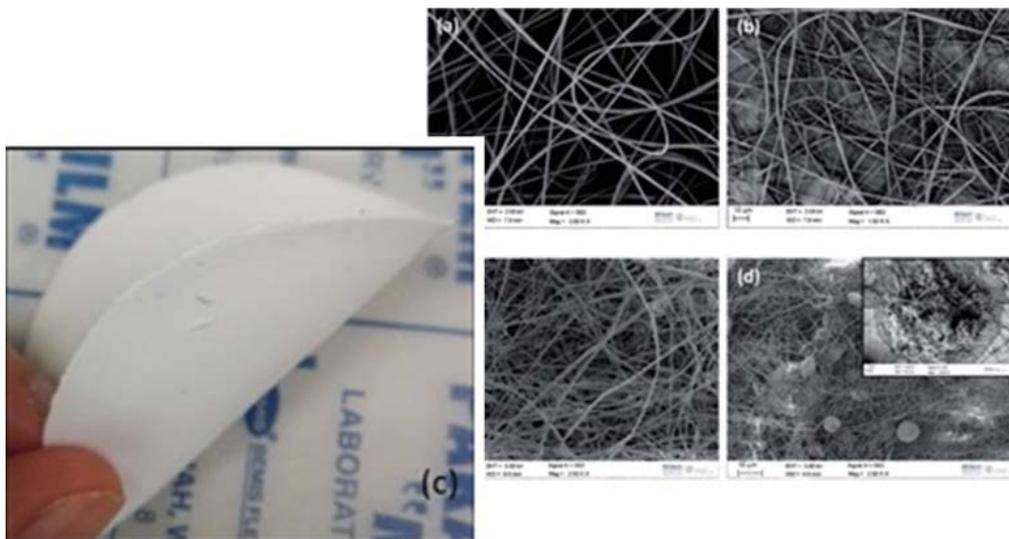


Figura c: esempio di sensore di neutroni flessibile sviluppato in collaborazione con i Laboratori Nazionali di Legnaro dell'INFN (S. Carturan et al., lavoro sottomesso a Sensors and Actuators A, 2018).

Figura a, b, d: esempio di microstruttura di un sistema di fibre polimeriche prodotte per elettrospinning per la fabbricazione di sensori flessibili di pressione (C. Merlini et al., RSC Advances, 2014).

## FUNZIONI DI AGGREGAZIONE E APPLICAZIONI INDUSTRIALI

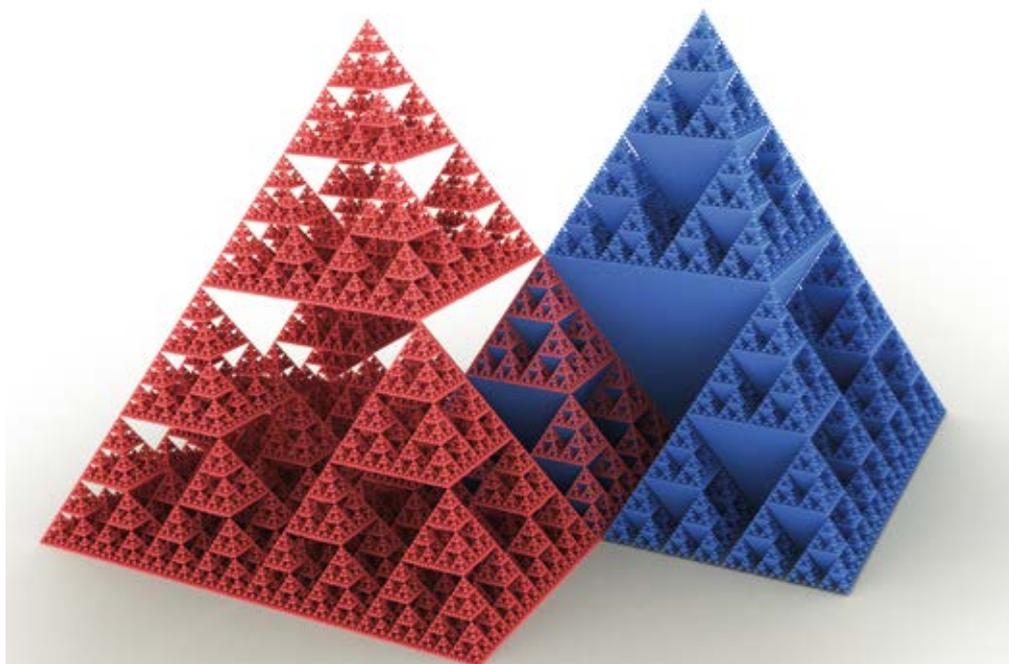
Michele Fedrizzi

**Gruppo di lavoro:** Matteo Brunelli, Michele Fedrizzi, Luisa Mich, Alberto Molinari, Alessandro Zorat.

Il gruppo di Ricerca Operativa ha incentrato la propria proposta sulle varie possibilità di collaborazione che possono svilupparsi attorno al tema delle funzioni di aggregazione. In numerose ricerche e applicazioni in campo ingegneristico si presenta infatti il problema di aggregare in modo adeguato ed efficace un insieme di dati. Si pensi, ad esempio ai dati forniti da un insieme di diversi sensori. La ricerca operativa offre una varietà articolata di alternative per affrontare in modo rigoroso il problema di una aggregazione efficiente e mirata dei dati disponibili. La flessibilità offerta da vari modelli matematici consente di soddisfare le diverse proprietà richieste nelle singole applicazioni. Può essere importante, ad esempio, bilanciare in modo opportuno i pesi da assegnare ai valori più elevati (o, viceversa, più bassi) rilevati in un certo esperimento. Operatori di tipo OWA (Ordered Weighted Averaging) forniscono uno strumento molto efficace nel caso sia richiesto questo tipo di flessibilità nell'aggregazione. Questa caratteristica degli OWA è assicurata dai parametri che definiscono tale famiglia di operatori e che consentono di includere numerosi noti operatori di aggregazione quali la media aritmetica semplice, il minimo ed il massimo. Un altro operatore, chiamato integrale di Choquet, invece, consente di assegnare (nell'aggregazione) dei pesi diversi anche a sottoinsiemi di dati, in modo da valutare anche possibili sinergie e interazioni. Ciò estende ulteriormente le possibilità di aggregare i dati disponibili in modo mirato ad una specifica applicazione.



Michele Fedrizzi  
DII



Sopra: Aggregazione.

## GABRIELE MINOTTO

**Laurea Magistrale in:** Ingegneria Meccatronica nel 2017.

**Titolo della tesi:** Navigazione autonoma di una carrozzina robotica a guida differenziale.

Gabriele dopo aver conseguito la Laurea ha trovato lavoro presso GKN Driveline Brunico, nell'Engineering product stream AWeDrive, facendo parte del programma EGLP (European Graduate Leadership Program).



### Come sei arrivato alla presente posizione?

Mediante un apprendimento accademico teorico più volte applicato al caso pratico nell'ambito dell'ingegneria meccanica e della robotica.

### Quanto ti è stata utile la Laurea in Ingegneria?

Le competenze teoriche nell'ambito della progettazione meccanica, delle tecnologie di lavorazione e della costruzione di macchine si sono rilevate fondamentali per il mio attuale lavoro. L'approccio pratico impartitomi nei due tirocini legati alle tesi di Laurea Triennale nel Laboratorio di Macchine (DICAM) e di Laurea Magistrale nel Laboratorio di Meccatronica MiRo Lab (DII) è stato vitale per quanto concerne l'attitudine al problem solving, oltre allo sviluppo di un'autonomia lavorativa sempre parallela al lavoro in team, fattori di primaria importanza nel mondo del lavoro.

### Consigliaresti una esperienza simile alla tua?

Assolutamente sì. Una tesi di laurea di tipologia sperimentale come quella da me svolta nel MiRo Lab, che unisce la teoria alla pratica e alla sperimentazione, ritengo sia uno dei fattori preponderanti che mi hanno permesso di ricevere più offerte di lavoro dopo solo due mesi dal conseguimento del titolo, in GKN immediatamente in una buona posizione nel campo dell'Engineering R&D.

### Quali sono gli aspetti positivi dell'Ateneo di Trento e del Dipartimento di Ingegneria Industriale?

L'Ateneo di Trento offre la possibilità di intraprendere percorsi innovativi, rivolti alle attuali necessità del mercato e del lavoro. Le dimensioni medio-piccole delle classi permettono a tutti gli studenti di intraprendere percorsi di formazione anche pratica per mezzo di tirocini o stage, sia interni al Dipartimento sia in aziende presenti nel territorio. Questo è un fattore fondamentale per una crescita completa dello studente adatta al futuro ingresso nel mondo del lavoro.

## CATERINA ZANELLA

**Laurea in:** Ingegneria dei Materiali nel 2006

**Dottorato in:** Ingegneria dei Materiali

**Titolo della tesi:** Ottimizzazione dei parametri di processo nell'elettrodeposizione di rivestimenti di nichel: corrente pulsata e codeposizione di nano e micro particelle di SiC

Caterina Zanella lavora attualmente come Professore Associato alla School of Engineering, Jönköping University in Svezia, dove coordina il gruppo di ricerca in Surface technology.



**Caterina, come sei arrivata alla presente posizione professionale?** È stato un lungo percorso iniziato con il dottorato, passando per 5 anni di assegni di ricerca, prima a Trento e poi in Svezia grazie ad una borsa per la mobilità dei ricercatori in Europa, con il supporto delle azioni Marie Skłodowska-Curie. Con la tesi di dottorato mi sono specializzata in rivestimenti compositi e durante gli anni seguenti ho ampliato le mie competenze nell'area della corrosione e dei rivestimenti collaborando a diversi progetti insieme al gruppo di ricerca del prof. Deflorian a Trento. Spostarmi in Svezia è stata una bella avventura, sia a livello lavorativo che personale. Ho imparato a lavorare con un gruppo di ricerca internazionale e ho avuto la possibilità di approfondire e completare le mie competenze in questo campo.

### Quanto ti è stata utile la Laurea in Ingegneria dei Materiali?

Mi è stata utilissima, ovviamente, visto che continuo a fare ricerca sui materiali e i loro processi produttivi. Quando si lavora nel campo delle superfici si lavora con materiali diversi e con applicazioni molto diverse ed è importantissimo avere delle conoscenze ampie sia sui materiali che sui processi e sulla caratterizzazione, come quelle che la Laurea in Ingegneria dei Materiali mi ha dato.

**Consigliaresti un'esperienza simile alla tua?** Certamente, sia a livello di Università che di ricerca! Il mio percorso mi ha fornito conoscenza di base molto solide e strumenti per specializzarmi in un campo specifico. Durante il mio percorso ho avuto la possibilità di entrare in contatto con molte aziende e di vedere messi a frutto i risultati del nostro lavoro. Peraltro lavorare nel mondo della ricerca applicata permette di affrontare in continuo nuove sfide e di entrare in contatto e collaborare con gruppi diversi, sia aziende che gruppi di ricerca.

**Quali sono gli aspetti positivi dell'ateneo di Trento e del Dipartimento di Ingegneria Industriale?** Trento è un ateneo di giusta misura, né troppo piccolo, né troppo grande, dove gli studenti sentono di contare. Soprattutto nel Dipartimento di Ingegneria industriale ho trovato docenti preparati e disponibili a supportare il percorso e le ambizioni degli studenti. Il Dipartimento ha a disposizione dei laboratori attrezzati e del personale molto preparato ed ha buone collaborazioni a livello internazionale. Un'altra caratteristica è il diretto rapporto con le aziende, inoltre anche agli studenti è spesso offerta la possibilità di collaborare in progetti di ricerca applicata.



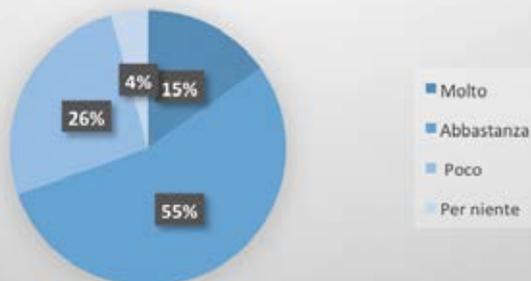
Alcuni momenti della giornata della Career Fair



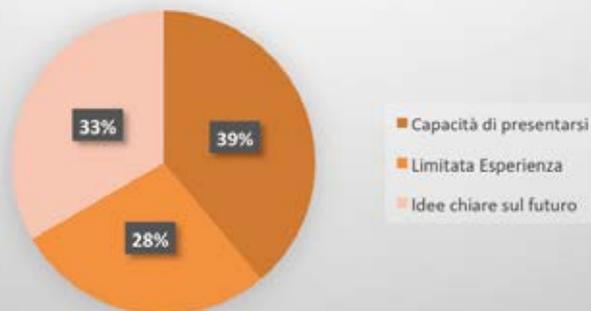
## LA PAROLA AGLI STUDENTI

Abbiamo sottoposto ai nostri studenti un questionario sull'evento, le valutazioni sono globalmente di apprezzamento dell'iniziativa. Viene sottolineato soprattutto come la giornata abbia costituito un'utile opportunità per conoscere e confrontarsi con realtà lavorative esterne all'università. È tuttavia interessante notare come diversi studenti attribuiscono un ruolo importante al fattore "anno di corso cui sono iscritti" nel giudicare utile o meno la loro partecipazione alla Career fair. In particolare, la maggior parte degli studenti che hanno manifestato delle perplessità sull'iniziativa, ritengono che solo gli studenti prossimi alla laurea, o frequentanti il corso di laurea magistrale, ne possano trarre beneficio. L'essere studenti dei primi anni del corso di laurea viene visto come un fattore di inadeguatezza nei confronti della partecipazione all'evento. Per altri invece si è trattato di un'opportunità importante per conoscere il mondo lavorativo, anche a inizio carriera, mentre gli aspetti del colloquio ritenuti più problematici sono l'incertezza, il senso di inadeguatezza, la mancanza di esperienza.

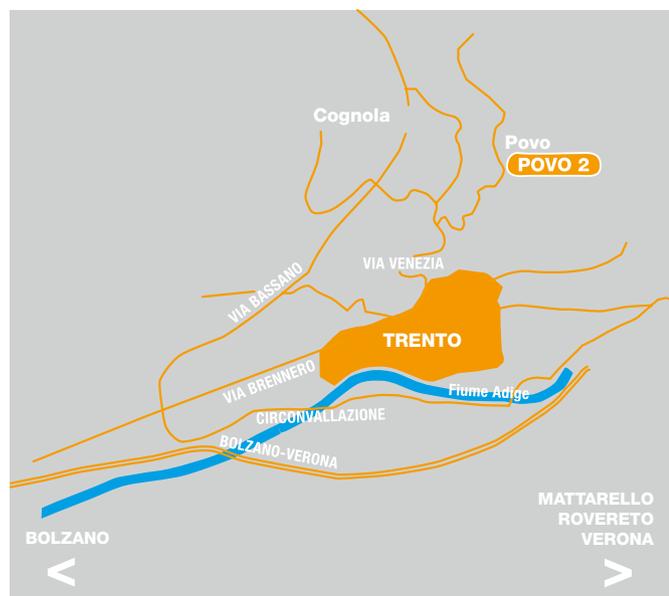
**Durante il colloquio, ti sei sentito preparato a rispondere alle aspettative delle aziende?**



**Quale aspetto del colloquio è stato più critico?**







## DII - DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA INDUSTRIALE

Via Sommarive, 9 - edificio "Polo scientifico tecnologico Fabio Ferrari"

38123 Povo, Trento

<http://www.unitn.it/dii>

### DIRETTORE

Dario Petri

### SEGRETERIA

tel. +0461 282500, fax +0461 281977

e-mail: [dii.supportstaff@unitn.it](mailto:dii.supportstaff@unitn.it)

### DII NEWS

Rivista di informazione del Dipartimento di Ingegneria Industriale

### DIRETTORE RESPONSABILE

Giovanni Straffolini

### REDAZIONE

Antonella Motta, Gian Franco Dalla Betta, Mariolino De Cecco, Michele Fedrizzi

### SEGRETERIA DI REDAZIONE

Michela Monselesan

### Progetto grafico

Divisione Comunicazione ed Eventi, Università di Trento

### Foto

Luca Benedetti, Fototonina.com, Fotolia.com e altri

### Stampa

Litotipografia Alcione, via G. Galilei, 47 - 38015 Lavis (TN)

### Registrazione

Tribunale Civile di Trento - Numero 10 del 21 giugno 2010 del Registro Stampa

## CHIEDI IL TUO DII NEWS

Se vuoi ricevere gratuitamente il periodico in formato cartaceo (o la newsletter per quello in formato elettronico), inviaci una mail di richiesta all'indirizzo [dii.supportstaff@unitn.it](mailto:dii.supportstaff@unitn.it) comunicandoci: nominativo, via, città, cap, e-mail e autorizzando l'Università di Trento al trattamento dei dati personali secondo l'ex art. 13 D. Lgs. 196/2003.

Il Dipartimento di Ingegneria Industriale dell'Università di Trento (DII) si occupa prevalentemente di tecnologie avanzate nei settori dell'ingegneria dei materiali, meccanica intelligente, elettronica per l'industria e di ricerca operativa. L'obiettivo che lo anima è quello di qualificarsi a livello dei migliori standard internazionali nelle attività di ricerca, formazione e innovazione.

La missione del Dipartimento è di creare, sviluppare e trasferire conoscenze e tecnologie al mondo industriale, per il progresso sociale ed economico a livello locale, nazionale e internazionale. Tale missione si sviluppa tramite una stretta rete di collaborazioni e progetti di ricerca con un approccio strettamente multidisciplinare.

Molti progetti di ricerca sono condotti in collaborazione con istituzioni universitarie, enti di ricerca internazionali e nazionali, e in collaborazione con partner industriali.



## EVENTI 2018

- **COMPREHENSIVE SUMMER SCHOOL ON TISSUE ENGINEERING - FROM BIOLOGY TO MATERIALS AND PRODUCTS VALIDATION**  
18 - 23 giugno 2018  
[www.unitn.it/evento/cte-summer-school](http://www.unitn.it/evento/cte-summer-school)
- **NDRA 2018 - SUMMER SCHOOL ON NEUTRON DETECTORS**  
2 - 5 luglio 2018  
[www.unitn.it/evento/ndra2018-summer-school](http://www.unitn.it/evento/ndra2018-summer-school)
- **TOP STARS 2018**  
16-26 luglio 2018  
[www.unitn.it/evento/top-stars2018](http://www.unitn.it/evento/top-stars2018)
- **2<sup>TH</sup> WORKSHOP "MATERIALS CHARACTERISATION BY THE COMBINED ANALYSIS"**  
3 - 7 settembre 2018