

**Proposta di  
Piano strategico di Ateneo**

**Virtual modeling and  
additive manufacturing (3D printing) for  
advanced materials**

**Modellazione virtuale e prototipazione rapida  
additiva (stampa 3D) per materiali avanzati**

**Available website:**

(constantly updated)

**[http://www.unipv.it/compmech/PSA\\_additive.html](http://www.unipv.it/compmech/PSA_additive.html)**

## Alcuni dati sul progetto

- Adesione di un totale di **53 docenti** UniPV afferenti a **13 diversi Dipartimenti** e di **2** unità di personale del Policlinico San Matteo, nonché della manifestazione di interesse ó a livello lombardo ó di altre **2 Università, 2 centri di ricerca, 2 IRCCS**.
- Adesione di **6 laboratori** UniPV e di uno spin-off accademico.
- Collaborazioni già attive con il coinvolgimento di **38 colleghi** afferenti a **5 Dipartimenti** UniPV, a cui si aggiungono collaborazioni già attive a livello italiano con almeno **3 Università, 2 centri di ricerca, 1 IRCCS, 12 partner industriali** e collaborazioni già attive a livello internazionale con almeno **4 Università, 1 centro di ricerca, 1 ospedale**.
- Manifestazioni di interesse per collaborazioni realisticamente attivabili a **livello italiano** da parte di ulteriori **3 Università, 6 aziende, 2 spin-off** e manifestazioni di interesse a **livello straniero** da parte di ulteriori **3 Università**.
- Partecipazione attiva ad un **cluster a livello europeo** (progetto "Vanguard Initiative New Growth through Smart Specialisation") ed ad un **cluster a livello regionale lombardo** (Associazione Fabbrica Intelligente Lombardia, [www.afil.it](http://www.afil.it)) con aggregazione di aziende e centri di ricerca sul tema "High Performance Production with 3D Printing".
- Coordinamento con **Università di Brescia** in merito a congiunte direzioni strategiche ed attivazione di laboratori, progetti, strategie comuni.
- Coordinamento con **Confindustria Pavia** e con **Assolombarda** per la condivisione e lo sviluppo congiunto di linee strategiche di politiche per il territorio.

## **Indice**

<b>1. Enunciazione e sintetica descrizione del tema .....</b>	<b>4</b>
<b>2. Eventuale articolazione del tema in sotto-temi .....</b>	<b>4</b>
<b>3. Personale docente (e, se opportuno, non docente) che potrebbe essere dedicato al tema, almeno per una parte significativa del suo impegno .....</b>	<b>5</b>
3.1 Componente inter-dipartimentale .....	5
3.2 Componente extra-ateneo .....	6
<b>4. Principali risorse già presenti e che potrebbero essere utilizzate .....</b>	<b>8</b>
<b>5. Collaborazioni già in essere sul tema, o su temi che richiedono competenze simili, sia all'interno, sia all'esterno dell'Università di Pavia.....</b>	<b>10</b>
5.1 Componente inter-dipartimentale .....	10
5.2 Componente extra-ateneo .....	11
5.3 Componente aziendale.....	13
<b>6. Collaborazioni realisticamente attivabili sul tema sia all'interno, sia all'esterno dell'Università di Pavia .....</b>	<b>17</b>
6.1 Componente inter-dipartimentale .....	17
6.2 Componente extra-ateneo .....	20
6.3 Componente aziendale.....	211
<b>7. Giudizio di sintesi .....</b>	<b>23</b>
7.1 Innovatività .....	23
7.2 Unicità / Distintività .....	23
7.3 Competitività.....	24

Allegato I: Lettere di interesse aziendali e materiale integrativo

Allegato II: Piani istituzionali per il territorio

Allegato III: Attività didattica

Allegato IV: Moduli di adesione

## 1. Enunciazione e sintetica descrizione del tema (max 500 caratteri)

L'idea strategica mira alla creazione di un centro di riferimento, a livello nazionale ed internazionale, per lo **studio della prototipazione rapida additiva**, che risponda alla crescente domanda proveniente da **vari campi applicativi** del mondo industriale e medicale. La prototipazione rapida, e soprattutto la stampa 3D, è una tecnologia emergente, per la quale vi è ancora molto da investigare, in termini di materiali utilizzabili, modellizzazione teorica e virtuale, potenzialità applicative, impatto sui livelli di competitività delle imprese e dei loro modelli di business.

## 2. Eventuale articolazione del tema in sotto-temi (max 500 caratteri)

La prototipazione rapida additiva è trasversale a molti settori ed apre le porte a linee di ricerca ed applicazioni nuove e trasversali, in ambiti **ingegneristico-industriale-architettonico** (materiali, prototipazione, componenti per l'edilizia), **matematico** (modellazione e simulazione numerica), **chimico-farmaceutico** (sistemi biocompatibili e a rilascio di farmaci), **medicale** (modelli e protesi patient-specific), **socio-economico** (formazione e diffusione della tecnologia, sostenibilità, modelli di business), **umanistico** (cinematografia e storia dell'arte).

### **3. Personale docente (e, se opportuno, non docente) che potrebbe essere dedicato al tema, almeno per una parte significativa del suo impegno** (indicare i nominativi e i Dipartimenti di appartenenza delle persone che abbiano offerto la loro disponibilità)

Si sono qui riportati solo le componenti di UniPV e quella a livello pavese/lombardo con le quali si sta già lavorando ai temi del progetto.

Il personale coinvolto può essere suddiviso in componente inter-dipartimentale ed extra-ateneo. La componente inter-dipartimentale qui citata, ha formalizzato la sua adesione al piano strategico tramite apposito modulo di adesione (vedi Allegato IV).

A livello inter-dipartimentale il progetto raccoglie **53 adesioni**, di cui **51** relative a docenti appartenenti a **13 dipartimenti** e **2** relative a personale del Policlinico San Matteo, operanti in stretta collaborazione con l'Università.

A livello extra-ateneo lombardo il progetto raccoglie la manifestazione di interesse di altre **2 Università**, **2 centri di ricerca**, **2 IRCCS**.

#### **3.1 Componente inter-dipartimentale**

##### **Personale UniPy**

- **Dipartimento di Ingegneria Civile ed Architettura:**

Ferdinando Auricchio, Alessandro Reali, Michele Conti, Carlo Berizzi, Daniela Besana, Carlo Cinquini, Guido Giuliani

- **Dipartimento di Matematica:**

Elena Bonetti, Carlo Lovadina, Pierluigi Colli, Matteo Negri, Piero Colli Franzone, Luisa Donatella Marini, Giancarlo Sangalli, Maria Giovanna Mora, Daniele Boffi

- **Dipartimento di Ingegneria Industriale e dell'Informazione:**

Paolo Arcioni, Simone Morganti, Giancarlo Reali, Antonio Agnesi, Federico Pirzio, Claudio Cusano, Giovanni Danese, Gian Mario Bertolotti, Roberto Gandolfi, Maurizio Bozzi, Luca Perregrini, Giancarlo Ferrari Trecate, Marco Pasian, Francesco Leporati, Micaela Schmid

- **Dipartimento di Chimica:**

Umberto Tamburini Anselmi, Giorgio Spinolo, Dario Pasini, Piercarlo Mustarelli, Maurizio Fagnoni

- **Dipartimento di Scienze del Farmaco:**

Bice Conti, Ida Genta, Rossella Dorati

- **Dipartimento di Fisica:**

Massimo Bertocchi

- **Dipartimento di Scienze Economiche e Aziendali:**

Antonella Zucchella, Stefano Denicolai, Giorgio Rampa

- **Dipartimento di Studi Umanistici:**  
Lorenzo Magnani
- **Dipartimento di Musicologia e Beni Culturali:**  
Francesco Frangi, Elena Mosconi
- **Dipartimento di Scienze Clinico Chirurgiche, Diagnostiche e Pediatriche:**  
Paolo Dionigi, Marco Benazzo, Pietro Canzi, Cinzia Ferrari
- **Dipartimento di Medicina Molecolare:**  
Livia Visai
- **Dipartimento di sanità pubblica, medicina sperimentale e forense:**  
Marcello Imbriani
- **Dipartimento di Scienze della Terra e dell' Ambiente:**  
Maria Pia Riccardi, Gisella Rebay

#### **Collaboratori UniPv**

- **IRCCS Policlinico San Matteo - Cardiologia:**  
Alessandro Mazzola, Pasquale Totaro

### **3.2 Componente extra-ateneo**

#### **Università**

- **Politecnico di Milano ó Dip. di Chimica, Materiali ed Ingegneria Chimica óG. Nattaö:**  
Riccardo Pietrabissa
- **Università degli Studi di Brescia ó Dip. Ingegneria Meccanica ed Industriale:**  
Elisabetta Ceretti

#### **Centri di ricerca**

- **CNR-IMATI, Pavia-Milano:**  
Annalisa Buffa, Ettore Lanzarone
- **CNR-ITIA, Milano:**  
Giacomo Copani, Irene Fassi

#### **Ospedali**

- **Università degli studi di Milano ó Policlinico San Donato:**

Santi Trimarchi, Vincenzo Rampoldi (Chirurgia vascolare), Carlo De Vincentis (Cardio-chirurgia), Francesco Sardanelli (Radiologia)

- **Istituto Clinico Humanitas - Cardiologia:**

Gianluigi Condorelli

#### 4. Principali risorse già presenti e che potrebbero essere utilizzate (es.: strumentazioni, laboratori, biblioteche,í )

Le attività legate al progetto proposto potranno essere supportate dai laboratori già attivi a livello inter-dipartimentale. Verranno messi a disposizione 5 laboratori interni al Dipartimento di Ingegneria Civile ed Architettura (Proto-Lab, Mate-Lab, -lab, Nume-Lab, AML-Lab), le competenze dello spin-off Fast4ward e la strumentazione del laboratorio Arvedi.

##### **Proto-Lab**

Il centro di prototipazione potrà sfruttare le risorse già attive presso il Dipartimento di Ingegneria Civile ed Architettura (DICAr), dove è attivo da più di un anno il laboratorio **Proto-Lab** (<http://www.unipv.it/compmech/proto-lab.html>), dedicato alla prototipazione rapida tramite stampa 3D.

Il laboratorio è dotato di una stampante professionale ad altissima risoluzione, la **Objet 30Pro** della casa Objet-Stratasys, in grado di stampare 7 materiali differenti, tra cui un materiale trasparente, ad una risoluzione massima di 16  $\mu$ m. E' presente, inoltre, una stampante basata su tecnologia FDM (Fused Deposition Modeling), la **Leapfrog** della casa Creatr, caratterizzata da minore risoluzione di stampa, ma da grande versatilità in termini di materiali.

Grazie alla grande versatilità applicativa, il laboratorio produce attualmente prototipi destinati a **diversi settori disciplinari**: la prototipazione spazia dalla stampa 3D di modelli *patient-specific* per la pianificazione pre-operatoria, ai prototipi di nuovi dispositivi o strumentazione (in campo chimico, microfluidico, dentale) alla realizzazione di prototipi di elementi strutturali, fino alla produzione di strumentazione di laboratorio a supporto dell'attività di ricerca.

E', inoltre, attualmente in corso anche un'attività di prototipazione **conto terzi**, a sostegno dell'ampio ventaglio di applicazione della stampa 3D: sempre con il mondo aziendale sono attive anche collaborazioni, come esempio con l'azienda INK (<http://www.inkproject.it>), per la valutazione dell'integrazione della stampa 3D nel processo produttivo di prodotti altamente personalizzati.

##### **Mate-Lab**

Al DICAr è anche attivo il **Mate-Lab** (<http://www.unipv.it/compmech/mate-lab.html>) un laboratorio dedicato ai test meccanici su una grande varietà di materiali come tessuti biologici, materiali bio-artificiali, leghe a memoria di forma.

Il laboratorio è dotato di un avanzato sistema di test di trazione e compressione, **MTS Insight System 10 kN**, in grado di caratterizzare con precisione la risposta meccanica dei materiali. Questo strumento riveste grande importanza all'interno di un filone di ricerca sullo sviluppo di materiali avanzati con specifiche proprietà meccaniche.

##### **-lab**

Sempre al DICAr è attivo da alcuni anni il laboratorio **-lab** (<http://www.unipv.it/compmech/beta-lab.html>).

Il laboratorio è dotato di un simulatore cardiaco che permette di riprodurre in vitro le condizioni fluidodinamiche proprie della circolazione sistemica. Questa piattaforma è utilizzata sia per lo

studio di particolari condizioni patologiche vascolari, sia per la simulazione di apposizione di protesi. La presenza di questo laboratorio è di grande importanza strategica nel campo della prototipazione biomedica, soprattutto per la validazione di protesi o dispositivi vascolari *patient-specific*, data la possibilità di utilizzarlo in combinazione a modelli vascolari della geometria del paziente, dotati anche di proprietà meccaniche fisio-patologiche.

Su alcune tematiche centrali affrontate dal laboratorio è attualmente attivo il progetto [Fab@Hospital](#), finanziato all'interno dei Progetti Bandiera del CNR, incentrato sull'utilizzo della prototipazione rapida per la produzione e test *in vitro* di protesi *patient-specific*.

Sito del progetto: <http://www.mi.imati.cnr.it/FabAtHospital/index.html>

### **Nume-Lab**

Il laboratorio Nume-Lab (<http://www.unipv.it/compmech/nume-lab.html>) è dotato di un cluster HPC dedicato alle simulazioni numeriche. Il cluster è progettato e gestito da membri di laboratorio in collaborazione con il Dipartimento di Informatica dell'Università degli Studi di Pavia. Il cluster è composto da 4 nodi computazionali, che conciliano i 256 core e 1Tera di RAM. Un nodo di accesso con 32 core e 252Giga di RAM è utilizzato anche per scopi di sviluppo, oltre ad un terzo server dedicato con 24 core e 66Giga di RAM.

### **AML-Lab**

L'Architecture Maker Lab è un laboratorio di ricerca che opera all'interno del DICAr per lo sviluppo delle conoscenze nell'ambito dell'architettura con particolare riferimento allo studio dei dettagli e ai modelli morfologici. AML ha una dotazione di strumenti per la elaborazione grafica e la realizzazione di modelli a supporto dell'attività di ricerca. La dotazione comprende oltre a postazioni informatiche, strumenti per il taglio di materiali plastici polimerici, strumenti per il taglio e la lavorazione del legno, e una stampante 3D Shareboot Next Generation Desktop con doppio estrusore.

### **Fast4ward**

Si segnala la stretta relazione con lo spin-off accademico "Fast4ward" (Università di Pavia), che si occupa di sostegno alle startup incentrate sulle cosiddette 'leading change' (come la stampa 3d) e che collabora con "Selltek" (Valenza), la quale sviluppa e distribuisce in Italia - ed in esclusiva - le tecnologie di '3d Systems', ossia uno dei leader mondiali della stampa a 3d.

### **Lab. Arvedi**

Laboratorio del CISRIC \_ Beni Culturali, dedicato allo studio dei materiali storici ed attuali, è dotato di una strumentazione complessa. Fanno parte della dotazione strumentale HR-SEM Tescan Mira equipaggiato con microanalisi WDS, EDS e EBSD, microscopi ottici a luce trasmessa, riflessa, UV e visione stereoscopica, microFTIR, Picnometro, colorimetro.

## 5. Collaborazioni già in essere sul tema, o su temi che richiedono competenze simili, sia all'interno, sia all'esterno dell'Università di Pavia (indicare il soggetto, ad es. un altro Dipartimento coinvolto, ed il profilo della collaborazione esistente)

Si riprende la suddivisione prima proposta, descrivendo il profilo della collaborazione già in essere. Oltre alla descrizione delle attività intraprese con i Dipartimenti dell'Ateneo pavese e con centri di ricerca esterni all'Ateneo, si riportano anche le collaborazioni aziendali già attive.

Le collaborazioni già attive vedono il coinvolgimento di **38 colleghi** afferenti a **5 Dipartimenti** dell'Ateneo pavese, a cui si aggiungono collaborazioni già attive a livello italiano con almeno **3 Università**, **2 centri di ricerca**, **1 IRCCS**, **12 partner industriali** e collaborazioni già attive a livello internazionale con almeno **4 Università**, **1 centro di ricerca**, **1 ospedale**.

### 5.1 Componente inter-dipartimentale

- **Dipartimento di Ingegneria Civile ed Architettura:** utilizzo della stampante 3D per realizzare modelli architettonici ed urbani di studio in scale ridotte che ne consentano anche la replicabilità. Questo può rappresentare un'evoluzione degli strumenti del progetto architettonico, così come lo è stato l'avvento dei programmi di modellazione tridimensionale. Sperimentazione ed innovazione nel settore della costruzione architettonica di organismi edilizi in termini di radicale mutamento nella prassi costruttiva e della gestione del cantiere attraverso la produzione di componenti edilizie da assemblare per parti oppure la realizzazione dell'intero edificio. Questa applicazione ha evidenti ricadute positive anche in termini di progettazione sostenibile (produzione di zero rifiuti, costi di trasporto ridotto ed evidenti logiche di disassemblaggio delle costruzioni con riutilizzo di materiali che possono essere fusi o riciclati, ricerche su nuovi materiali) e di azioni di manutenzione sull'edificio.

*Personae di riferimento:* Ferdinando Auricchio, Alessandro Reali, Michele Conti, Carlo Berizzi, Daniela Besana, Carlo Cinquini, Guido Giuliani

- **Dipartimento di Matematica:** sviluppo e analisi di modelli e metodi per la simulazione del comportamento termo-meccanico di materiali (sia standard che avanzati) e strutture. Su questi temi il Dipartimento di Ingegneria Civile ed Architettura ed il Dipartimento di Matematica hanno una consolidata collaborazione, comprovata da numerosi studi pubblicati su riviste internazionali.

*Personae di riferimento:* Elena Bonetti, Carlo Lovadina, Pierluigi Colli, Matteo Negri, Piero Colli Franzone, Luisa Donatella Marini, Giancarlo Sangalli, Maria Giovanna Mora, Daniele Boffi

- **Dipartimento di Musicologia e Beni Culturali:** sviluppo di modelli di ricostruzione delle città antiche per lo sviluppo di ricerche in ambito storico-filosofico e archeologico con anche finalità espositive.

*Personae di riferimento:* Francesco Frangi, Elena Mosconi

- **Dipartimento di Ingegneria Industriale e dell'Informazione:** realizzazione di prototipi di carotide umana realizzati in silicone per test in vitro di misure laser di deformazione della parete vascolare. Modellazione, prototipazione e archiviazione di modelli di forme 3D,

finalizzate allo sviluppo di protesi di arto personalizzate e di forme per la realizzazione di calzature.

**Persone di riferimento:** Paolo Arcioni, Simone Morganti, Giancarlo Reali, Antonio Agnesi, Federico Pirzio, Claudio Cusano, Giovanni Danese, Gian Mario Bertolotti, Roberto Gandolfi, Maurizio Bozzi, Luca Perregrini, Giancarlo Ferrari Trecate, Marco Pasian, Francesco Leporati, Micaela Schmid

- **Dipartimento di Chimica:** sviluppo di una metodica di prototipazione di modelli vascolari in silicone. La collaborazione comprende il test di materiali di stampa per la produzione di stampi plastici degradabili in soluzioni in grado di non alterare il silicone, per facilitare il processo di estrazione.

**Persone di riferimento:** Umberto Tamburini Anselmi, Giorgio Spinolo, Dario Pasini, Piercarlo Mustarelli, Maurizio Fagnoni

## 5.2 Componente extra-ateneo

### Università italiane

- **Università di Napoli Federico II:** sviluppo e caratterizzazione di materiali e sviluppo di tecnologie per il progetto "Print your house", in collaborazione con l'azienda WASP. Obiettivo del progetto è la realizzazione di una stampante 3D idonea alla stampa di elementi di edilizia, fino a vere e proprie case, utilizzando materiali il più naturale e locali possibile.

**Persone di riferimento:** Domenico Asprone

- **Università di Milano ó Policlinico San Donato:** modellazione *patient-specific* in campo vascolare. Il progetto parte dall'analisi di immagini radiologiche volumetriche, quali TAC (Tomografia Assiale Computerizzata) e RM (Risonanza Magnetica) per l'estrazione dell'anatomia di interesse per arrivare alla prototipazione del modello stesso, sia in materiale rigido che in materiale deformabile, in grado di riprodurre le caratteristiche meccaniche specifiche del paziente, ricavate dall'elaborazione di TAC 4D. Dalla collaborazione con l'unità di Chirurgia Vascolare II del Policlinico San Donato, oltre al CNR-IMATI di Milano è stato istituito il laboratorio *compmech*-lab (<http://www.unipv.it/compmech/beta-lab.html>). Sempre con l'unità di Chirurgia Vascolare II è in corso di svolgimento il progetto iCardioCloud finanziato da Regione Lombardia e Fondazione Cariplo.

Sito progetto iCardioCloud: <http://www.unipv.it/compmech/icardiocloud.html>

**Persone di riferimento:** Santi Trimarchi, Vincenzo Rampoldi (Chirurgia vascolare), Carlo De Vincentis (Cardio-chirurgia), Francesco Sardanelli (Radiologia)

- **Università degli Studi di Brescia - Tecnologie e sistemi di lavorazione:** Sviluppo di stampanti 3D metalliche. È attualmente in fase di definizione la collaborazione tra il Dipartimento di Ingegneria Civile ed Architettura e l'Università di Brescia all'interno del Piano Strategico proposto dalla Prof. Elena Ceretti, sul tema della prototipazione rapida.

**Persone di riferimento:** Elisabetta Ceretti

## Centri di ricerca italiani

- **CNR-IMATI:** sviluppo di un simulatore fluidodinamico utilizzabile per il test in vitro di protesi in modelli vascolari *patient-specific* prototipati in silicone. Il CNR-IMATI è uno dei membri, oltre alla Chirurgia Vascolare II del Policlinico San Donato, che hanno permesso la creazione del laboratorio -lab (<http://www.unipv.it/compmech/beta-lab.html>), dedicato allo studio della fluidodinamica vascolare e che nelle sue attività sperimentali fa largo impiego della prototipazione rapida, sia per la creazione di modelli *patient-specific* che di strumentazione di laboratorio. Le attività condotte in collaborazione con CNR-IMATI e CNR-ITIA hanno portato al finanziamento del progetto [Fab@Hospital](#), finanziato all'interno dei Progetti Bandiera del CNR, incentrato sull'utilizzo della prototipazione rapida per la produzione e test *in vitro* di protesi *patient-specific*.

Sito progetto Fab@Hospital: <http://www.mi.imati.cnr.it/FabAtHospital/index.html>.

*Persone di riferimento:* Annalisa Buffa, Ettore Lanzarone

- **CNR-ITIA:** sviluppo di un modello di business per l'integrazione nelle realtà ospedaliere di tecnologie di prototipazione rapida per la realizzazione di protesi e modelli anatomici. La collaborazione su queste tematiche è condotta sempre nell'ambito del progetto [Fab@Hospital](#) citato al punto precedente.

*Persone di riferimento:* Giacomo Copani, Irene Fassi

## Ospedali italiani

- **Istituto Clinico Humanitas:** caratterizzazione meccanica del tessuto di aorta sana e patologica nel ratto. I supporti utilizzati per il fissaggio dei campioni alla macchina di prova vengono prototipati con stampa 3D.

*Persone di riferimento:* Gianluigi Condorelli

## Università straniere

- **University of Cambridge, Regno Unito (Meccanica Computazionale):** Metodi di discretizzazione avanzati per la progettazione integrata, l'ottimizzazione e l'analisi dei solidi e dei componenti strutturali, quali travi, membrane, modellazione meccanica e analisi computazionale di membrane strutturali su larga scala.

*Persone di riferimento:* Fehmi Cirak

- **Università d A Coruña, Spagna (Matematica Applicata):** Vedi sotto.

*Persone di riferimento:* Hector Gomez

- **Università Tecnica di Monaco di Baviera, Germania (Istituto di Calcolo Computazionale per l'Ingegneria):** Sviluppo di modelli computazionali per il supporto e l'ottimizzazione della stampa metallica. Cooperazione alla scrittura di un progetto Horizon 2020, congiuntamente all'Università A Coruña e a diversi partner aziendali.

*Persone di riferimento:* Ernst Rank, Stefan Kollmannsberger

- **Emory University, Atlanta, Georgia (Numerical Analysis & Scientific Computing):** Collaborazione sulle tematiche della simulazione fluidodinamica in distretti vascolari, in particolare in casi di aneurismi e dissezioni aortiche su geometrie *patient-specific*. Con il

gruppo del Prof. Veneziani è in corso di svolgimento il progetto iCardioCloud finanziato da Regione Lombardia e Fondazione Cariplo.

Sito progetto iCardioCloud: <http://www.unipv.it/compmech/icardiocloud.html>

*Persone di riferimento:* Alessandro Veneziani

### Centro di ricerca straniero

- **DiCam (Dutch innovation Center of additive manufacturing):** DiCam è un'organizzazione no-profit, nata da una collaborazione tra PMI locali, Università di Exter, TNO, The National Aerospace Laboratory, scuole superiori e il 3D Print Lab in Olanda. 3D Print Lab si trova presso Gate 2 ([www.gate2.nl](http://www.gate2.nl)) e si occupa di applicare le tecnologie di additive manufacturing nell'ambito del Campus Aerospace. La dotazione tecnologica per la prototipazione è di alta qualità e comprende una stampante EOS P396 ed una SLM 280HL. L'obiettivo della collaborazione si basa sul supporto reciproco per le attività di ricerca sulle tecnologie di prototipazione, oltre ad una condivisione delle stesse.

*Persone di riferimento:* Dirk Brands

### Ospedali stranieri

- **Karolinska Institutet, Stockholm, Svezia:** Obiettivo della collaborazione è la realizzazione, tramite stampa 3D, di prototipi di pancreas con caratterizzazione della massa tumorale. Gli obiettivi prevedono da un lato lo sviluppo di un algoritmo per l'individuazione della massa tumorale (in fase di validazione clinica) al fine della valutazione dell'eligibilità all'intervento e dall'altro la prototipazione del modello finale per agevolare la fase di pianificazione dell'intervento, di altissima complessità.

*Persone di riferimento:* Marco Del Chiaro, Ralf Segersvärd (Chirurgia Generale), Caroline Verbeke (Patologia)

## **5.3 Componente aziendale**

### Aziende

- **Versalis ó Eni S.p.A:** Sviluppo e caratterizzazione di nuovi filamenti polimerici per la stampa 3D con tecnologia FDM. La grande diffusione di questa tecnologia, infatti, ad oggi, non è altrettanto accompagnata da un accurato studio delle proprietà dei materiali utilizzati e la loro ottimizzazione in funzione delle caratteristiche finali del prototipo. Ad oggi l'azienda ha fornito alcuni prodotti commerciali polimerici su cui sono in corso test di stampa con stampanti FDM. L'obiettivo è la caratterizzazione di questi materiali in termini di proprietà meccaniche e qualità del modello stampato, sia come finitura superficiale che come tolleranza dimensionale.

*Persone di riferimento:* Paolo Bottarelli, Nicola Fiorotto, Francesco Pasquali, Paolo Mariani, Leonardo Castellani.

- **INK:** Collaborazione per la definizione di una nuova strategia produttiva di pezzi altamente personalizzati tramite l'utilizzo della stampa 3D. La collaborazione mira non solo ad

integrare nel processo produttivo la stampa 3D, in questo caso di prodotti in cera, ma anche allo sviluppo di un nuovo approccio alla produzione dei pezzi compatibile con la prototipazione.

*Persone di riferimento:* Valerio Tagliacarne.

- **WASP:** Sviluppo di stampanti 3D con utilizzo di materiali green ad elevate performance per la stampa in 3D di case (progetto "Print your house"). L'obiettivo è la realizzazione di una stampante 3D alta 10 metri capace di creare, tramite deposizione, involucri strutturali, con materiali il più naturale e locali possibile. Attualmente, un prototipo alto 3 m è in grado di stampare piccoli involucri. La sezione utilizzata è circolare, con scanalature entro le quali, a deposizione terminata, dovranno essere disposti altri materiali strutturali, quali bamboo e calce.

*Persone di riferimento:* Massimo Moretti.

- **Stress:** La collaborazione con la società consortile Stress (Sviluppo Tecnologie e Ricerca per l'Edilizia sismicamente Sicura ed eco-Sostenibile) verterà sul tema della stampa 3D di involucri strutturali. Per il raggiungimento di questo obiettivo, non sarà sufficiente solo lo studio effettivo del processo di stampa, ma è prevista anche una stretta collaborazione sullo studio delle proprietà fisiche, meccaniche e funzionali dei materiali che saranno usati per la stampa (polimerici e metallici).

*Persone di riferimento:* Ennio Rubino.

- **SAES Getter:** Collaborazione sul tema delle leghe a memoria di forma, principalmente per il loro utilizzo come attuatori: tra le applicazioni attualmente in corso di sviluppo, l'utilizzo di leghe a memoria di forma per l'attuazione di dispositivi di riabilitazione della mano per pazienti spastici, realizzati in combinazione anche all'uso di parti prototipate con stampa 3D.

*Persone di riferimento:* Alberto Coda.

- **Assocomplast:** Collaborazione di recentissima attivazione, sulle tematiche dello studio di polimeri per stampa 3D, in particolare con tecnologia FDM. La collaborazione riguarda l'analisi e il test di diverse composizioni polimeriche per la stampa oltre ad una valutazione sperimentale delle caratteristiche meccaniche statiche, dinamiche, reologiche dei materiali. Ad esse si aggiunge la simulazione virtuale della risposta termomeccanica dei materiali, dei processi e delle strutture, attraverso l'utilizzo di codici per la simulazione numerica. La collaborazione coinvolge anche il Dipartimento di Chimica dell'Università di Pavia.

Nell'ambito della collaborazione, l'azienda offrirà al Dipartimento di Ingegneria Civile e Architettura uno stand gratuito all'evento "Plastö", che si terrà a Milano il 5-9 Maggio 2015: nell'ambito dell'evento il Prof. Ferdinando Auricchio sarà chairman di una sezione dedicata al 3D printing e terrà una relazione introduttiva sul tema.

Link all'evento "Plastö": <http://www.plastonline.org>

*Persone di riferimento:* Girolamo Dagostino, Mario Maggiani.

- **Fluid-o-Tech:** Individuazione delle prestazioni attualmente ottenibili con la stampa 3D per la creazione di valvole fluidodinamiche di precisione in ambito biomedicale e di macchine per la preparazione del caffè.

*Persone di riferimento:* Diego Andreis.

- **Orobix:** La collaborazione con l'azienda Orobix, è incentrata sulle tematiche di *virtual modeling* in ambito vascolare. Queste tematiche sono già in corso di sviluppo nell'ambito del progetto iCardioCloud finanziato da Regione Lombardia e Fondazione Cariplo, in collaborazione anche con il Gruppo Ospedaliero San Donato Foundation e IRCCS Policlinico San Donato.

Sito progetto iCardioCloud: <http://www.unipv.it/compmech/icardiocloud.html>

**Persone di riferimento:** Luca Antiga.

- **Overmach:** OVERMACH S.p.A, in qualità di rivenditore italiano di stampanti 3D Stratasys, è il fornitore della strumentazione di prototipazione di alto livello (stampante Objet 30Pro, Objet-Stratasys) presente presso il laboratorio Proto-Lab del Dipartimento di Ingegneria Civile ed Architettura. L'azienda collaborerà in qualità di consulente per l'incremento del parco macchine, supportando la valutazione delle tecnologie più opportune per i diversi scopi progettuali. L'azienda ha già una collaborazione attiva con il Dipartimento di Ingegneria Civile ed Architettura, nell'ambito del progetto Fab@Hospital, finanziato all'interno dei Progetti Bandiera del CNR, in qualità di partner aziendale.

Sito progetto Fab@Hospital: <http://www.mi.imati.cnr.it/FabAtHospital/index.html>

**Persone di riferimento:** Giacomo Cacciani.

- **Senaf:** La collaborazione con Senaf si è attivata in occasione dell'evento 3DPrintHub, dedicato al tema della diffusione della stampa 3D. In occasione dell'evento Exposanità 2014 (21-24 Maggio 2014) il Dipartimento di Ingegneria Civile ed Architettura, ha avuto a disposizione uno stand gratuito per la sezione 3DPrintHub e ha tenuto una conferenza sull'impiego dei modelli stampati in 3D per la pianificazione pre-operatoria.

In occasione di Expo2015, al Dipartimento è stato invitato a partecipare nella sezione 3DPrintHub con seminari e conferenze.

Sito 3DPrintHub: <http://www.3dprinthead.it>

Sito Exposanità 2014: <http://www.senaf.it/Expo-Sanita/107>

Gallery dello stand a Exposanità: <http://www.unipv.it/compmech/events/galleryBo.pdf>

**Persone di riferimento:** Tommaso Sironi, Andrea Querzè.

## Spinoff

- **Bright Solutions:** Studio di soluzioni innovative nel campo della sinterizzazione laser di metalli, con particolare interesse alla lavorazione di polveri metalliche attualmente non ancora in commercio per la sinterizzazione, quali leghe a memoria di forma Nichel óTitanio.

**Persone di riferimento:** Giancarlo Reali, Giuliano Piccinno, Antonio Agnesi

- **Fast4ward:** Spin-off accademico "Fast4ward" dell'Università di Pavia, che si occupa di sostegno alle startup incentrate sulle cosiddette *leading change* (come la stampa 3d).

**Persone di riferimento:** Stefano Denicolai, Luca Ballista, Matteo Scarabelli.

In questo momento si sta formando un **cluster a livello europeo** (progetto òVanguard Initiative New Growth through Smart Specialisationö) ed un **cluster a livello regionale lombardo** (Associazione Fabbrica Intelligente Lombardia, [www.afil.it](http://www.afil.it)) all'interno del quale vi è

una aggregazione di aziende e centri di ricerca sul tema "High Performance Production with 3D Printing", di cui il Dipartimento di Ingegneria Civile ed Architettura è parte attiva. Maggiori dettagli sui due cluster, sono disponibili nell'**Allegato I**.

## 6. Collaborazioni realisticamente attivabili sul tema sia all'interno, sia all'esterno dell'Università di Pavia (indicare il soggetto che potrebbe essere coinvolto ed il profilo della possibile collaborazione)

Si riprende la suddivisione proposta al punto 5, per descrivere le attività future, pianificate con i diversi soggetti.

A riprova dell'interesse suscitato ad ampio spettro dalle tematiche proposte, le attività future vedranno il coinvolgimento di **52 colleghi afferenti a 12 Dipartimenti** dell'Ateneo, **7 colleghi di 6 Atenei esterni** ed il supporto di **8 partner aziendali**.

### 6.1 Componente inter-dipartimentale

- **Dipartimento di Ingegneria Civile ed Architettura:**

- Utilizzo delle stampanti 3D per riprodurre in scala o non elementi e componenti della casa sempre più grandi e complessi spostando il prodotto commerciale da elemento fisico a elemento virtuale, determinando un nuovo scenario per gli aspetti costruttivi e manutentivi degli edifici e dei loro componenti, e permettendo la produzione di elementi customizzati e la replica di elementi fuori produzione (per esempio nel campo del restauro).

*Persone di riferimento:* Ferdinando Auricchio, Alessandro Reali, Michele Conti, Carlo Berizzi, Daniela Besana, Carlo Cinquini, Guido Giuliani

- **Dipartimento di Matematica:**

- Messa in evidenza di problematiche connesse ai processi con necessità di sviluppare aspetti modellistici del comportamento meccanico dei materiali e dei processi (su scala sia microscopica, sia macroscopica), studio e validazione dei modelli proposti, nonché lo sviluppo di metodi di simulazione virtuale ad-hoc.

*Persone di riferimento:* Elena Bonetti, Carlo Lovadina, Pierluigi Colli, Matteo Negri, Piero Colli Franzone, Luisa Donatella Marini, Giancarlo Sangalli, Maria Giovanna Mora, Daniele Boffi

- **Dipartimento di Ingegneria Industriale e dell'Informazione:**

- Sviluppo di componenti a microonde e antenne di forma non convenzionale e a basso costo, particolarmente adatti alle necessità della futura generazione di circuiti per l'Internet of Things. Sviluppo di meta-materiali, basati su strutture micro-ingegnerizzate, fondamentali nell'implementazione di antenne planari compatte e ad alte prestazioni.
- Messa a punto di tecniche di misura laser senza contatto a basso costo per 3D imaging degli oggetti prodotti da stampanti 3D (valutazione della qualità del manufatto, rilevamento difettosità, rapid prototyping).
- Nella realizzazione di protesi di arto che emulino il più possibile l'arto naturale, permettendo una buona mobilità e arrecando il minor fastidio o dolore possibile, si deve prestare particolare attenzione alla progettazione e realizzazione dell'invasatura. Questo sia perché l'invasatura costituisce l'alloggio del moncone, punto di contatto arto artificiale e arto naturale, sia perché le tecniche di ancoraggio delle moderne protesi si

basano su suzione. Pertanto si potrebbe realizzare uno studio che, attraverso tecniche con stampante 3D, si proponga: 1. la scansione, senza contatto e totalmente automatizzata, attraverso consolidate tecniche di proiezione di pattern noti e acquisizione di immagini da telecamere; 2. l'estrusione diretta della geometria tridimensionale dell'articolazione; 3. produzione automatica dello stesso con stampante 3D; 4. validazione della protesi con test funzionali specifici volti ad una valutazione strumentale della mobilità dell'articolazione e più in generale del movimento del corpo.

- Simile approccio potrebbe essere adottato per la realizzazione di forme tridimensionali per la costruzione di calzature personalizzate. È a tutti noto l'aumentare dell'aspettativa di vita media; patologie di varia natura portano a deformazioni del piede con conseguente difficoltà di indossare in modo confortevole le normali calzature. La produzione di calzature personalizzate passa necessariamente per la realizzazione di idonea forma che replichi l'anatomia del piede sulla quale effettuare il montaggio delle singole componenti.

**Persone di riferimento:** Paolo Arcioni, Simone Morganti, Giancarlo Reali, Antonio Agnesi, Federico Pirzio, Claudio Cusano, Giovanni Danese, Gian Mario Bertolotti, Roberto Gandolfi, Maurizio Bozzi, Luca Perregrini, Giancarlo Ferrari Trecate, Marco Pasian, Francesco Leporati, Micaela Schmid

- **Dipartimento di Chimica:**

- Utilizzo delle stampanti 3D per applicazioni con materiali metallici e ceramici
- Interesse verso materiali polimerici: interessanti applicazioni già a livello di mercato quali ad esempio, la realizzazione di circuiti microfluidici o il tema dell'energy harvesting (anche in collaborazione con il laboratorio di Microcalcolatori del Dipartimento di Ingegneria Industriale e dell'Informazione).

**Persone di riferimento:** Umberto Tamburini Anselmi, Giorgio Spinolo, Dario Pasini, Piercarlo Mustarelli, Maurizio Fagnoni

- **Dipartimento di Scienze del Farmaco:**

- Progettazione e sviluppo di modelli sperimentali in vitro per testare drug delivery systems, 3D cell culture systems. Il progetto è finalizzato all'ottimizzazione di modelli sperimentali in vitro per le culture cellulari 3D, atti a testare l'attività di farmaci e relativi sistemi terapeutici.
- Progettazione e sviluppo di scaffold polimerici per la rigenerazione tissutale veicolanti fattori di crescita e placebo con particolare attenzione a polimeri biodegradabili e biocompatibili. Il progetto sviluppa le competenze nell'ambito della progettazione di sistemi terapeutici e scaffold polimerici, del gruppo di ricerca, che si occuperà della progettazione, caratterizzazione chimico-fisica e biologica degli scaffold. Questa ricerca si collega anche al punto 2 espresso dal **“Dipartimento di Scienze Clinico Chirurgiche, Diagnostiche e Pediatriche”** per la parte della sperimentazione *in vivo*.

**Persone di riferimento:** Bice Conti, Ida Genta, Rossella Dorati

- **Dipartimento di Sanità pubblica, Medicina sperimentale e forense:**

- Prevenzione rischi per la popolazione generale e occupazionale legati all'Utilizzo dei Nanomateriali.

**Persone di riferimento:** Marcello Imbriani

- **Dipartimento di Medicina Molecolare:**

- Progettazione e sviluppo di scaffold 3D multifunzionali con materiali polimerici o di altro tipo, arricchiti di nanoparticelle caricanti fattori di crescita per la creazione di supporti per la realizzazione di co-culture di cellule staminali mesenchimali isolate da vari tessuti, per lo studio del rimodellamento osseo e muscolo-scheletrico in assenza di gravità e in presenza di microgravità simulata.

*Persone di riferimento:* Livia Visai

- **Dipartimento di Scienze Economiche e Aziendali:**

- Pavia2020 e futuri scenari industriali, locali e nel *global manufacturing*.
- Nuove frontiere dell'*outsourcing* di attività primarie.
- 3D per il *rapid prototyping*, specie a supporto di PMI/startup (ma non solo).
- *Mass customization*.
- Ruolo dei FabLab (e dintorni) negli eco-sistemi per l'innovazione.
- Modelli di sostenibilità economico-finanziaria e *revenue models*.

*Persone di riferimento:* Antonella Zucchella, Stefano Denicolai, Giorgio Rampa

- **Dipartimento di Giurisprudenza:**

- Analisi dei diritti brevettuali ed industriali applicati allo sviluppo di tecnologie e ai prodotti realizzati con la prototipazione rapida

*Persone di riferimento:* Luigi Carlo Ubertazzi

- **Dipartimento di Studi Umanistici:**

- Riflessione cognitiva, epistemologica ed etica sul tema della prototipazione rapida, e soprattutto della stampa 3D. Ci si trova di fronte ad artefatti che producono altri artefatti e che promettono nuove funzioni cognitive (per esempio strumenti di miglioramento dell'efficienza didattica), epistemiche (nuove possibilità di produzione di modelli euristici nell'ambito della ricerca scientifica, creazione di nuovi artefatti di ausilio epistemico) e pragmatico/strumentali (personalizzazione di prodotti a varia funzione, creazione di nuovi artefatti di supporto biologico, terapeutico, ludico, abitativo (design), ecc. e eventuale mediazione diretta o indiretta di effetto morale).

*Persone di riferimento:* Lorenzo Magnani

- **Dipartimento di Musicologia e Beni Culturali:**

- Esplorazione della possibilità di utilizzo della stampa 3D nell'ambito dello studio, della conservazione e dell'esposizione delle opere d'arte.
- Realizzazione di strutture architettoniche, decori tridimensionali e cornici per l'allestimento di eventi espositivi.
- Integrazione di parti mancanti nell'ambito del restauro scultoreo e architettonico.
- Realizzazione di copie sostitutive 1 a 1 di sculture ubicate in aree aperte per le quali è necessario un ricovero in sede museale a scopo conservativo.

*Persone di riferimento:* Francesco Frangi, Elena Mosconi

- **Dipartimento di Scienze Clinico Chirurgiche, Diagnostiche e Pediatriche:**

- Prototipazione di bioscaffold per la coltura di cellule tumorali con sistema di vascolarizzazione con l'obiettivo di sostituire l'attuale modello animale o ridurne l'impiego, secondo le raccomandazioni del recente decreto legislativo. Applicazioni per studi di biodistribuzione e di efficacia di nuovi farmaci antitumorali e/o di vettori del boro nel caso di BNCT.
- Realizzazione di scaffold 3d per colture cellulari, passo preliminare all'interessante linea di ricerca che tenta di realizzare organi o tessuti bio-ingegnerizzati utilizzando matrici polimeriche e cellule del paziente (Prof. Franco Benazzo: materiali protesici realizzati con questa tecnologia).

*Persone di riferimento:* Paolo Dionigi, Marco Benazzo, Pietro Canzi, Cinzia Ferrari

## 6.2 Componente extra-ateneo

### Università italiane

- **Politecnico di Milano ó PiùLab** (Scienza e Tecnologia Dei Materiali, Dipartimento di Chimica, Materiali ed Ingegneria Chimica "G. Natta"):
  - Sviluppo di soluzioni low cost basate su stampa 3D, indirizzate al mondo della riabilitazione e al supporto alle disabilità.

*Persone di riferimento:* Marinella Levi

- **Università di Milano - Statale** (Dipartimento di Scienze Farmacologiche e Biomolecolari (DiSFEB), Sezione di Biochimica, Biofisica, Fisiologia ed Immunopatologia, Facoltà di Scienze del Farmaco):
  - Utilizzo della piattaforma per la simulazione della microgravità simulata per testare l'utilizzo biologico dei materiali ottenuti mediante stampante 3D in condizioni simili allo spazio.

*Persone di riferimento:* Angela Maria Rizzo

- **Università Bicocca di Milano :**
  - Utilizzo di stampanti 3D polimeriche per la creazione di circuiti di micro-fluidica.

*Persone di riferimento:* Maddalena Collini, Gilberto Chirico

### Università straniere

- **Università Leibniz, Hannover, Germania** ( Istituto di Meccanica del Continuo):
  - Sviluppo di modelli micro-macro multiscala per la descrizione dei fenomeni all'interno dei processi di stampa.

*Persone di riferimento:* Peter Wriggers

- **University of Texas at Austin** ( Institute for Computational Engineering and Sciences):
  - Sviluppo di metodi numerici, in particolare di tipo phase field basati sull'analisi isogeometrica.

*Persone di riferimento:* Thomas JR Hughes

- **University of California at Berkeley** ( Department of Civil and Environmental Engineering):
  - Sviluppo e implementazione di metodi numerici a elementi finite e isogeometrici.

*Persone di riferimento:* Robert L Taylor

## 6.3 Componente aziendale

### Aziende

- **3NTR:** sviluppo di nuove soluzioni di stampa per materiali altamente deformabili utilizzando la tecnologia FDM. Ad oggi, esistono strumenti di prototipazione appartenenti alla fascia altamente professionale che consentono di produrre modelli con un grado di deformità medio-basso, ma nessuno che riesca a garantire alta deformabilità e al contempo elevata resistenza.

*Persone di riferimento:* Davide Ardizzioia

- **Assolombarda** : progetto di diffusione del concetto di stampa 3D e della prototipazione in generale e sviluppo di progetti atti ad incrementare la presenza di questi centri sul territorio lombardo.

*Persone di riferimento:* Marco Fadda, Chiara Fanali, Elena Ghezzi

- **NPT ó New Polyurethane Technology** : sviluppo di prepolimeri funzionalizzati, ad alta reattività, per la stampa 3D. La collaborazione ha come scopo l'applicazione di sistemi avanzati in campo industriale, con ottimizzazione e sviluppo specifico per l'applicazione nella tecnologia di stampa 3D. NPT ha già fornito polimeri per applicazioni di stampa 3D.

*Persone di riferimento:* Alessandro Galbiati, Andrea Meregaglia, Fabrizio Maestroni

- **Tecnopolimeri:** IN CORSO DI DEFINIZIONE

*Persone di riferimento:* Luigi Torti, Cristina Torti

- **Evonik:** applicazione della stampante 3D alla prototipazione di sistemi per la rigenerazione tissutale (in particolare ossea e cartilaginea) a base di polimeri biodegradabili e biocompatibili per uso medico (poli-alfaidrossiacidi, policaprolattone).

*Persone di riferimento:* Francesco Roversi, Hanna Rausche

- **Aldran Italy ó Aerospace, Defence and Railways:** La divisione Aerospace, Defence and Railways è titolare di un progetto finanziato da ASI per l'applicazione della tecnologia FDM in microgravità. La collaborazione verterà sul tema delle tecnologie di manufacturing additivo, soprattutto per gli aspetti di evoluzione che l'introduzione della tecnologia induce sul processo e sugli strumenti di progettazione

*Persone di riferimento:* Luca Enrietti

## Spinoff

- **Arkedos:** si occupa di diagnostica e conservazione, non solo nel settore del patrimonio culturale. La strumentazione scientifica in dotazione permette una caratterizzazione non invasiva delle superfici, con immagine 3D in colori reali, alla micro e nano scala (profilometro ottico), misure non invasive (XRF e RAMAN) con strumentazioni portatili, simulazioni di cicli di invecchiamento dei materiali in camera climatica (controllo T°C, UR, UV, í ..).

***Persone di riferimento:*** Viviana Guidetti

- **Julight S.r.l.:** contribuirà a sviluppare tecniche di misura laser senza contatto (sia laser, sia a triangolazione tradizionale ad immagine) per la prototipazione ed il controllo di qualità degli oggetti prodotti tramite le tecnologie di 3D printing. Lo scopo è di esplorare e creare sinergie con i produttori di stampanti 3D per equipaggiarle con sistemi di misura integrati per completare il ciclo di produzione con un controllo di qualità/ validazione.

***Persone di riferimento:*** Guido Giuliani

**7. Giudizio di sintesi:** valutare (da 1 a 5) la forza di un eventuale progetto sul tema, così come potrebbe essere sviluppato a partire dalle risorse sopra descritte

### 7.1 Innovatività

Il tema della prototipazione sta interessando sempre più non solo il mondo industriale, ma anche quello universitario, come testimoniano i molti laboratori e programmi accademici introdotti nelle più grandi università a livello internazionale dedicati proprio al tema del "Rapid Prototyping" e della "Digital Factory" (<http://camal.ncsu.edu>, <http://www.wcu.edu/academics/departments-schools-colleges/Kimmel/center-for-rapid-product-realization/index.asp> ).

A livello nazionale si ha la mancanza di un centro che sia di riferimento per le applicazioni di questa tecnologia, nelle sue diverse declinazioni, in campo industriale e medicale. Il centro proposto vuole proprio porsi come **riferimento nazionale ed internazionale** non solo per lo sviluppo di nuove tecnologie e materiali di stampa, ma anche come punto di riferimento per l'utilizzo di questa tecnologia. Questo punto in particolare ha carattere profondamente innovativo e trova riscontro anche negli obiettivi strategici della "Terza Missione" promossa dall'Ateneo pavese. In particolare, il coinvolgimento di molte PMI e spinoff universitarie locali, permetterà di intrecciare un tessuto di collaborazione che possa essere di duplice vantaggio: da un lato per il mondo accademico, che avrà la possibilità di far interfacciare i suoi studenti con il mondo del lavoro e dall'altro per le aziende, che potranno avere più consapevolezza delle competenze fornite dall'ateneo.

L'offerta formativa proposta, non vuole limitarsi solo ad attività di laboratorio, ma intende attivare un programma formativo a vari livelli, volto a coprire l'intero percorso di studi. Il programma coinvolgerebbe sia personale docente e ricercatore inter ed extra ateneo, sia personale proveniente da aziende collaboratrici (vedi allegato III).

(Giudizio: 5)

### 7.2 Unicità / Distintività

La prototipazione rapida ha conosciuto una grandissima espansione negli ultimi anni: la forma più nota di prototipazione, la stampa 3D, è sempre più diffusa in modo capillare, specialmente a livello amatoriale. Obiettivo del centro proposto è la creazione di un polo a carattere fortemente **professionale e multidisciplinare** su questa tematica, grazie alla presenza di esperti provenienti dai diversi settori che queste tecnologie coinvolgono. Questa impronta fortemente specializzata nei vari settori della prototipazione, riunita però in unico centro di riferimento, rappresenta sicuramente un **carattere di unicità sul territorio italiano**.

(Giudizio: 4)

### 7.3 Competitività

A livello nazionale esistono vari centri universitari che si stanno muovendo verso tecnologie di prototipazione rapida. Tipicamente, questi centri di prototipazione universitari nascono a partire da uno specifico settore applicativo, dove questa tecnologia è stata introdotta, e spesso sono limitati allo specifico campo applicativo. L'idea di porsi come **centro di riferimento multidisciplinare**, conferisce alla strategia un carattere di forte competitività sul territorio nazionale ed internazionale. La prototipazione rapida, inoltre, è un campo che ha conosciuto un forte sviluppo solo negli ultimi anni: resta, quindi, un settore ancora inesplorato, con **forti margini di innovazione** e ampi spazi di operatività. La scelta di creare un centro di prototipazione in ambito universitario consentirà anche una competente attività di formazione sul tema, la cui importanza strategica per l'inserimento nel mondo del lavoro è testimoniata da uno studio di Wanted Analytics, riportato anche dalla rivista Forbes, che attesta come, ad Agosto 2014, il 35% degli annunci da parte di imprese statunitensi interessate ad assumere ingegneri, ha riguardato esperti di stampa 3D! L'aumento della richiesta di candidati con competenze nel campo della stampa 3D e dell'additive manufacturing si attesta a 1,843% negli ultimi 4 anni, ma comparando le richieste tra Agosto 2013 e Agosto 2014, tale aumento sale al 103% (!), segno di una importante crescita.

(Fonte Wanted Analytics: <https://www.wantedanalytics.com/analysis/posts/demand-for-3d-printing-skills-soars>)

(Articolo Forbes: <http://www.forbes.com/sites/louiscolumbus/2014/09/15/demand-for-3d-printing-skills-is-accelerating-globally/>)

**(Giudizio: 5)**

14/11/2014

*Ferdinando Auricchio,*  
**Dipartimento di Ingegneria Civile e Architettura**

## **Allegato I: Lettere di interesse aziendali e materiale integrativo**

Nelle pagine seguenti sono riportate le lettere di interesse inviateci dai partner aziendali attuali e futuri. Per le collaborazioni già attive da tempo o in divenire, ma già strutturate, si allega materiale integrativo volto ad evidenziare meglio la natura della collaborazione.

## Versalis – ENI



[http://www.eni.com/it\\_IT/azienda/attivita-strategie/petrolchimica/polimeri-europa/polimeri-europa.shtml](http://www.eni.com/it_IT/azienda/attivita-strategie/petrolchimica/polimeri-europa/polimeri-europa.shtml)

Versalis - società chimica con unico socio soggetta all'attività di direzione e coordinamento di eni S.p.A. - gestisce la produzione e la commercializzazione di prodotti petrolchimici (chimica di base, stirenici, elastomeri, polietilene), potendo contare su una gamma di tecnologie proprietarie, impianti all'avanguardia, una rete distributiva capillare ed efficiente.

Attualmente sono in atto delle esplorative per valutare spazi di possibile collaborazione con il Dipartimento di Ingegneria Civile ed Architettura, **nell'ambito del Piano Strategico di Ateneo**, incentrata sulla caratterizzazione in applicazione di nuovi filamenti polimerici per la stampa 3D con tecnologia FDM. La grande diffusione di questa tecnologia, infatti, ad oggi, non è altrettanto accompagnata da un accurato studio delle proprietà dei materiali utilizzati e la loro ottimizzazione in funzione delle caratteristiche finali del prototipo.

Ad oggi l'azienda ha fornito alcuni propri prodotti commerciali polimerici su cui sono in corso test di stampa con stampanti FDM. L'obiettivo è la caratterizzazione di questi materiali in termini di proprietà meccaniche e qualità del modello stampato, sia come finitura superficiale che come tolleranza dimensionale.”

Persone di riferimento:

- Paolo Bottarelli
- Nicola Fiorotto
- Francesco Pasquali
- Paolo Mariani
- Leonardo Castellani
- Mattia Farina

**INK**



<http://www.inkproject.it/>

L'azienda INK realizza gioielli altamente personalizzati, prodotti sulla base di specifiche frasi o disegni forniti direttamente dal cliente.

La collaborazione, già attiva e consolidata, con il Dipartimento di Ingegneria Civile ed Architettura, **nell'ambito del Piano Strategico di Ateneo**, riguarda la definizione di una nuova strategia produttiva di pezzi altamente personalizzati tramite l'utilizzo della stampa 3D. La collaborazione mira non solo ad integrare nel processo produttivo la stampa 3D, in questo caso di prodotti in cera, ma anche allo sviluppo di un nuovo approccio alla produzione dei pezzi compatibile con la prototipazione.

Persone di riferimento:

- Valerio Tagliacarne, General Manager & Founder

**WASP**



<http://www.wasproject.it/w/>

Il progetto WASP è un'iniziativa intrapresa dall'azienda Centro Sviluppo Progetti (CSP) che si occupa della realizzazione di progetti innovativi. Il cuore dell'attività aziendale è quello della stampa 3D.

La collaborazione con il Dipartimento di Ingegneria Civile ed Architettura, **nell'ambito del Piano Strategico di Ateneo**, è incentrata sullo sviluppo di un nuovo sistema di stampa 3D delle dimensioni adeguate in grado di realizzare involucri strutturali con materiali economici, eco-sostenibili e di facile reperibilità. Per questo scopo, è necessaria anche una collaborazione nello studio e nella ricerca nel settore dei materiali, come illustrato nel documento allegato.

Ad oggi l'azienda ha intrapreso un dialogo con il Dipartimento di Ingegneria Civile ed Architettura ed il CNR di Napoli per la definizione degli obiettivi (costruzione di alloggi con metodologia di stampa 3D) e degli step intermedi (studio e caratterizzazione dei materiali).

Persone di riferimento:

- Massimo Moretti

## **Attività WASP**

L'obiettivo di WASP è la creazione di una stampante 3D adatta alla prototipazione rapida di involucri strutturali, utilizzando possibilmente materiali naturali e facilmente reperibili. Lo scopo principale è quello di costruire rapidamente delle case in zone nelle quali risulta disagevole e oneroso il trasporto dei materiali strutturali solitamente utilizzati.

I materiali utilizzati attualmente su stampanti già esistenti (di dimensioni minori) sono calce, canapa, argilla di risulta proveniente dal lavaggio di inerti di fiume, polvere di carta riciclata, sabbia, cemento (10-15 %), fibra di legno.

(L'impiego del cemento è in minima parte, e la tendenza è quella di diminuirne al massimo l'impiego per cercare di preservare gli ambienti in cui tale tecnologia verrà utilizzata da agenti chimici fonti di inquinamento, ed anche per un discorso legato ai costi. D'altra parte, è in crescita l'impiego della fibra di legno, che ha tra i vantaggi quello di annullare l'effetto del ritiro della calce, eliminare l'umidità residua nell'impasto, aumentare la resistenza del composto a trazione e permette di utilizzare la lignina (composto che viene prodotto dalla fibra di legno) come legante aggiuntivo per il materiale.)

Tale attività dovrà necessariamente accompagnarsi con la ricerca e lo studio di nuovi materiali che abbiano caratteristiche di essere eco-sostenibili, adatti ad un processo di stampa 3D, e che abbiano anche le caratteristiche meccaniche richieste. A tale fine si pone l'attenzione sullo studio dei processi che portano alla formazione di nuovi materiali, come ad esempio il processo di catalizzazione. Un esempio di tale processo è l'interazione tra la dolomite e l'acqua nebulizzata di risulta delle saline, che formano un composto duro e adatto alle costruzioni.

L'attività attualmente in corso coinvolge l'Università di Pavia e il CNR di Napoli i quali realizzano, con l'ausilio di stampanti 3D già esistenti (e di dimensioni ridotte rispetto a quella che si progetta di realizzare) provini con i materiali in fase di studio.



Sviluppo Tecnologie e Ricerca per l'Edilizia sismicamente Sicura ed eco-Sostenibile

## STRESS

Società consortile a responsabilità limitata

PROT. N.: 713

DATA: 10/11/2014

Spett.

Dipartimento di Ingegneria Civile ed Architettura  
dell'Università di Pavia (DICAr),  
Via Ferrata, 3 - 27100 Pavia

Sorta nel 2010, Stress è una società consortile senza fini di lucro, con base a Napoli, che opera nel settore della ricerca orientata al costruito sostenibile. Nel 2012 Stress è stata designata come soggetto attuatore del Distretto ad alta tecnologia sulle costruzioni sostenibili in Campania.

La società nasce con l'obiettivo di valorizzare i livelli di competitività ed innovazione nel settore delle costruzioni, mediante la costituzione di un network attivo tra imprese, università e centri di ricerca operanti sul territorio regionale campano. STRESS nasce da un percorso quasi ventennale del Consorzio TRE, che ha fatto da facilitatore al processo di aggregazione, realizzando così una rete tra i principali produttori di conoscenza scientifica della Campania e importanti realtà imprenditoriali del comparto delle costruzioni.

Considerata l'importanza delle nuove tecnologie orientate alla prototipazione, Stress ribadisce l'interesse a collaborare con il Dipartimento di Ingegneria Civile ed Architettura dell'Università di Pavia (DICAr), nell'ambito del Piano Strategico di Ateneo, ha come obiettivo lo sviluppo della tecnologia di stampa 3D per la costruzione di involucri strutturali. Per il raggiungimento di questo obiettivo, non è sufficiente lo studio effettivo del solo processo di stampa 3D, ma è prevista una collaborazione stretta sullo studio delle proprietà fisiche, meccaniche e funzionali dei materiali che saranno usati per la stampa, che potranno essere sia polimerici che metallici.

Ad oggi, tra il Consorzio STRESS e il Dipartimento di Ingegneria Civile ed Architettura dell'Università di Pavia (DICAr), esiste una stretta collaborazione in vari settori della ricerca scientifica nel settore dei materiali, nell'ambito della quale si inserisce anche lo studio delle tecnologia oggetto di questa lettera di interesse.

Napoli, 10 Novembre 2014

Stress scarl  
Il Presidente  
Ennio Rubino

**STRESS S.c.a.r.l.**

Cod. Fisc., Partita IVA e N. iscrizione Registro Imprese di  
Napoli 06616631211

Capitale Sociale € 440.000,00

**Sede legale**

Vico Il San Nicola alla Dogana 9, 80133 NAPOLI - ITALIA  
Tel +39.081.19330570 - Fax +39.081.19330574

**Sede amministrativa**

Via F. Cangiullo 24, 00142 ROMA - ITALIA  
Tel +39.06.51530993 - Fax +39.06.51987658

## SAES Getter



<http://www.saesgetters.com/>

Il gruppo SAES è leader mondiale nello sviluppo di prodotti ad alto contenuto tecnologico da più di settanta anni, in un ampio ventaglio di applicazioni industriali e scientifiche. L'ampio portfolio tecnologico e i processi di produzione altamente verticalizzati consentono l'utilizzo di soluzioni affidabili, di alta qualità e high-tech per:

- Applicazioni scientifiche e industriali in cui sono richieste condizioni di alto vuoto
- Prodotti basati su leghe a memoria di forma (Nitinol) per il mercato industriale e medicale
- Campo dell'elettronica organica

La collaborazione già in essere con il Dipartimento di Ingegneria Civile ed Architettura, **nell'ambito del Piano Strategico di Ateneo**, riguarda il tema delle leghe a memoria di forma, principalmente per il loro utilizzo come attuatori : tra le applicazioni attualmente in corso di sviluppo, l'utilizzo di leghe a memoria di forma per l'attuazione di dispositivi di riabilitazione della mano per pazienti spastici, realizzati in combinazione anche all'uso di parti prototipate con stampa 3D.

L'azienda ha già fornito ampio materiale per condurre prove di attuazione finalizzate alla specifica applicazione.

Persone di riferimento:

- Francesco Butera
- Alberto Coda

## Assocomplast



<http://www.assocomplast.org>

ASSOCOMAPLAST, fondata nel 1960, è un'associazione senza scopo di lucro che raggruppa oggi 166 importanti aziende italiane costruttrici di macchine, attrezzature ausiliarie e stampi per la lavorazione delle materie plastiche e della gomma.

Principale scopo di ASSOCOMAPLAST è quello di promuovere nel mondo la conoscenza e la diffusione dell'industria italiana per la trasformazione delle materie plastiche e della gomma, che occupa un posto di preminenza nella graduatoria mondiale in termini di produzione ed export.

La collaborazione di recentissima attivazione con il Dipartimento di Ingegneria Civile ed Architettura, **nell'ambito del Piano Strategico di Ateneo**, si concentra sulle tematiche dello studio di polimeri per stampa 3D, in particolare con tecnologia FDM. La collaborazione riguarda l'analisi e il test di diverse composizioni polimeriche per la stampa oltre ad una valutazione sperimentale delle caratteristiche meccaniche statiche, dinamiche, reologiche dei materiali. Ad esse si aggiunge la simulazione virtuale della risposta termomeccanica dei materiali, dei processi e delle strutture, attraverso l'utilizzo di codici per la simulazione numerica. La collaborazione coinvolge anche il Dipartimento di Chimica dell'Università di Pavia.

Nell'ambito della collaborazione, l'Associazione offrirà al Dipartimento di Ingegneria Civile e Architettura uno stand gratuito alla manifestazione fieristica "Plast", che si terrà a Milano il 5-9 Maggio 2015: nell'ambito dell'evento il Prof. Ferdinando Auricchio sarà chairman di una conferenza tematica dedicata al 3D printing e terrà una relazione introduttiva sul tema.

Link all'evento "Plast": <http://www.plastonline.org>

Persone di riferimento:

- Girolamo Dagostino
- Mario Maggiani



<http://www.fluidotech.it>

Fluid-o-Tech è un'azienda leader nella progettazione e produzione di pompe e sistemi per la pressurizzazione e il trasferimento dei liquidi che trovano applicazione in vari settori: food & beverage, automotive, medicale e industriale.

La gamma prodotti riguarda:

- pompe rotative a palette, utilizzate per le applicazioni food & beverage, quali le macchine da caffè espresso professionali, gli impianti di raffreddamento, le macchine per la gasatura e per la purificazione dell'acqua;
- pompe a ingranaggi esterni ed interni, impiegate nelle macchine ink-jet per la stampa industriale a getto di inchiostro ad altissima precisione, oppure utilizzate nelle macchine per la dialisi; nuovissima applicazione è il catalytic reduction system per la riduzione delle emissioni di ossidi di azoto del motore diesel.
- pompe a pistoni, utilizzate nelle vending machines, macchine per pulizia a vapore, sistemi di nebulizzazione.

Oltre al core-business tradizionale Fluid-o-Tech ha recentemente fondato F-Lab, start-up del gruppo e centro di eccellenza per lo sviluppo di componenti e soluzioni per i mercati beverage e medicale focalizzata sullo studio di materiali e sistemi innovativi in ambito fluidico e micro-fluidico.

La collaborazione già in essere con il Dipartimento di Ingegneria Civile ed Architettura, **nell'ambito del Piano Strategico di Ateneo**, riguarda l'individuazione delle prestazioni ottenibili con la stampa 3D per la creazione di pompe, valvole e più in generale sistemi fluidodinamici, di precisione, in ambito biomedicale e dispensing di bevande. In tale indagine Fluid-o-Tech assume il ruolo, principalmente, di sperimentatore delle potenzialità della stampa 3D sia per le fasi di prototipazione e di pre-serie dei prodotti, sia per l'individuazione delle prestazioni necessarie ad una produzione di massa.

Persona di riferimento:

- Diego Andreis

**Orobix**



<http://www.orobix.com>

OROBIX è una piccola azienda fondata nel 2009 focalizzata su machine learning, analisi di immagine e ingegneria del dato. Orobix ha forti competenze nella progettazione e sviluppo di software, cloud-computing e high-performance computing ed opera in svariati ambiti come quello biomedico, farmaceutico, manifatturiero ed energetico.

Il cofondatore di Orobix, Luca Antiga, è il principale sviluppatore del Vascular Modeling Toolkit (VMTK), uno strumento open source per la modellistica image-based del sistema cardiovascolare che ha trovato ampia diffusione in progetti di ricerca. Sin dalla sua fondazione, Orobix ha adottato il progetto, arricchendolo di nuovi algoritmi e rendendolo più accessibile. In parallelo ha sviluppato VMTKLab, un software che mette a disposizione gli algoritmi avanzati offerti da VMTK ad una base di utenti tecnicamente meno esperta e fornendo la possibilità di effettuare simulazioni numeriche su infrastrutture di cloud computing.

Orobix ha una comprovata esperienza nella creazione di soluzioni integrate per flussi di lavoro clinici, dai sistemi di cartelle cliniche ai sistemi personalizzati per l'analisi delle immagini. I suoi clienti comprendono istituti di ricerca internazionali (Università di Toronto, Emory University, Università di Buffalo, Università dell'Iowa, Politecnico di Milano, Istituto di Ricerche Farmacologiche Mario Negri) e aziende multinazionali.

La collaborazione già attiva con il Dipartimento di Ingegneria Civile ed Architettura, **nell'ambito del Piano Strategico di Ateneo**, sarà incentrata sulle tematiche di *virtual modeling* in ambito vascolare. Queste tematiche sono già in corso di sviluppo nell'ambito del progetto iCardioCloud finanziato da Regione Lombardia e Fondazione Cariplo, in collaborazione anche con il Gruppo Ospedaliero San Donato Foundation e IRCCS Policlinico San Donato.

Sito progetto iCardioCloud: <http://www.unipv.it/compmech/icardiocloud.html>

Persone di riferimento:

- Luca Antiga

Parma, 10 Novembre 2014

Il Gruppo OVERMACH è specializzato nella vendita di macchine utensili CNC ad asportazione truciolo per la lavorazione dei metalli e comprende una divisione dedicata alla vendita di macchine per prototipazione. OVERMACH S.p.a. ha oggi una stabile posizione di leadership sul mercato italiano, con ben oltre 250 fra dipendenti ed agenti di vendita diretti ed indiretti.

OVERMACH S.p.A, in qualità di rivenditore italiano di stampanti 3D Stratasys, è il fornitore della strumentazione di prototipazione di alto livello (stampante Objet 30Pro, Objet-Stratasys) presente presso il laboratorio Proto-Lab del Dipartimento di Ingegneria Civile ed Architettura.

**Nell'ambito del Piano Strategico di Ateneo**, l'azienda collaborerà in qualità di consulente per l'incremento del parco macchine, supportando la valutazione delle tecnologie più opportune per i diversi scopi progettuali.

L'azienda ha già una collaborazione attiva con il Dipartimento di Ingegneria Civile ed Architettura, nell'ambito del progetto Fab@Hospital, finanziato all'interno dei Progetti Bandiera del CNR, in qualità di partner aziendale.

Sito progetto Fab@Hospital: <http://www.mi.imati.cnr.it/FabAtHospital/index.html>

Dott. Giacomo Cacciani  
Overmach Spa



## Bright Solutions



<http://www.brightsolutions.it/>

Bright Solutions Srl è stata fondata nel 1998 da un gruppo di ricercatori dell'Università di Pavia con una solida esperienza in ingegneria dei laser e ottica. Bright Solutions è stata inserita dal 2007 nel numero di spin-off accademiche riconosciute dell'Università di Pavia.

Dalle origini l'attività della Società è orientata allo sviluppo di sistemi laser a stato-solido pompati da diodi laser a diodo di grande compattezza e affidabilità, ed in grado di fornire eccellenti prestazioni in termini di potenza, energia e qualità del fascio laser.

L'azienda ha acquisito una grande esperienza nella produzione di laser per lavorazioni industriali e nello sviluppo di sorgenti laser specializzate per applicazioni altamente customizzate.

La collaborazione già in essere con il Dipartimento di Ingegneria Civile ed Architettura, **nell'ambito del Piano Strategico di Ateneo**, riguarda lo studio di soluzioni innovative nel campo della sinterizzazione laser di metalli, con particolare interesse alla lavorazione di polveri metalliche attualmente non ancora in commercio per la sinterizzazione, quali leghe a memoria di forma Nichel –Titanio.

Persone di riferimento:

- ≡ Giancarlo Reali, prof. ord. e cofondatore, email: [reali@unipv.it](mailto:reali@unipv.it)
- ≡ Giuliano Piccinno, cofondatore e amm. delegato, email: [g.piccinno@brightsolutions.it](mailto:g.piccinno@brightsolutions.it)
- ≡ Antonio Agnesi, prof. associato e cofondatore, email: [antonio.agnesi@unipv.it](mailto:antonio.agnesi@unipv.it)

## Fast4ward



<http://www.fast4ward.it>

Fast4Ward nasce nel 2013 come Spin-Off accademico dell'Università degli Studi di Pavia. La Società propone servizi alle Startup e alle Piccole e Medie imprese (PMI) per amplificarne il potenziale e fornire quello che serve per la realizzazione di progetti imprenditoriali. Metodi e piattaforme innovativi vengono proposti utilizzando sempre linguaggi e soluzioni ritagliate sulla realtà di startup e PMI.

Fast4ward segue ogni fase dello sviluppo, supportando la ricerca di risorse per finanziare e far crescere i loro progetti. I costi sono principalmente legati ai risultati effettivamente conseguiti e tarati sul potenziale del progetto.

La collaborazione già in essere con il Dipartimento di Ingegneria Civile ed Architettura, **nell'ambito del Piano Strategico di Ateneo**, riguarda lo sviluppo di un business model relativo alla sostenibilità di attività legate alla prototipazione e si propone, tra le tematiche di futura attivazione, una valutazione del 3D printing a supporto di PMI/startup e l'analisi di modelli di sostenibilità economico-finanziaria e *revenue models*.

Persone di riferimento:

- Stefano Denicolai, founder
- Luca Ballista
- Matteo Scarabelli

*fast*  *4ward*

Company presentation

November 2014

# Chi siamo

*Success is: 1% Idea, 99% execution*



## Mission

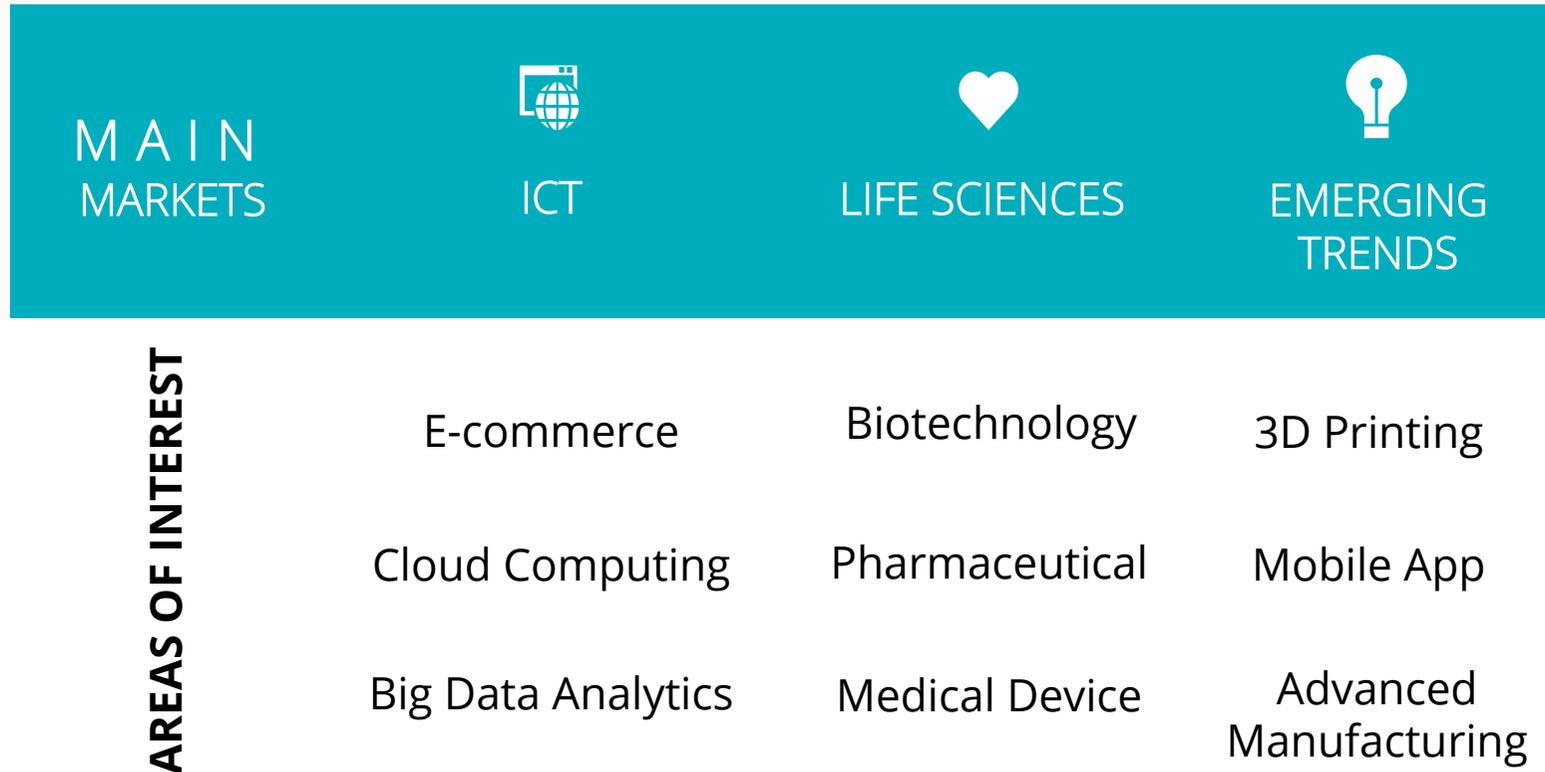
Startup e PMI non possono permettersi di sprecare tempo e risorse. Per questa ragione Fast4ward segue ogni fase dello sviluppo, supportando la ricerca di risorse per finanziare e far crescere i loro progetti e propone tariffe legate ai risultati effettivamente conseguiti, tarate sul potenziale del progetto.

## Company

Fast4Ward nasce nel 2013 come Spin-Off accademico dell'Università degli Studi di Pavia e si propone per implementare metodi e piattaforme innovativi, al fine di amplificare il potenziale di progetti imprenditoriali e trovare quel che serve per la realizzazione, utilizzando linguaggi e soluzioni ritagliate sulla realtà di start-up e PMI.

# I settori in cui operiamo

2



# I nostri Servizi

3

## BUSINESS EVALUATION

Le competenze trasversali offerte dal Team di Fast4ward consentono una valutazione preliminare del potenziale economico della startup e della PMI. Conoscere il reale valore dei brevetti o degli asset dà modo all'Azienda di pianificare con maggior accuratezza.

## BUSINESS MODELING

Supportiamo i founder tecnici a definire il modello di business più adeguato allo sviluppo dell'azienda nel lungo periodo, ponendo particolare attenzione alla valutazione del Team e all'individuazione delle competenze mancanti. Nel DNA di Fast4ward c'è un forte orientamento al Digital Marketing.

## FUNDRAISING

Aiutiamo l'azienda a reperire le risorse economiche necessarie alla crescita attraverso le fonti più adatte quali bandi nazionali e/o comunitari, finanziamenti a titolo di debito da parte di enti bancari o investimenti a titolo di equity presso Business Angel o Venture Capitalist.

## BUSINESS DEVELOPMENT

Affianchiamo l'azienda nell'individuare i target di mercato più profittevoli, i partner più strategici e sviluppando strategie e piani di vendita efficaci. Il tutto supportato da consistenti analisi di mercato.

# Portfolio Clienti

4

Settembre 2012



*Medical Devices*  
*Fundraising di €350.000*

da Gennaio 2014



*Cloud Computing*  
*Fundraising undisclosed*

Luglio 2014

*Miccone*

*Food/Retail*  
*Finanziamento di €150.000*

Aprile 2013



*Cosmetici / Farmaceutica*  
*Supporto bando da €40.000*

Febbraio 2014



*Big data & Business Intelligence*  
*Business Plan &  
Business Development*

Da Marzo 2013



*Turismo*  
*Project Management*

Da Ottobre 2013



*Co-working / FabLab*  
*Business Advisor*

da Dicembre 2012



*Associazione Ecosistema Startup*  
*Community Management*

Marzo 2014



*Scuola imprenditoriale*  
*Supporto e Formazione*

# Il nostro Team

5



Francesca  
**BRESCIA**

President

Assists the creation of hi-tech firms and spinoffs. Master Degree in Electronic Engineering at University of Pavia. PhD (IAPR) in organizational models for Technology Transfer. Previous consultant experience in Ernest & Young and Reply.



Stefano  
**DENICOLAI**

Vice President

Research professor at University of Pavia, currently holding the class of "ICTs and Innovation Management". Vice-Director PhD Program at University of Pavia, in "Economics & Management (DREAM)". Visiting Scholar at "Science and Technology Policy Research (SPRU), at University of Sussex (UK).



Matteo  
**SCARABELLI**

CEO

Hands-on experience with startups: BizDev at S5tech and Operations at Fashionis, previously scouting and screening of new ventures at "Italian Angels for Growth". Double Master Degree in Management at Universities of Pavia (Italy) and ESC Clermont (France).



Caterina  
**FARAO**

Business developer

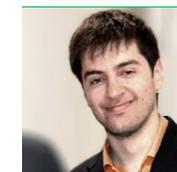
Expert of local development public administration. Coordinator of the association "Effeddi". Co-founder of the project "Entrepreneurial School" in Naples and Pavia. Master at the Iacocca Institute Business School, in Pennsylvania.



Luca  
**BALLISTA**

Associate

Co-founder of the project "Activators Pavia". Previous experience at Working Capital - Telecom Italia, in Milan. Master Degree in Marketing Management, at Bocconi University.



Marco  
**FILOCAMO**

Co-founder

Business Analyst at MCCrescendo, former Project Manager at StartCup Milano Lombardia and business assistant at RCS Media Group in New York. MSc in Economics & Management in Arts, Culture, Media & Entertainment at Bocconi University.

## TECHNOLOGY ADVISORS

[www.fast4ward.it](http://www.fast4ward.it)

Rino **CELLA**

Professor of Plant Physiology at the University of Pavia. President of the Italian Society of Plant Biology and member of the board of the company Polo Tecnologico Servizi srl

Stefano **RAMAT**

Associate Professor of Bioengineering. Director of the Center for Research in Motor Activities and Sports and the University of Pavia, board member of the company Polo Tecnologico Servizi srl

THANK YOU



[www.fast4ward.it](http://www.fast4ward.it)



[info@fast4ward.it](mailto:info@fast4ward.it)



+39 366.54 64 111

**3NTR**



<http://3ntr.eu/>

L'azienda 3NTR produce stampanti 3D basate su tecnologia FDM. L'azienda e' il prodotto di anni di esperienza nella automazione industriale per la lavorazione di fibre sintetiche, materie plastiche semplici e micronizzate.

La collaborazione che si intende attivare con il Dipartimento di Ingegneria Civile ed Architettura, **nell'ambito del Piano Strategico di Ateneo**, riguarda lo sviluppo di nuove soluzioni di stampa per materiali altamente deformabili utilizzando la tecnologia FDM. Ad oggi, esistono strumenti di prototipazione appartenenti alla fascia altamente professionale che consentono di produrre modelli con un grado di deformità medio-basso, ma nessuno che riesca a garantire alta deformabilità e al contempo elevata resistenza.

Persone di riferimento:

- Davide Ardizzoia

## ROFARMA ITALIA Srl agente e distributore esclusivo di EVONIK in Italia



Evonik è una delle principali aziende di prodotti chimici al mondo, specializzata in diversi settori come quello medicale, alimentare e delle risorse energetiche.

La collaborazione che si intende attivare con il Dipartimento di Ingegneria Civile ed Architettura, **nell'ambito del Piano Strategico di Ateneo**, sarà relativa ad applicazioni della stampante 3D alla prototipazione di sistemi per la rigenerazione tissutale (in particolare ossea e cartilaginea) a base di polimeri biodegradabili e biocompatibili per uso medico (poli-alfaidrossiacidi, policaprolattone).

Persona di riferimento:

- Francesco Roversi

**Arkedos**



<http://www.arkedos.it>

Arkedos è uno spin-off promosso dall'Università degli Studi di Pavia per valorizzare il patrimonio conoscitivo sviluppato dall'ateneo nel campo del Patrimonio Culturale negli ultimi 15 anni, sia in campo scientifico-tecnologico che storico-artistico ed economico-gestionale.

Arkedos, grazie all'esperienza maturata nel tempo e alle risorse professionali multidisciplinari di cui dispone, offre servizi di monitoraggio, diagnostica, conservazione e recupero delle superfici storiche ed artistiche, oltre che soluzioni per la gestione e la valorizzazione dei Beni Culturali. Le metodologie di indagine non invasive e le tecniche sviluppate in Arkedos sono state applicate ad ambiti paralleli e/o esterni ai beni culturali, in particolare al controllo di qualità di produzioni artigianali o prototipi in ambito medico.

La collaborazione che si intende attivare con il Dipartimento di Ingegneria Civile ed Architettura, **nell'ambito del Piano Strategico di Ateneo**, sarà relativa all'impiego di tecniche non invasive per la mappatura, modellizzazione, monitoraggio e tracciabilità di prototipazione nel campo della scienza dei materiali. Un campo specifico di utilizzo delle competenze e della strumentazione scientifica in dotazione ad Arkedos e le tecniche di prototipazione, è la conservazione delle opere d'arte ed il recupero delle superfici storiche ed artistiche.

Persone di riferimento:

- Viviana Guidetti



JULIGHT S.r.l.  
Via Cuzio 42, I-27100 Pavia, Italy  
C.F. e P.I. IT02434680183  
www.julight.it - info@julight.it

Alla cortese attenzione del  
**Prof. Ferdinando Auricchio**  
Dipartimento di Ingegneria Civile e Architettura

Pavia, 14 novembre 2014

**OGGETTO: progetto strategico di Ateneo "Virtual modeling and additive manufacturing (3D printing) for advanced materials"**

Gentile Prof. Auricchio,

con la presente intendo esprimere l'interesse della società Julight srl a partecipare al progetto strategico di Ateneo "Virtual modeling and additive manufacturing (3D printing) for advanced materials". Di seguito presento sinteticamente Julight e le ragioni dell'interesse nei confronti del Progetto in oggetto.

Julight è stata fondata nel 2011 con l'obiettivo di trasferire il grande potenziale delle tecnologie fotoniche e laser dai laboratori universitari alle applicazioni in ambito industriale e di uso comune. L'esperienza di Julight nasce dalla conoscenza acquisita in anni di ricerca scientifica applicata del Dipartimento di Ingegneria Industriale e dell'Informazione dell'Università di Pavia e del Dipartimento di Elettronica e Informazione del Politecnico di Milano.

Julight promuove un uso intelligente delle tecnologie fotoniche e della luce laser, combinando integrazione optoelettronica e miniaturizzazione con efficienze di costo e di spazio che consentono applicazioni non possibili con le tecniche tradizionali.

Julight offre una nuova classe di dispositivi e strumenti di misura non a contatto, che possono consentire - tra l'altro - il monitoraggio dei processi industriali e un accurato controllo della qualità del prodotto.

La strategia di Julight è rivolta anche allo sviluppo di dispositivi per le scienze della vita, che può aprire la strada a nuovi metodi di diagnosi e trattamenti medici.

La collaborazione che si propone di attivare con il Dipartimento di Ingegneria Civile ed Architettura, **nell'ambito del Piano Strategico di Ateneo**, riguarda lo sviluppo di tecniche di misura laser senza contatto (sia laser, sia a triangolazione tradizionale ad immagine) per la prototipazione ed il controllo di qualità degli oggetti prodotti tramite le tecnologie di stampa 3D. Lo scopo è di esplorare e creare sinergie con i produttori di stampanti 3D per equipaggiarle con sistemi di misura integrati per completare il ciclo di produzione con un controllo di qualità/ validazione.

Persone di riferimento e ruolo ricoperto in azienda:

- GUIDO GIULIANI – Chief Technology Officer
- MICHELE NORGIA – Senior R&D Engineer
- MAURO BENEDETTI – Project Engineer
- GIORGIO CAPELLI – Product Engineer

Rimanendo a disposizione per chiarimenti o eventuali ulteriori informazioni, porgo distinti saluti.

  
Anfiela Giffoni  
(Presidente e amministratore delegato)  
**Julight S.r.l.**  
Polo Tecnologico - Via Cuzio 42  
27100 Pavia, Italy  
P.I. 02434680183

## **Allegato II: Piani Istituzionali per il territorio**

In questa sezione sono riportati documenti attinenti alle attività che si intendono promuovere nell'ambito del Piano Strategico a vantaggio del territorio locale. Come promosso dalla Terza Missione dell'Università, è fondamentale che il mondo accademico sviluppi una forte connessione con il territorio locale. Questa interazione vuole essere a doppio senso: da un lato è volta a creare una rete che possa agevolare l'inserimento dei giovani laureati nel mondo del lavoro a livello locale e supportare lo slancio imprenditoriale di spin-off universitarie e start-up, dall'altra vuole favorire l'identificazione dell'Università da parte delle PMI locali come luogo di riferimento in cui poter trovare supporto specialistico oltre che a un patrimonio di risorse umane con valida preparazione.

Di seguito sono riportati alcuni documenti integrativi volti a descrivere nel dettaglio 4 distinte iniziative con cui attuare gli obiettivi per il territorio

### **1) Progetto Pavia2020**

1. Documento descrittivo del progetto "Pavia2020"
2. Lettera di cooperazione Pavia2020 ó PSA Additive Manufacturing

### **2) AFIL ó Associazione Fabbrica Intelligente Lombarda**

1. Documento di presentazione dell'associazione
2. Adesione Dipartimento Ingegneria Civile ed Architettura

### **3) Vanguard Initiative**

1. Presentazione Vanguard Initiative
2. High Performance Production with 3D Printing



Dipartimento di Scienze Economiche e Aziendali  
Università degli Studi di Pavia

*proposta per un*  
**PIANO DI SVILUPPO 2015-2020**  
**PER LA PROVINCIA DI PAVIA**

## Premessa

Il progetto intende far emergere, mettere in rete e far crescere le risorse e competenze del territorio, lungo un percorso di sviluppo sostenibile e intelligente, nella filosofia della smart specialisation strategy europea, così come declinata dalla Regione Lombardia, che costituisce il contesto principale di riferimento in cui il progetto si colloca.

Il territorio pavese ha alcune caratterizzazioni distintive. Da un lato ha conosciuto un lungo processo di de-industrializzazione, a fronte di un notevole peso del polo sanitario e universitario da un lato e della filiera agroalimentare dall'altro. Si tratta di un contesto di particolare interesse in cui sviluppare nuovi modelli di lettura del territorio, diversi dalla tradizionale visione per settori, e imperniati invece su sistemi di competenze e su filiere. Inoltre, si rende necessaria una valorizzazione delle sinergie locali accanto a quelle tra economia provinciale e sistema regionale, per un disegno profondamente innovato di politica industriale bottom-up.

### 1. Il punto di partenza: le politiche Europee e Regionali

Il progetto si svolge in stretto raccordo rispetto alle politiche regionali ed europee di sviluppo socio-economico. A monte, verranno anzitutto considerati i principi di fondo della strategia 'Europa 2020'. Quest'ultima mette l'industria al centro di un nuovo modello di crescita che deve essere intelligente, sostenibile ed inclusivo. **Intelligente** in quanto si avverte il fabbisogno di ottimizzare quanto più possibile le (scarse) risorse a disposizione. Fra l'altro, l'obiettivo è valorizzare l'Agenda Digitale Europea per sfruttare le opportunità che ne derivano, rendendo tutti i settori - non solo quelli web-based - sempre più moderni e 'connessi' in una logica multicanale. Sempre in una prospettiva di crescita intelligente l'Europa considera centrale supportare l'innovazione in rete, nonchè promuovere il programma 'Youth on the Move' per dare più opportunità ai giovani, per incentivarne la mobilità e lo spirito imprenditoriale. In questo senso, un' ulteriore punto di riferimento è il piano Entrepreneurship 2020, che ha lo scopo di favorire lo sviluppo di start-up e PMI. La crescita dovrà altresì essere **sostenibile**, quale aspetto che può e deve essere interpretato come leva di competitività. Infine, l'Europa punta ad una crescita **inclusiva**, ossia solidale per tutti i cittadini e che consideri nuove competenze e nuovi lavori. Appare evidente come queste intenzioni possano dirsi assolutamente coerenti con le priorità della Provincia di Pavia.

Il progetto "Pavia2020" si sviluppa seguendo un modello coerente con la 'Smart Specialization Strategy' (SSS), ossia un'innovativa politica europea che supera le classificazioni settoriali tradizionali e che mira a promuovere un uso più efficace ed efficiente degli investimenti pubblici in ricerca e innovazione. L'obiettivo di fondo è quella di elaborare una traiettoria di sviluppo del territorio integrata e 'place-based'. Si tratta di un approccio marcatamente 'bottom-up' in quanto teso a comprendere e valorizzare le eccellenze locali, quale stimolo per una globalizzazione 'competitiva' e 'sostenibile'. L'idea di fondo è che la frammentazione della spesa in innovazione su un elevato numero di regioni e ambiti tecnologici di frontiera rischia di inibire un impatto davvero rilevante in una qualsiasi area. La SSS - fra l'altro - parte quindi dall'analisi delle eccellenze locali per individuare quelle prioritarie e creare sinergie fra aree europee differenti ma con competenze ed interessi convergenti e/o complementari (evitando ridondanze non necessarie). I sistemi di competenze

prioritari lombardi secondo la SSS sono: aerospazio, agroalimentare, ecoindustria, industrie creative e culturali, industria della salute, manifatturiero avanzato, mobilità. Ignorare la SSS significherebbe rischiare che la Provincia di Pavia venga esclusa da questo processo di razionalizzazione degli investimenti e di specializzazione integrata. Inoltre, il piano qui proposto cercherà di individuare cluster, distretti e aree - a livello nazionale ed internazionale - in procinto di attivare progetti analoghi a quelli che si intende attivare in Provincia di Pavia, così da valutare l'ipotesi di progetti congiunti. L'importanza della SSS è rimarcata anche dal fatto che essa va ad impattare sulla pianificazione di tutti i fondi PC 2014/2020 (politiche di coesione).

La traduzione di questi principi in azioni concrete per il nostro territorio terrà in attenta considerazione il ruolo delle cosiddette "**Tecnologie Abilitanti Fondamentali**" (KET). L'Unione Europea ha avviato un percorso finalizzato ad identificare le KET che più di altre possano migliorare le capacità industriali dell'UE ed accrescere la competitività dell'economia europea. Fra queste, si cita la nanotecnologia, la micro e la nanoelettronica, la fotonica, i materiali avanzati e la biotecnologia. Si tratta di competenze dove la Regione Lombardia e la Provincia di Pavia presentano diverse eccellenze, che si prestano ad essere meglio valorizzate (specie in una logica di sistema). Inoltre, le politiche europee mirano a rafforzare il collegamento fra attività di ricerca sulle KET, impatto industriale e PMI. Ciò comprende un miglior trasferimento di tecnologia fra istituti di ricerca e imprese, nonché un fine-tuning dell'istruzione, della formazione professionale e di quella universitaria. E' interessante notare come la Commissione Europea citi espressamente la necessità di un benchmarking globale sulle KET prioritarie per l'Europa, ad esempio rispetto a regioni come USA, Giappone, Russia, Cina e India. Il piano "Pavia2020" terrà in attenta considerazione questo percorso, così da amplificare il potenziale di sviluppo locale, nonché meglio identificare le priorità d'azione, anche alla luce delle opportunità offerte dal programma Horizon 2020.

Il naturale raccordo fra le politiche europee di sviluppo ed il piano Pavia2020 è rappresentato dalle **politiche di Regione Lombardia**, ed in particolare dal Programma Regionale di Sviluppo (PRS). Si tratta - ovviamente - di azioni di per sé coerenti con quanto sopra delineato e che richiamano espressamente l'integrazione con le politiche europee (Smart specialization, KET ed Emerging industries). In questa sede si intende porre l'accento specie sui seguenti obiettivi regionali (quale mera selezione, senza pretesa di esustività):

- Sostenere la crescita delle imprese esistenti attraverso nuove forme di incentivi per gli investimenti in ricerca e innovazione, promuovendo le reti d'impresa, l'internazionalizzazione e il *made in Lombardia*, valorizzando la sostenibilità ambientale del territorio, il suo tessuto lavorativo e l'economia regionale;
- Rafforzare la capacità delle eccellenze e delle imprese leader di fare da traino per le più piccole, sostenendo le imprese in difficoltà e la diffusione della cultura della sostenibilità quale fattore per la competitività delle imprese;
- Favorire il terziario avanzato (Ict, digitale, nuove tecnologie e sviluppo di servizi *smart*) al fine di potenziare il ruolo delle imprese digitali come piattaforma di sviluppo per l'economia lombarda, attraverso l'offerta di servizi digitali innovativi a favore della

crescita delle aziende e di migliori e più economici servizi per i consumatori. In questo senso, diventa cruciale il completamento del sistema di connettività a banda larga e ultra-larga, per consentire il collegamento veloce sia al sistema delle imprese sia alla Pubblica Amministrazione e ai cittadini e lo sviluppo di servizi;

- Accrescere la competitività delle imprese di servizi, logistica, mobilità delle merci e *trading* con particolare riguardo all'innovazione, alla diffusione delle tecnologie ICT, ad azioni di accompagnamento imprenditoriale e alla promozione di forme aggregative. Con riguardo particolare alle imprese di logistica, si favorirà lo sviluppo e il consolidamento di servizi di distribuzione delle merci, anche in ambito urbano, efficienti economicamente ed ecosostenibili.

Trasversalmente ai temi sopra citati, Regione Lombardia assegna una particolare attenzione alle **start-up innovative** di tutti i settori e agli **spin off della ricerca**, al fine di sostenere la nascita di nuove attività economiche capaci di competere su nuovi mercati e generare occupazione. Le politiche lombarde 2013-2018 richiamano inoltre l'importanza di "*preservare il valore delle diverse forme di aggregazioni delle imprese (distretti, metadistretti, cluster, reti), rafforzando l'identità della produzione manifatturiera e artigianale lombarda, promuovendone l'immagine sia per supportare il processo di internazionalizzazione che per catalizzare l'attenzione degli investitori esteri.*".

Con riferimento particolare al settore agricolo ed al **sistema agroalimentare** - una priorità per la Provincia di Pavia - questo piano presterà grande attenzione al *Programma di sviluppo rurale 2014-2020*, finalizzato, fra l'altro, a: introdurre nuovi strumenti informativi a servizio delle imprese agricole, sviluppare servizi di business digitali, tutelare la redditività d'impresa, sviluppare nuove competenze (specie per gestire al meglio i cambiamenti climatici), promuovere l'imprenditorialità e l'innovazione sempre più anche in questo comparto, promuovendo altresì il turismo rurale e l'agriturismo.

Queste politiche rappresentano quindi la cornice strategica entro cui si svilupperà il piano qui proposto.

## 2. Obiettivi

Tenuto conto dei presupposti sopra delineati, l'obiettivo di questo progetto è quello di redigere un piano che sia di stimolo per lo sviluppo del tessuto economico-imprenditoriale in Provincia di Pavia (Pavia2020), verso la definizione di una vision di sistema e, se possibile, di strumenti di programmazione integrata rispetto alle azioni regionali, nazionali, europee.

Il piano intende coinvolgere i diversi attori del territorio e costituisce uno strumento di condivisione del percorso di sviluppo da intraprendere affinché la provincia sperimenti e faccia crescere il proprio modello di *smart specialisation strategy*, in raccordo con il quadro di policy regionale ed europeo.

Dopo aver delineato una situazione aggiornata circa punti di forza, di debolezza, opportunità e minacce, si cercherà di proporre obiettivi e direttrici di rilancio del territorio, verso l'accrescimento dei suoi livelli di appetibilità e competitività. Il fine è inoltre quello di identificare le leve prioritarie per rilanciare le vocazioni esistenti, nonchè capire se e come possano svilupparsi nuove eccellenze. Per ottenere questo risultato si studieranno ambiti

emergenti caratterizzati da un potenziale di crescita significativo, ad alto contenuto di conoscenza, connessi a fenomeni di *cross sector spillover*, in grado di innescare circoli virtuosi di cambiamento nel territorio.

Le azioni proposte dovranno stimolare il consolidarsi di un **'Enabling Environment'**, ossia un insieme armonico e consonante di condizioni interrelate - legali, fiscali, organizzative, culturali, politiche di sviluppo economico-imprenditoriale, ecc. - tali da impattare positivamente sulla capacità degli attori locali di crescere, attivare iniziative collaborative e cogliere le opportunità che si presentano, rendendoli maggiormente propositivi e proattivi. Nello svolgere l'analisi, si cercherà di superare le classificazioni settoriali tradizionali, ragionando in una logica di filiera, considerando ambiti di business emergenti e - coerentemente con la Smart Specialization Strategy - utilizzando il modello proprio dei 'sistemi di competenza produttivi e scientifici'. A titolo esemplificativo, fra le aree potenzialmente oggetto di approfondimento si citano le seguenti: Scienze della Vita, Fabbrica 'intelligente', Agrifood, Tecnologie per le Smart Communities, Edilizia sostenibile e ambiente, chimica verde, Industrie creative e culturali, Mobilità sostenibile.

L'obiettivo di questo lavoro è altresì quello di sviluppare progetti espressamente pensati per valorizzare le opportunità create dalle politiche industriali europee, nazionali e regionali.

Il piano si sviluppa secondo un **modello 'bottom-up'**, teso ad attivare una concertazione su più livelli istituzionali ed a stimolare un confronto continuo con tutti i principali attori del territorio riguardo a: obiettivi, vision, risultati intermedi ed azioni da intraprendere. A tal fine verranno organizzati **momenti di informazione e discussione** sugli scenari industriali con esperti, opinion leaders, e in generale con imprese e stakeholders locali. Inoltre, lo studio intende mappare tutti i principali progetti già previsti da parte di associazioni, reti di imprese, distretti, poli tecnologici, aziende leader, alla ricerca di sinergie e convergenze verso obiettivi comuni. Il progetto si avvale di uno **'Steering Committee'** (vedi sezione 5), con funzioni di indirizzo strategico, a cui il team di progetto renderà conto in termini di stato avanzamento lavori, attivando un confronto su eventualità criticità emerse ed azioni correttive da intraprendere. Il piano nel suo complesso si articola in **cinque moduli** e - in ultima istanza - intende arrivare a proporre una serie di progetti 'chiave' per lo sviluppo del territorio, da portare successivamente all'attenzione delle Istituzioni a diversi livelli. L'auspicio è che tale rilevazione possa altresì fornire utili elementi per affinare attività e servizi delle associazioni imprenditoriali, così da renderli sempre più coerenti con i reali fabbisogni del tessuto locale.

Infine, si presterà particolare attenzione ad una intensa attività di **disseminazione dei risultati**, che prevederà tanto momenti di confronto con il territorio - workshop mirati e convegno di chiusura - quanto la redazione di un **rapporto finale** che verrà predisposto in due versioni: integrale (ad uso prevalentemente interno) e sintetica (ad uso divulgativo). Si valuterà l'ipotesi di creare un **portale web di progetto**, che fungerà da strumento di contatto e dialogo con il territorio ed i vari attori coinvolti. Si illustrano di seguito i cinque moduli sopra citati, ossia: (1) *Analisi del sistema economico-imprenditoriale in "Provincia di Pavia"*; (2) *Benchmarking rispetto a contesti comparabili*; (3) *Individuazione di obiettivi e direttrici di sviluppo*; (4) *Pre-progettazione di azioni di sviluppo*; (5) *Approfondimento su innovazione, start-up e re-startup*.

### 3. Moduli che compongono il piano

#### 3.1. Analisi del sistema economico-imprenditoriale "Provincia di Pavia"

<p><b>OBIETTIVI</b></p>	<p>Questo modulo preliminare intende raccogliere una serie di informazioni sul tessuto economico-imprenditoriale della Provincia di Pavia, rispetto allo <b>scenario nazionale ed internazionale</b>.</p> <p>Il fine è quello delineare un quadro della situazione locale che sia quanto più approfondito possibile, secondo <b>prospettive alternative ed innovative</b>, così da far emergere criticità ed opportunità difficilmente ravvisabili sulla base dei rapporti noti e di modelli di lettura tradizionali.</p> <p>Verranno poste le basi per attivare un Osservatorio delle industrie, filiere e cluster emergenti.</p> <p><u>Questo modulo è da intendersi quale preconditione fondamentale per tutti i successivi.</u></p>
<p><b>FOCUS</b></p>	<p>Seguendo l'approccio Smart Specialization Strategy, si cercherà - fra l'altro - di superare la tradizionale visione settoriale e la classificazione ATECO, analizzando le imprese locali:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• per <b>sistemi di competenze</b> (vedi SSS);</li> <li>• per <b>filiere</b>, mappando le interconnessioni e le dinamiche lungo le catene del valore;</li> <li>• per <b>cluster</b>, considerando tanto quelli tradizionali (es. distretto meccanocalzaturiero di vigevano), quanto cluster emergenti;</li> <li>• per "<b>generazione</b>" d'impresa, per fornire una visione alternativa dello stato dell'arte;</li> <li>• per "<b>modello imprenditoriale</b>" e per "<b>modelli di business</b>", al fine di raccogliere elementi per definire azioni mirate e trasversali rispetto agli ambiti produttivi. Le principali variabili prese in considerazione saranno:             <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <i>profilo aziendale, ambito di attività, ed interconnessione con settori e filieri differenti;</i></li> <li>▪ <i>competenze;</i></li> <li>▪ <i>base tecnologica e allineamento attuale o potenziale a KETs;</i></li> <li>▪ <i>livelli di innovazione e iniziative in qualche misura riconducibili a dinamiche di 'open innovation';</i></li> <li>▪ <i>livelli di internazionalizzazione;</i></li> <li>▪ <i>modelli di business;</i></li> <li>▪ <i>strategia di finanziamento, criticità e fabbisogni;</i></li> <li>▪ <i>potenziale di crescita;</i></li> <li>▪ <i>performance aziendale.</i></li> </ul> </li> </ul> <p>Verranno inoltre mappati tutti i <b>principali progetti di sviluppo locale</b> sviluppati in Provincia di Pavia e promossi da attori di diverso tipo, quali: enti istituzionali, associazioni, reti di imprese, poli tecnologici, aziende leader, ecc.</p> <p>La prospettiva sarà <b>longitudinale</b>, ossia volta a cogliere il trend nel tempo, anziché una mera fotografia dell'esistente (ciò significa raccogliere, per alcune variabili critiche, anche un panel di dati su diversi anni).</p> <p>Infine, verranno identificati alcuni casi studio di imprese locali di successo, da diffondere nel territorio e da cui apprendere buone pratiche.</p>
<p><b>METODOLOGIA</b></p>	<p>Le rilevazioni sopracitate non sono possibili con i dati oggi a disposizione. Una vasta raccolta di dati reperibili da fonti pubbliche verrà quindi integrata con:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ almeno 150 questionari cartacei e/o online, estremamente semplici, brevi e mirati ad</li> </ul>

	<p>un campione selezionato;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ almeno 20 interviste a: esperti, opinion leaders, rappresentanti di stakeholders 'chiave' nel territorio, imprenditori casi di successo;</li> <li>▪ alcuni focus group (da definire meglio in ragione delle esigenze progettuali);</li> <li>▪ eventuale acquisto di banche dati / informazioni a pagamento.</li> </ul> <p>I dati raccolti verranno poi elaborati - alla luce dell'impostazione sopra definita - mediante tecniche di data-mining. Più nello specifico:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ analisi di statistica descrittiva, per fornire un quadro sintetico ed intuitivo dello stato dell'arte;</li> <li>▪ analisi di statistica multivariata, per rilevare le interconnessioni fra le variabili analizzate e i rapporti 'causa-effetto';</li> <li>▪ cluster analysis, per evidenziare ed approfondire: modelli "tipo" delle imprese pavesi e livelli di consistenza delle filiere, esplorazione di nuove aggregazioni di imprese o di competenze.</li> </ul>
--	---

### 3.2. Benchmarking

<b>OBIETTIVI</b>	<p>Il fine di questa azione è quello di individuare e studiare un panel di contesti geografici - italiani e non - che possano presentare elementi di spunto e riflessione per progettare al meglio le direttrici di sviluppo socio-economico della Provincia di Pavia.</p> <p>L'obiettivo ultimo è mappare ed individuare 'best practices' da importare, tenuto conto delle specificità del contesto pavese, con particolare attenzione alle KET individuate dall'UE e ritenute prioritarie nel contesto pavese</p> <p>Il benchmarking servirà altresì ad individuare interessi convergenti con altri cluster/aree, specie a livello di ricerca e innovazione, coerentemente con l'approccio 'Smart Specialization Strategy'.</p>
<b>FOCUS</b>	<p>I sistemi locali per questo raffronto verranno scelti in quanto:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ rappresentano sistemi eccellenti da cui prendere spunto;</li> <li>▪ hanno attraversato (o stanno attraversando) un periodo di crisi pronunciata ed hanno individuato leve vincenti per rilanciare il proprio tessuto economico-imprenditoriale;</li> <li>▪ hanno saputo declinare il proprio sviluppo in termini di 'Smart Specialization Strategy';</li> <li>▪ sono comparabili alla Provincia di Pavia.</li> </ul> <p>In primis verranno individuati 10-15 sistemi - sia italiani che internazionali - ritenuti potenzialmente interessanti, i quali saranno oggetto di analisi preliminare 'on desk'. In base a quanto emerso, ne verranno scelti 2-3 che saranno oggetto di approfondimento mediante indagine sul campo.</p>
<b>METODOLOGIA</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ analisi di dati da fonti pubbliche;</li> <li>▪ interviste in profondità ed in loco con attori chiave dei sistemi individuati;</li> <li>▪ focus group di confronto fra attori di sistemi differenti (compresi attori pavesi).</li> </ul>

### 3.3. Scenari, Obiettivi e Diretrici

<p><b>OBIETTIVI</b></p>	<p>Le informazioni raccolte mediante l'analisi dello stato dell'arte (M2.1) e grazie al benchmarking (M2.2) diventano la base per elaborare - anzitutto - una serie di scenari di sviluppo futuri, dipendenti tanto dalla situazione di fatto quanto dalle scelte degli amministratori locali.</p> <p>Questo consentirà di individuare <b>obiettivi e diretrici di sviluppo</b>, articolati in modo attentamente ragionato lungo un piano di sviluppo quinquennale, che sarà interconnesso a simulazioni su <b>scenari di sviluppo futuri e "costi del non fare"</b>. In questa fase si delineeranno anche le condizioni critiche per lo sviluppo di un "Enabling Environment" in Provincia di Pavia favorevole allo sviluppo socio-economico e imprenditoriale in una logica sostenibile e solidale.</p> <p>Si cercherà altresì di fornire una serie di spunti per affinare/ripensare il <b>ruolo delle associazioni imprenditoriali</b>, arrivando a "pesare" l'importanza dei diversi servizi offerti, nonchè suggerendone di nuovi.</p> <p>Obiettivi e Diretrici saranno articolati in due macro-categorie:</p> <p>a) <b>INDICAZIONI E PROGETTI A IMPATTO IMMEDIATO:</b> si tratta di un pacchetto di obiettivi, idee e progetti - ristretti ad alcuni temi prioritari, finalizzati a ricadute sia di breve che di medio-lungo termine - da sviluppare <u>in tempi brevi</u>, per cogliere alcune vicine finestre di opportunità (ad esempio, Expo2015) e sperimentare nel concreto e nell'immediato il percorso di condivisione 'bottom-up' con il territorio per valutarne criticità e affinarne il processo; essi verranno elaborati essenzialmente alla luce di quanto raccolto grazie al modulo "<i>1.Analisi di sistema</i>". In questo pacchetto è previsto in particolare <b><u>un progetto mirato sulle tecnologie alimentari</u></b>, dove si valuteranno in ottica sia di filiera sia di cluster innovativo le possibili dinamiche in ottica SSS ed i modelli di accompagnamento di un comparto rilevante come quello agroalimentare pavese. In ragione degli obiettivi degli attori in gioco e delle opportunità, si potrebbe –in aggiunta al precedente- sviluppare un progetto sulle <u>tecnologie per la valorizzazione del patrimonio culturale</u> e per lo sviluppo del turismo culturale.</p> <p>b) <b>OBIETTIVO PAVIA2020:</b> rappresenta l'output principale dello studio nel suo insieme. Sarà più ampio, approfondito e completo rispetto alle '<i>Indicazioni preliminari</i>' (a), valorizzerà l'output di tutti moduli qui presentati.</p>
<p><b>FOCUS</b></p>	<p>I macro-obiettivi verranno declinati in <b>diretrici di sviluppo</b>. <u>In via preliminare</u>, è possibile ipotizzare che tali diretrici tenderanno ad articolarsi lungo le seguenti tematiche (che prenderanno corpo e sostanza grazie allo</p>

	<p>studio in oggetto):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <b>Innovazione</b> ed identificazione di opportunità di rilancio/riposizionamento strategico per le imprese che risultino 'incagliate' in percorsi evolutivi senza futuro;</li> <li>▪ Sviluppo del <b>Capitale Umano; Imprenditorialità</b>, sviluppo di una nuova cultura "del fare impresa" in Provincia di Pavia, basata su competenze evolute e orientata verso nuove vocazioni;</li> <li>▪ <b>Internazionalizzazione</b>, al fine di meglio capire come ampliare i propri mercati ed approcciarli nel modo più idoneo, anche trovando soluzioni "low cost";</li> <li>▪ <b>Reti d'impresa, contratti di rete</b> e potenziamento delle relazioni "critiche", ad esempio con l'Università e con il sistema ospedaliero, quali laboratori di innovazione che devono diventare sempre più al servizio di imprese e imprenditorialità locale;</li> <li>▪ <b>Sviluppo di interconnessioni originali fra filiere sconnesse</b> (es. biotecnologie e agroalimentare; salute e benessere; turismo e tecnologie green, ecc.);</li> <li>▪ Analisi fonti di <b>Finanziamento</b> e esplorazione di nuovi canali, in primis 'equity market' (business angels, venture capitalist) e piattaforme di crowdfunding;</li> <li>▪ <b>Riqualificazione dei poli industriali;</b></li> <li>▪ <b>Sviluppo infrastrutturale</b>, considerando come prioritarie quelle di mobilità e trasporto e quelle digitali;</li> <li>▪ <b>Rapporto Pubblica Amministrazione - Impresa</b> (e sua digitalizzazione).</li> </ul> <p>Ciascuna direttrice sarà attentamente dettagliata rispetto alle reali esigenze, priorità e potenzialità del territorio. Non si esclude (anzi è probabile) l'emergere di altre direttrici.</p>
<p><b>METODOLOGIA</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ rielaborazione delle informazioni raccolte grazie a moduli 2.1 e 2.2;</li> <li>▪ interviste ad amministratori provinciali e regionali;</li> <li>▪ incontri di confronto con stakeholders locali, per discutere risultati preliminari dello studio, scenari possibili e possibili direttrici di sviluppo;</li> <li>▪ programmazione integrata su diversi livelli istituzionali;</li> <li>▪ fondamentale sarà l'organizzazione di incontri "dal basso" ispirati a logiche di programmazione negoziata, anche per migliorare la comunicazione e il dialogo fra le varie associazioni imprenditoriali ed il territorio.</li> </ul>

### 3.4. Progettazione di Azioni di sviluppo

<p><b>OBIETTIVI</b></p>	<p>Alla luce di obiettivi e direttrici di sviluppo (M2.3), tenuto conto delle politiche europee e regionali, questa fase mira a pre-progettare una serie di azioni di sviluppo su cinque anni per rilanciare concretamente il territorio. Si cercherà di</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• coniugare un sano fabbisogno di idee innovative ed ambiziose, con la concretezza che deriva da ciò che è effettivamente fattibile sulla base delle risorse disponibili, dell'effettivo potenziale locale, della</li> </ul>
-------------------------	--

	<p>volontà dei <i>policy makers</i>;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• conciliare strategie di sviluppo di medio-lungo termine con impulsi alla crescita nel breve periodo;</li> <li>• individuare pure azioni relativamente 'low cost', per massimizzare il rapporto 'costi-benefici' in un periodo di risorse scarse.</li> </ul> <p>Coerentemente con l'impostazione del modulo "3.Obiettivi" si presenterà un primo set di progetti mirati in tempi brevi - su tematiche specifiche e per valorizzare opportunità di breve termine - e un secondo set più articolato, accurato ed esaustivo al termine dei lavori (vedi Gantt nella sezione 4).</p>
<b>FOCUS</b>	<p>Per ciascuna azione individuata, l'attività di pre-progettazione arriverà a delineare schede analitiche articolate sulla base dei seguenti contenuti:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li><i>obiettivi e descrizione;</i></li> <li><i>sinergie rispetto alle politiche europee e/o regionali;</i></li> <li><i>breve studio preliminare di fattibilità;</i></li> <li><i>indicazioni sui costi (macro);</i></li> <li><i>stima preliminare dell'impatto socio-economico dell'azione (benefici);</i></li> <li><i>stima sui tempi;</i></li> <li><i>indicatori per monitorare l'andamento di progetti e organizzare un eventuale follow-up;</i></li> <li><i>livello di priorità sulla base di metodo scientifico e KPI coerenti con l'impianto generale fornito nel modulo 2.3;</i></li> </ol> <p>Queste informazioni forniranno ad istituzioni, associazioni imprenditoriali e in genere agli stakeholders locali gli strumenti per capire su quali azioni focalizzarsi.</p>
<b>METODOLOGIA</b>	<p>Le schede-azione verranno progettate sulla base di modelli consolidati di valutazione costo-benefici, tecniche di business planning, strumenti di project management per pianificare attività e tempi (es. WBS, Gantt).</p>

### 3.5. Approfondimento: Imprenditorialità, Startup e RE-startup

<p><b>OBIETTIVI</b></p>	<p>Uno dei quattro pilastri della strategia regionale per l'innovazione è il supporto ed il potenziamento delle idee nuove che possano tradursi in nuova imprenditorialità. A partire da tale presupposto, l'obiettivo di questo approfondimento è quello di fare - per la prima volta - il punto in Provincia di Pavia sull'imprenditorialità emergente e sulla presenza di start-up e spin-off ad elevato potenziale, quale motore di sviluppo del territorio e quale fenomeno che sfugge alle rilevazioni tradizionali. Si presterà particolare attenzione alle realtà emergenti legate ai KET individuati come prioritari.</p> <p>Il fine ultimo è quello di identificare e supportare embrioni di esperienze imprenditoriali evolute, per diffonderle, creando un contesto favorevole a queste iniziative - 'Enabling Environment' - accrescendo così il livello di appetibilità del nostro territorio in chiave imprenditoriale. Ciò comprende anche infrastrutture e servizi avanzati per l'innovazione come - ad esempio - spazi di co-working, oppure fab-lab/open-lab.</p> <p>Questo modulo terrà in attenta considerazione anche le dinamiche di <i>equity financing</i> (privati, business angels, VCs), quale meccanismo che - insieme ad altri - può rivelarsi decisivo nello stimolare la (debole) crescita delle imprese pavese.</p> <p>Quest'azione si svilupperà anche alla luce del piano europeo 'Entrepreneurship 2020' che fra le sue priorità individua: lo sviluppo di una nuova cultura imprenditoriale, la creazione di eco-sistemi per l'innovazione adatti alle specificità italiane/locali, l'accrescimento del potenziale imprenditoriale di specifici gruppi (es. disoccupati, donne, ecc.).</p>
<p><b>FOCUS</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• mappatura delle startup e degli spinoff, per capire lo stato dell'arte in provincia di Pavia;</li> <li>• mappatura di business angels inseriti in reti nazionali/ internazionali;</li> <li>• mappatura dell'intero eco-sistema dell'innovazione (locale e principali interconnessioni con l'esterno), per capire quali attori siano presenti e quale sia il loro reale ruolo per lo sviluppo del territorio (incubatori, poli tecnologici, spazi di co-working, servizi di consulenza, formazione avanzata, supporto alla gestione della proprietà intellettuale, business plan competitions, ecc.);</li> <li>• identificazioni di PMI ad alto potenziale che - alla luce di particolari competenze, idee e/o tecnologie, e pur non potendosi definire 'start-up' - se adeguatamente supportate possono rilanciarsi e ricominciare a crescere. Definiamo queste realtà come possibili 'Re-startup';</li> <li>• identificazione di trend in atto, criticità ed opportunità di sviluppo, che nascono da questi fenomeni ma che possono irradiarsi a tutte le imprese locali;</li> </ul>
<p><b>METODOLOGIA</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ rielaborazione di informazioni raccolte in fase M1.1</li> <li>▪ raccolta di informazioni integrative rispetto a M1.1, mediante analogia metodologia.</li> </ul>

## 4. Attività e tempi

I tempi di sviluppo dell'indagine e di redazione dei report sono stimati in via indicativa in 9 mesi dall'avvio dei lavori, secondo il seguente Gantt, dove si riportano anche le principali milestones:

	Mese1	Mese2	Mese3	Mese4	Mese5	Mese6	Mese7	Mese8	Mese9
1. Analisi Sistema									
2. Benchmarking									
3. Obiettivi e Diretrici									
4. Pre-progettazione Azioni									
5. Start-up e Restart-up									
Milestone 1: presentazione progetti <u>preliminari</u>									
					Milestone 2: prima bozza del <u>rapporto</u>				
					Milestone 3: Condivisione risultati e chiusura <u>progetto</u>				

## 5. Team e Governance di progetto

Il team di progetto è coordinato da due ricercatori senior dell'Università di Pavia:

- prof. Antonella Zucchella (responsabile di progetto), professore ordinario di Strategia, Imprenditorialità e Marketing, già Direttore del Dipartimento di Scienze Economiche e Aziendali dell'Università di Pavia;
- prof. Stefano Denicolai, ricercatore senior, titolare del corso 'Innovation Management', co-titolare del corso in "Economia e Gestione delle Imprese"; membro del comitato scientifico di asseverazione dei Contratti di Rete per Confindustria-Roma.

In funzione del piano di ricerca che verrà effettivamente attivato, il team verrà integrato da alcune risorse junior, e si prenderà in considerazione l'ipotesi di introdurre anche altri ricercatori senior con elevate competenze su tematiche specifiche.

Sarà inoltre previsto uno '**Steering Committee**' con funzione di indirizzo strategico che si occuperà di:

- *garantire l'allineamento fra attività svolte e gli obiettivi strategici dei principali stakeholder territoriali;*
- *verificare e validare i risultati via via ottenuti;*
- *collaborare con il team di progetto per reindirizzare le attività pianificate qualora ciò si renda necessario alla luce dei dati emersi in itinere;*
- *supportare il team di progetto nelle relazioni i principali stakeholder territoriali.*

Saranno redatti report sintetici intermedi, a cui si accompagneranno diversi momenti di incontro e discussione - uno al mese - fra team di progetto e Steering Committee, nonché con i diversi stakeholders locali.



CONFINDUSTRIA PAVIA

<http://www.confindustria.pv.it>

**Sede di Pavia**

via Bernardino da Feltre, 6  
C.P. 190 - 27100 Pavia  
tel. 0382 37521 r.a. - fax 0382 539008  
e-mail: [pavia@confindustria.pv.it](mailto:pavia@confindustria.pv.it)

**Sede di Vigevano**

viale Mazzini, 34  
27029 Vigevano  
tel. 0381 697811 - fax 0381 83904  
e-mail: [vigevano@confindustria.pv.it](mailto:vigevano@confindustria.pv.it)

**Sede di Voghera**

via Emilia, 166 - Palazzo Dattili  
27058 Voghera  
tel. 0383 34311 - fax 0383 343144  
e-mail: [voghera@confindustria.pv.it](mailto:voghera@confindustria.pv.it)

Pavia, 12 novembre 2014

Egr. Signor

**Prof. FERDINANDO AURICCHIO**

**DIPARTIMENTO INGEGNERIA CIVILE E ARCHITETTURA**

**UNIVERSITA' DEGLI STUDI**

**PAVIA**

Data la forte affinità di tematiche e linee operative proposte dal Piano Strategico di Ateneo "**Virtual modeling and additive manufacturing (3D printing) for advanced materials**" con quelle oggetto del Progetto "**Pavia2020**", si vuole con la presente sottolineare l'attivazione di una stretta collaborazione tra gli attori principali dei due progetti.

Come sottolineato nel documento allegato, il progetto "Pavia2020" mira a valorizzare le competenze del territorio, sulla scia dei principi di fondo strategici promossi a livello europeo con il programma "Horizon2020" e declinati a livello regionale dalla Regione Lombardia.

Si sottolinea soprattutto l'attenta considerazione posta da "Pavia2020" verso il ruolo delle cosiddette "**Tecnologie Abilitanti Fondamentali**" (KET). L'Unione Europea ha avviato un percorso finalizzato ad identificare le KET che più di altre possano migliorare le capacità industriali dell'UE ed accrescere la competitività dell'economia europea.

Fra queste, rientrano a piano titolo tematiche come l'**additive manufacturing** ed i **materiali avanzati**, competenze dove la Provincia di Pavia presenta diverse eccellenze che si prestano ad essere meglio valorizzate. Non a caso, "Advanced Manufacturing" è uno degli approfondimenti previsti da Pavia2020. Il Progetto Strategico di Ateneo "**Virtual modeling and additive manufacturing (3D printing) for advanced materials**" presenta inoltre importanti sinergie anche con altre filiere oggetto di approfondimento di Pavia2020, in primis: Filiera della Salute, Industrie Creative, Eco-sistema dell'Innovazione e Startups.

Inoltre, le politiche europee mirano a rafforzare il collegamento fra attività di ricerca sulle KET, impatto industriale e PMI. Ciò comprende un miglior trasferimento di tecnologia fra istituti di ricerca e imprese, nonché un fine-tuning dell'istruzione, della formazione professionale e di quella universitaria.

Al fine di sostenere la nascita di nuove attività economiche capaci di competere su nuovi mercati e generare occupazione, verrà prestata grande attenzione allo sviluppo di **start-up innovative** di tutti i settori e agli **spin off della ricerca**.

Si vede quindi una linea operativa comune tra i due progetti nell'attuazione di attività istituzionali mirate allo sviluppo delle realtà locali pavesi, in linea con gli obiettivi cardine della Terza Missione dell'Università.

Cordiali saluti.

IL DIRETTORE  
dr. Francesco Caracciolo



AFIL- ASSOCIAZIONE FABBRICA INTELLIGENTE LOMBARDIA

**MACRO TEMATICHE E TEMI DI SVILUPPO STRATEGICI  
PER IL MANIFATTURIERO AVANZATO IN LOMBARDIA**

11/07/2014

## **Autori**

Gruppo di roadmapping AFIL:

*Enrico Annacondia (Ucimu)*

*Marcello Colledani (Politecnico di Milano)*

*Giacomo Copani (CNR-ITIA)*

*Rosanna Fornasiero (CNR-ITIA)*

*Luca Giorleo (Università di Brescia)*

*Gianmarco Griffini (Politecnico di Milano)*

*Stefano Ierace (Consorzio Intellimech)*

*Francesco Mordeglia (Ucimu)*

*Roberto Pinto (Università di Bergamo)*

*Fabiana Pirola (Università di Bergamo)*

*Giacomo Tavola (Politecnico di Milano)*

*Federico Vicentini (CNR-ITIA)*

*Andrea Zangiacomi (CNR-ITIA)*

Documento approvato dal Consiglio Direttivo in data 09/07/2014

## Indice

1	Introduzione .....	7
2	Il Settore Manifatturiero in Lombardia.....	7
3	La sintesi delle roadmap Europee e Nazionali sulla ricerca nel Manifatturiero .....	9
3.1	Processi di Produzione Avanzati .....	10
3.1.1	Additive Manufacturing .....	10
3.1.2	Sistemi e processi laser .....	12
3.1.3	Processi micro e nano .....	12
3.1.4	Processi di lavorazione e nobilitazione superficiale.....	12
3.1.5	Processi ibridi.....	12
3.1.6	Alte prestazioni (alta precisione, alta produttività, alta affidabilità) .....	12
3.1.7	Processi avanzati di deformazione, lavorazione e asportazione per nuovi materiali .....	13
3.2	Meccatronica per il manifatturiero avanzato .....	13
3.2.1	Sensoristica, monitoraggio e controllo .....	13
3.2.2	Componenti, macchine e robot intelligenti .....	13
3.2.3	Metodi e tecnologie di progettazione e configurazione di sistemi e architetture intelligenti ...	14
3.3	Metodi e strumenti di modellazione, simulazione e supporto alle previsioni.....	14
3.3.1	Modellazione e simulazione per la progettazione e gestione integrata di prodotti, processi e sistemi	14
3.3.2	Modellazione e simulazione per la previsione delle performance dei sistemi produttivi .....	14
3.3.3	Modellazione e simulazione per la produzione di materiali innovativi .....	15
3.4	Information and Communication Technologies (ICT) per il Manufacturing .....	15
3.4.1	Soluzioni ICT per la fabbrica e l'inclusione del mondo reale nella fabbrica .....	15
3.4.2	Soluzioni ICT per la modellazione e memorizzazione di grandi quantità di dati, la loro visualizzazione e l'estrazione automatica delle informazioni .....	15
3.4.3	Soluzioni ICT per implementare piattaforme distribuite e collaborative orientate ai servizi .....	15

# MACRO TEMATICHE E TEMI DI SVILUPPO STRATEGICI PER IL MANIFATTURIERO AVANZATO IN LOMBARDIA



AFIL – Associazione Fabbrica Intelligente Lombardia

RIFERIMENTO:

Roadmap

3.4.4	Soluzioni ICT per la gestione dell'impresa estesa .....	15
3.4.5	Soluzioni ICT per progettazione, produzione e servizi centrati sul cliente .....	15
3.4.6	Tecnologie per nuove infrastrutture ICT.....	16
3.4.7	Soluzioni ICT per migliorare l'efficienza energetica .....	16
3.5	Tecnologie e metodi per "la fabbrica per le persone" .....	16
3.5.1	Interazione avanzata uomo-macchina.....	16
3.5.2	Tecnologie per ambienti più confortevoli e sicuri .....	16
3.5.3	Aumento della competitività attraverso la valorizzazione delle persone.....	16
3.5.4	Attrattività dell'ambiente di fabbrica .....	17
3.6	Tecnologie per un Manifatturiero Sostenibile .....	17
3.6.1	Processi di produzione sostenibili.....	17
3.6.2	Fabbriche per la de-produzione.....	17
3.7	Produzione e impiego di materiali innovativi .....	18
3.7.1	Materiali per ambienti estremi.....	18
3.7.2	Materiali per la produzione e l'immagazzinamento dell'energia .....	18
3.7.3	Materiali per applicazioni nel settore delle costruzioni.....	18
3.7.4	Materiali per display .....	18
3.7.5	Materiali bio-based ed eco-compatibili .....	18
3.7.6	Materiali multi-funzionali .....	18
3.7.7	Micro e nano materiali .....	19
3.7.8	Materiali rinnovabili ad alte prestazioni .....	19
3.8	Strategie e management per il Manifatturiero.....	19
3.8.1	Metodi e strumenti per la progettazione e gestione della strategia manifatturiera .....	19
3.8.2	Strategie per la supply chain.....	19
3.8.3	Business model orientati ai servizi.....	19
3.8.4	Strategie per la produzione orientata al cliente .....	20

# MACRO TEMATICHE E TEMI DI SVILUPPO STRATEGICI PER IL MANIFATTURIERO AVANZATO IN LOMBARDIA



AFIL – Associazione Fabbrica Intelligente Lombardia

RIFERIMENTO:

Roadmap

3.8.5	Modelli di business e supply chain per l'End-of-Life .....	20
4	Il processo di condivisione della strategia di ricerca e innovazione implementato da Regione Lombardia	20
5	Macro-tematiche strategiche per il Manifatturiero Avanzato in Lombardia.....	21
5.1	Produzione con processi innovativi .....	21
5.2	Sistemi di produzione evolutivi e adattativi.....	22
5.3	Sistemi produttivi ad alta efficienza .....	22
5.4	Sistemi produttivi “per le persone” .....	22
5.5	Produzione di prodotti personalizzati.....	22
5.6	Sistemi per la sostenibilità ambientale .....	23
5.7	Aggregazione di Imprese collaborative e dinamiche .....	23
6	TemI di sviluppo per ciascuna macro tematica strategica .....	23
6.1	TemI di sviluppo per la macro-tematica “Produzione con processi innovativi” .....	25
6.1.1	Tecnologie per processi di produzione avanzati per prodotti ad alto valore aggiunto .....	25
6.1.2	Tecnologie e processi di produzione per materiali innovativi .....	25
6.1.3	Meccatronica per processi innovativi .....	26
6.1.4	Tecnologie e metodi per la modellazione e simulazione di processi innovativi .....	26
6.2	TemI di sviluppo per la macro-tematica “Sistemi di produzione evolutivi e adattativi” .....	26
6.2.1	Modellazione e simulazione per i sistemi evolutivi e adattativi .....	26
6.2.2	Meccatronica per i sistemi evolutivi e adattativi .....	26
6.2.3	ICT per sistemi produttivi evolutivi e adattativi.....	26
6.2.4	Tecnologie per potenziare l'adattatività delle persone alla turbolenza del contesto .....	26
6.2.5	Tecnologie per sistemi produttivi adattativi sostenibili.....	27
6.3	TemI di sviluppo per la macro-tematica “Sistemi produttivi ad alta efficienza”.....	27
6.3.1	Meccatronica per alta efficienza.....	27
6.3.2	Tecnologie per il risparmio di energia e materiali .....	27

# MACRO TEMATICHE E TEMI DI SVILUPPO STRATEGICI PER IL MANIFATTURIERO AVANZATO IN LOMBARDIA



AFIL – Associazione Fabbrica Intelligente Lombardia

RIFERIMENTO:

Roadmap

6.3.3	Tecnologie e processi per manufacturing ad alta efficienza.....	27
6.3.4	Modellazione per l'ottimizzazione delle performance dei sistemi produttivi .....	27
6.3.5	ICT a supporto dell'efficienza.....	27
6.3.6	Tecnologie e metodi per valorizzare le persone in ottica di efficienza.....	28
6.3.7	Tecnologie per l'impiego di materiali ad alta efficienza nei sistemi produttivi .....	28
6.4	Tem di sviluppo per la macro-tematica “Sistemi produttivi per le persone” .....	28
6.4.1	Tecnologie e metodi per la fabbrica per le persone .....	28
6.4.2	Meccatronica a servizio delle persone.....	28
6.4.3	ICT per la fabbrica per le persone .....	28
6.4.4	Modellazione, simulazione e realtà virtuale per la fabbrica per le persone .....	29
6.4.5	Strategie e management per il manifatturiero .....	29
6.5	Tem di sviluppo per la macro-tematica “Produzione di prodotti personalizzati” .....	29
6.5.1	ICT per la progettazione e produzione di soluzioni personalizzate .....	29
6.5.2	Tecniche di modellazione e simulazione per la produzione di prodotti personalizzati .....	29
6.5.3	Produzione di materiali innovativi per prodotti personalizzati .....	29
6.5.4	Processi di produzione avanzati per prodotti personalizzati .....	29
6.5.5	Meccatronica per la produzione di prodotti personalizzati.....	29
6.5.6	Strategie per la progettazione e l'erogazione di soluzioni personalizzate.....	30
6.6	Tem di sviluppo per la macro-tematica “Sistemi per la sostenibilità ambientale” .....	30
6.6.1	Tecnologie per un manifatturiero sostenibile .....	30
6.6.2	Produzione e impiego di materiali per la sostenibilità .....	30
6.6.3	Meccatronica per la sostenibilità.....	30
6.6.4	Tecniche di modellazione e simulazione per la sostenibilità .....	30
6.6.5	Strategie e management per il manifatturiero sostenibile.....	31
6.7	Tem di sviluppo per la macro-tematica “Aggregazione di Imprese collaborative e dinamiche” .....	31
6.7.1	Strategie e management per il manifatturiero .....	31

## MACRO TEMATICHE E TEMI DI SVILUPPO STRATEGICI PER IL MANIFATTURIERO AVANZATO IN LOMBARDIA



AFIL – Associazione Fabbrica Intelligente Lombardia

RIFERIMENTO:

Roadmap

6.7.2	ICT per imprese collaborative e dinamiche .....	31
6.7.3	Tecniche di modellazione e simulazione per imprese collaborative e dinamiche .....	31
6.7.4	Tecnologie e metodi per la fabbrica per le persone .....	31
7	Proposta di temi di sviluppo congiunti in altre Aree di Specializzazione .....	32

## 1 Introduzione

Il settore Manifatturiero è un pilastro fondamentale per lo sviluppo ed il benessere economico, sociale ed ambientale delle economie moderne. La Lombardia è la prima Regione manifatturiera italiana e la terza in Europa per numero di addetti. Di conseguenza, definire ed implementare una strategia di ricerca e innovazione chiara ed incisiva rappresenta una priorità fondamentale per il futuro del Manifatturiero lombardo.

Il presente documento indica le macro-tematiche di ricerca e innovazione strategiche per il Manifatturiero Avanzato lombardo ed i temi di sviluppo necessari ad affrontare le diverse macro-tematiche (tecnologie, metodi e materiali abilitanti). Esso è il risultato di un percorso, finalizzato a coniugare le specificità del Manifatturiero lombardo con le priorità di ricerca e innovazione indicate in sede Europea e Nazionale onde accrescere la competitività futura delle imprese lombarde nell’ottica di “smart specialization” e di collaborazione con altre Regioni Europee e Nazionali. Tale percorso, voluto da Regione Lombardia, ha visto il coinvolgimento degli stakeholder manifatturieri regionali, ciascuno con i ruoli di propria competenza, per arrivare ad un contenuto condiviso in cui essi si riconoscono. Gli Istituti di Ricerca e le Università, infatti, hanno supportato l’impostazione metodologica dei lavori ed hanno curato il raccordo con le tematiche Europee e Nazionali; le imprese, Associazioni ed altri soggetti industriali, dall’altra parte, hanno verificato l’aderenza delle tematiche proposte con le effettive necessità e priorità dell’industria lombarda.

In accordo con la missione di AFIL-Associazione Fabbrica Intelligente Lombardia, il Cluster Tecnologico Regionale voluto dalla Regione per rappresentare le necessità di ricerca e sviluppo delle imprese manifatturiere regionali, il documento vuole essere un input per Regione Lombardia per la definizione delle prossime politiche di ricerca a livello regionale. Esso permette inoltre di creare un quadro di riferimento ampio e comune, allineato con l’Europa e con gli sviluppi nazionali, entro il quale i soggetti possono dialogare. La sintesi contenuta nel documento costituisce quindi il punto di partenza condiviso da cui muovere per continuare a declinare nel futuro le strategie di ricerca e innovazione Regionale nelle quali si riconoscono i soggetti del territorio.

## 2 Il Settore Manifatturiero in Lombardia<sup>1</sup>

Il manifatturiero è un pilastro fondamentale di ogni regione sviluppata. In Europa, il manifatturiero è il primo settore dell'economia non finanziaria per valore aggiunto e numero di dipendenti. Il settore inoltre:

- è complementare al settore dei servizi, in quanto produce beni che sono necessari per produrre servizi, genera una domanda di servizi (si stima che un nuovo posto di lavoro nel settore manifatturiero genera due posti di lavoro nei servizi);

---

<sup>1</sup> Tratto dal piano di Smart Specialization trasmesso da Regione Lombardia alla Commissione Europea (“Smart Specialization Strategy (S3)”, 02 dicembre 2013)

## MACRO TEMATICHE E TEMI DI SVILUPPO STRATEGICI PER IL MANIFATTURIERO AVANZATO IN LOMBARDIA



AFIL – Associazione Fabbrica Intelligente Lombardia

RIFERIMENTO:

Roadmap

- genera e mantiene nella regione conoscenza di alto valore, tradizione e competenze, così come le infrastrutture di ricerca, che sono difficili da importare e che costituiscono un vantaggio competitivo durevole;
- stimola lo sviluppo di tecnologie abilitanti che possono essere utilizzate anche in altri campi (es. medicina, energia, ecc.) e che sono necessari per la crescita delle industrie emergenti dal laboratorio all'industria (es. bio- e nano-tecnologia).

Regione Lombardia è la prima regione manifatturiera in Italia in termini di fatturato, valore aggiunto e la terza in Europa per numero di addetti, preceduta da Bayern e Baden- Württemberg. La Lombardia è la prima regione manifatturiera in Europa per alcuni sotto-settori come:

- fabbricazione di prodotti in metallo, esclusi macchinari e attrezzature;
- industrie tessili;
- produzione di metalli di base;
- confezione di articoli di abbigliamento;
- stampa e riproduzione di supporti registrati;
- industria del legno e dei prodotti in legno e sughero, esclusi i mobili.

Tali settori rappresentano insieme più del 70% dell'economia manifatturiera lombarda (Istat, 2010). In Lombardia sono presenti molti attori della catena del valore della maggior parte delle filiere industriali citate, dalle industrie di trasformazione delle materie prime (soprattutto metalli), alla componentistica, ai produttori di beni strumentali e prodotti di largo consumo. Il sistema produttivo comprende circa 100.000 imprese per un numero di addetti che si aggira intorno ad 1 milione di unità e genera un fatturato di 250 miliardi di euro, con un valore aggiunto di 60 miliardi di euro (Istat, 2010). La percentuale degli investimenti effettuati nel settore della ricerca e sviluppo rapportato al PIL della regione è di 1,38% rispetto al livello nazionale pari all'1,26% (COTEC, Rapporto Annuale sull'innovazione 2012). Invece l'importo degli investimenti privati riguardo al settore ricerca e sviluppo è di 3 miliardi di euro (Eurostat, 2010).

La Lombardia è la prima regione italiana per numero di brevetti registrati all'Ufficio Brevetti Europeo (EPO) relativo alle tecnologie manifatturiere (tecnologie industriali, metallurgia, meccanica, chimica, tessile). Nel periodo 2006-2010 sono stati depositati 3.669 brevetti europei (COTEC, Rapporto Annuale sull'innovazione 2012).

Il sistema della ricerca pubblica è composto da CNR (ITIA – Istituto di Tecnologie Industriali ed Automazione), Politecnico di Milano, Università di Milano, Università Bicocca, Università di Brescia, Università di Bergamo, Università di Pavia, Università dell'Insubria.

Sul territorio lombardo svolgono la loro attività su tematiche connesse al manifatturiero 2.946 tra ricercatori, professori, assegnisti di ricerca e dottorandi di ricerca (MIUR - Comitato Nazionale per la valutazione del sistema universitario "Nuclei 2012").

Dal 2003 ad oggi sono nati 50 spin off universitari (Netval, 2003-2013).

Il sistema di ricerca e di trasferimento tecnologico nel settore manifatturiero è composto da 160 tra centri

## MACRO TEMATICHE E TEMI DI SVILUPPO STRATEGICI PER IL MANIFATTURIERO AVANZATO IN LOMBARDIA



AFIL – Associazione Fabbrica Intelligente Lombardia

RIFERIMENTO:

Roadmap

di ricerca e trasferimento tecnologico (Eupolis Lombardia).

I finanziamenti a Università e Centri di Ricerca per progetti di ricerca europei riguardanti il manifatturiero nel 2011 ammontano a 15 milioni di euro, mentre per progetti a livello nazionale ammontano a 17 milioni di euro (MIUR - Comitato Nazionale per la valutazione del sistema universitario “Nuclei 2012”).

L’industria e la ricerca lombarda sono presenti nelle seguenti piattaforme/iniziative:

Manufature, EFFRA - European Factory of the Future Research Association, EuRobotics aisbl, EUSPRI-European Forum for Studies of Policies for Research and Innovation, ENID-European Network of Indicators Designers, IEEE-The the Institute of Electrical and Electronics Engineers, CIRP-The International Academy for Production Engineering.

### 3 La sintesi delle roadmap Europee e Nazionali sulla ricerca nel Manifatturiero

Con lo scopo di definire la propria strategia di ricerca e innovazione in maniera consapevole rispetto al contesto Europeo e Nazionale, AFIL ha avviato fin dalla sua costituzione un’attività di collezione, analisi e sintesi delle principali roadmap europee e nazionali del settore manifatturiero. Le roadmap e documenti programmatici che sono stati presi in considerazione, in quanto attinenti al settore manifatturiero, fanno riferimento ai seguenti ambiti:

- EFFRA (European Factories of the Future Research Association) – Manifatturiero discreto
- SPIRE (Sustainable Process Industry through Resource and Energy Efficiency) – Manifatturiero continuo
- Photonics21 – Fotonica
- Robotics Adsl – Robotica
- IMS (Roadmap on Global Sustainable Manufacturing) - Manufacturing
- ActionPlanT – ICT for Manufacturing
- EUMAT (Materials for Life Cycle)– Materials
- Nanofutures (European Technology Integrating and Innovation Platform on Nanotechnology) – Micro- and Nano-Manufacturing
- Progetto Bandiera “La Fabbrica del Futuro” – Programma di ricerca nazionale sul manifatturiero avanzato
- Cluster Tecnologico Nazionale “Fabbrica Intelligente” – Piano strategico e progetti del Cluster Nazionale “Fabbrica Intelligente”
- Smart Specialization Strategy (S3) Lombardia – Documento di Smart Specialization di Regione Lombardia

I documenti sopra elencati sono stati analizzati in termini di priorità di ricerca e innovazione in essi espresse. Gli ambiti comuni sono stati identificati e le tematiche sono state raggruppate in categorie omogenee per contenuto e livello di dettaglio. Il processo ha portato alla costruzione di un’ampia mappa di tecnologie, metodi e materiali abilitanti che rappresenta l’insieme delle tematiche di ricerca e innovazione ritenute prioritarie per il settore manifatturiero a livello europeo e nazionale. Sono state identificate otto macro-

categorie, ciascuna delle quali è stata declinata con granularità crescente, fino a tre livelli di dettaglio. La Mappa con i primi due livelli è rappresentata in Figura 1.

A causa della pluralità dei punti di vista, della complessità delle tematiche e dei meccanismi di governance delle varie iniziative, la conoscenza rappresentata nella mappa risulta attualmente appannaggio quasi esclusivo delle Università, Enti di ricerca e delle grandi imprese con dipartimenti di ricerca e sviluppo strutturati. Onde diffondere tale conoscenza tra le imprese lombarde, il documento di sintesi delle roadmap è stato condiviso con gli Associati di AFIL e vi è stata una consultazione al fine di renderlo il più possibile completo, fruibile e rappresentativo delle aziende del territorio, in larga misura costituite da piccole e medie imprese.

Utilizzando i risultati di questo lavoro di sistematizzazione e sintesi di contenuti strategici prioritari per il Manifatturiero, è stato possibile identificare quali temi di sviluppo siano più urgenti da attivare per affrontare diverse tematiche strategiche, in risposta a quanto richiesto da Regione Lombardia (così come discusso nel Paragrafo 4). In tal modo, i temi di sviluppo proposti sono stati definiti seguendo un processo razionale che si è basato sulla considerazione di tematiche ritenute rilevanti a livello nazionale ed europeo, senza precludere allo stesso tempo l'introduzione di ulteriori temi o la segnalazione di priorità regionali specifiche.

Nei paragrafi successivi si riporta la descrizione dei primi due livelli di dettaglio delle macro-categorie rappresentanti tecnologie, metodi e materiali abilitanti quale risultato della sintesi delle roadmap.

### **3.1 Processi di Produzione Avanzati**

L'efficienza, la sostenibilità e la competitività del sistema manifatturiero dipendono in larga misura dalla capacità di operare processi innovativi e tecnologicamente avanzati e di trarre da essi vantaggio nella progettazione, nella lavorazione e nell'assemblaggio dei prodotti e dei loro componenti.

Tecnologie di lavorazione non convenzionali, prodotti innovativi e materiali avanzati sono oggi disponibili benché il loro utilizzo industriale rimanga limitato a causa della mancanza di metodi e processi per la loro applicazione su larga scala a costi competitivi. Le priorità di ricerca in quest'area saranno indirizzate al miglioramento delle potenzialità dei processi industriali innovativi ed alla loro valorizzazione in una vasta gamma di applicazioni. In particolare, le tematiche prioritarie sono:

#### **3.1.1 Additive Manufacturing**

Processi e tecnologie di "additive manufacturing", cioè di produzione attraverso deposizione di materiale, sia per la produzione industriale che per la prototipazione rapida (ad esempio stereolitografia, sinterizzazione laser, 3D-printing, ecc.). Possibilità di variare i parametri di processo di "additive manufacturing" per ottenere manufatti caratterizzati da elevate prestazioni strutturali e/o funzionali. Tecnologie di "additive manufacturing" versatili in grado di garantire elevate prestazioni produttive (tolleranze, velocità di produzione, ...) impiegando un ampio spettro di materiali. Caratterizzazione funzionale, strutturale e dimensionale del manufatto ottenuto.

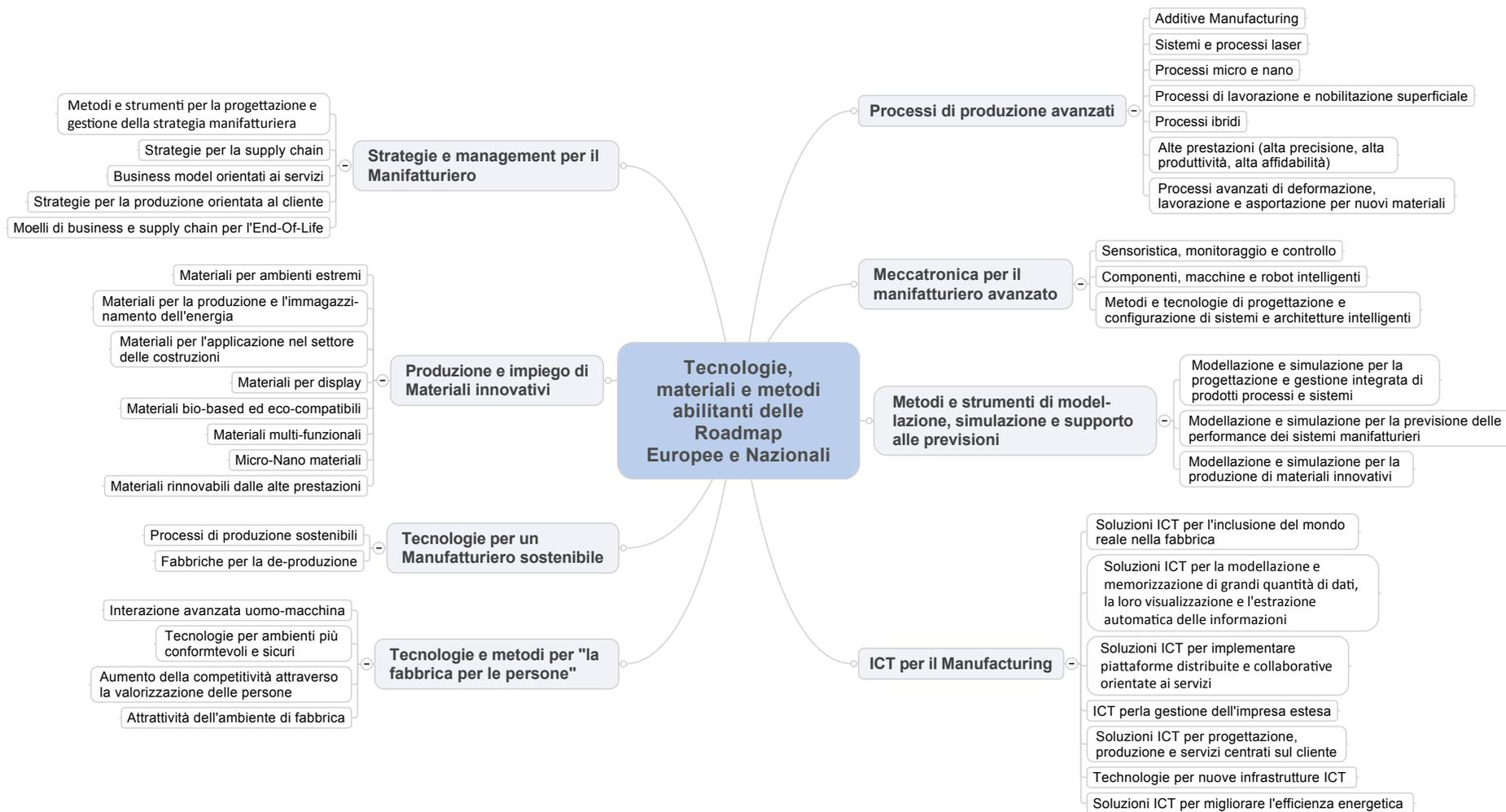


Figura 1 – Mappa di sintesi delle priorità tematiche di ricerca e innovazione in termini di tecnologie, metodi e materiali abilitanti per il Manifatturiero

### **3.1.2 Sistemi e processi laser**

Dispositivi ed applicazioni laser per processi industriali ad alta qualità, rapidità e versatilità. In particolare l'utilizzo di nuove sorgenti laser caratterizzate da una elevata efficienza energetica, migliore controllo, stabilità e minore costo. Possibilità di adattare lunghezza d'onda, potenza ed intensità in funzione delle specifiche applicazioni. Fasci laser specificamente progettati in funzione delle caratteristiche dei materiali da lavorare, delle prestazioni dinamiche del processo e dell'affidabilità. Miglioramento delle applicazioni laser nei processi di lavorazione attraverso metodi di controllo predittivi, adattativi ed autonomi dei parametri di processo in real-time, miglioramento dell'efficienza energetica attraverso l'utilizzo ottimizzato delle sorgenti, metodi diagnostici ed integrazione di sensoristica per il controllo e la pianificazione.

### **3.1.3 Processi micro e nano**

Tecnologie di microlavorazione flessibili in grado di garantire alte prestazioni ed efficienza al variare delle caratteristiche dei prodotti, dei materiali o del mix produttivo. Produzione di microparti 3D in diversi materiali e su grandi volumi. Processi di produzione per microparti 3D che integrino differenti tecnologie di lavorazione. Caratterizzazione geometrica, dimensionale e microstrutturale di microparti 3D. Sistemi di produzione micro e problematiche relative alla qualità, alla misura, all'attrezzaggio ed al trasporto di micro parti 3D. Metodi di supervisione, controllo della qualità e gestione dei processi e dei sistemi. Tecnologie e sistemi per l'assemblaggio a livello micro e nano, con particolare attenzione sia alla fase di manipolazione che di alimentazione dei componenti da assemblare. Sistemi di alimentazione e manipolazione. Tecnologie di formatura micro e nano.

### **3.1.4 Processi di lavorazione e nobilitazione superficiale**

Trattamenti superficiali, rivestimenti, processi di finitura, tecnologie di giunzione e trattamenti termici. Processi al plasma 2D e 3D e loro applicazione su fibre, tessuti, plastiche. Incisione 2D dei metalli. Processi di lavorazione basati su fasci (electron beam, stereolitografia, fotolitografia, laser, waterjet). Miglioramento dell'utilizzo industriale dei processi di lavorazione superficiale. Ricerca di processi di finitura superficiale volti a sostituire gli attuali processi di cromatura.

### **3.1.5 Processi ibridi**

Integrazione di tecnologie non convenzionali (laser ed altre tecnologie a fascio, ultrasuoni o altri processi a bassa frequenza) per lo sviluppo di nuovi processi di lavorazione multifunzionali o ibridi. Processi che integrino differenti tecnologie, in particolare tecnologie ad alta produttività per la giunzione, la deformazione e l'asportazione di materiale con tecnologie non convenzionali su scala micro e nano. Integrazione di tecnologie non convenzionali (laser, plasma, electron beam) per processi ibridi di giunzione, brasatura, saldatura, assemblaggio, stampa e, più in generale, per processi integrati di lavorazione. Metodi di analisi e caratterizzazione legati ai processi ibridi quali metodi di ispezione, trattamenti termici, misura degli sforzi, metrologia, ecc.

### **3.1.6 Alte prestazioni (alta precisione, alta produttività, alta affidabilità)**

Sviluppo di tecnologie adattative ad alta produttività (aumento dei ritmi produttivi, dell'affidabilità delle macchine e dei sistemi), ad alta qualità ("zero difetti") e ad alta precisione sia nell'ambito delle lavorazioni convenzionali (giunzione, deformazione, asportazione di materiale) sia in processi innovativi micro e nano.

<b>MACRO TEMATICHE E TEMI DI SVILUPPO STRATEGICI PER IL MANIFATTURIERO AVANZATO IN LOMBARDIA</b>		
AFIL – Associazione Fabbrica Intelligente Lombardia	RIFERIMENTO:	Roadmap

Tecnologie per il trasporto delle parti, la metrologia e l'ispezione, inclusi metodi non-distruttivi in grado di garantire l'applicabilità su grandi volumi e l'affidabilità in ambienti di lavoro poco controllati come le officine tradizionali.

Tecnologie e dispositivi volti al miglioramento della replicabilità, della flessibilità e della economicità di processi di produzione, assemblaggio e rivestimento a livello micro che operino su materiali innovativi (fibre, LED, OLED, biomateriali, materiali per generazione di energia, ecc.).

### **3.1.7 Processi avanzati di deformazione, lavorazione e asportazione per nuovi materiali**

Sviluppo di nuove tecnologie di deformazione (es. gas formatura a caldo) che siano più adatte alla formatura dei nuovi materiali (le leghe metalliche ultra-alto-resistenziali e ultra-leggere), tipicamente di scarsa formabilità.

Sviluppo di nuove tecnologie di asportazione alle macchine utensili (p.e. lavorazioni criogeniche), che siano più adatte alla lavorazione dei nuovi materiali (le leghe metalliche ultra-alto-resistenziali e ultra-leggere), tipicamente di difficile lavorabilità.

Nuovi processi per la produzione di componenti caratterizzati da specifiche micro/nano- strutturali evolute.

Nuovi processi per la trasformazione e la produzione delle materie plastiche (plastiche da biomasse, riciclo, ecc.).

## **3.2 Meccatronica per il manifatturiero avanzato**

Le priorità di ricerca nella meccatronica in ambito manifatturiero si manifestano a livello di componenti, macchine e sistemi. Le tematiche prioritarie sono riconducibili a tre aree principali:

### **3.2.1 Sensoristica, monitoraggio e controllo**

Dispositivi e tecnologie di misurazione ed elaborazione dei dati di prodotti, processi e macchine, tra cui sensori innovativi (multi-sorgente, a radiazioni ionizzanti, ecc.) e tecniche per l'ottimizzazione e il monitoraggio dei processi produttivi. L'utilizzo di tali tecnologie è particolarmente rilevante, ad esempio, nelle soluzioni per il monitoraggio della qualità di processo e di prodotto, monitoraggio dello stato delle macchine (sistemi di diagnostica e prognostica per la manutenzione), monitoraggio energetico e sicurezza, intesa sia come safety (inquinamento, contaminanti, incidenti) sia come security (sorveglianza). Le soluzioni di monitoraggio di processo possono anche presentare rilevanti tematiche di ricerca negli aspetti di integrazione con il controllo di sistema. La ricerca in tal senso è volta prioritariamente allo sviluppo di sistemi di controllo adattativi, che ottimizzino gli aspetti energetici e di consumo di materiali, anche per processi particolarmente complessi ed innovativi, quali quelli per la produzione di micro e nano prodotti.

### **3.2.2 Componenti, macchine e robot intelligenti**

Componenti, macchine, robot ad alte prestazioni, che ottimizzano i consumi di materiali ed energia, dotati di tecnologie cognitive che consentono di adattarsi all'ambiente esterno, di caratteristiche di flessibilità e riconfigurabilità per l'adattamento continuo e di interfacce software per una rapida integrazione con il

<b>MACRO TEMATICHE E TEMI DI SVILUPPO STRATEGICI PER IL MANIFATTURIERO AVANZATO IN LOMBARDIA</b>		
AFIL – Associazione Fabbrica Intelligente Lombardia	RIFERIMENTO:	Roadmap

controllo di sistema. Nuovi protocolli di comunicazione condivisi per la riconfigurabilità e l’adattamento continuo.

### **3.2.3 Metodi e tecnologie di progettazione e configurazione di sistemi e architetture intelligenti**

Metodologie e tecnologie di analisi, progettazione e configurazione flessibile, modulare e scalabile a livello di sistema. In particolare: strumenti e metodologie di system engineering; strumenti e metodologie per la modellazione e sintesi di architetture: integrazione di sistema, sviluppo efficace del software, test e valutazione delle performance; strumenti e metodologie per la progettazione hardware e software, nonché definizione di standard e certificazioni per la sicurezza dei sistemi; strumenti e metodologie per la progettazione architeturale delle interfacce meccaniche, del controllo e dei componenti cognitivi.

## **3.3 Metodi e strumenti di modellazione, simulazione e supporto alle previsioni**

Metodi e strumenti per migliorare la capacità di simulare e modellare processi e sistemi manifatturieri per prevederne il comportamento e supportare sia la fase di progettazione sia la fase operativa di controllo e gestione del processo di produzione.

### **3.3.1 Modellazione e simulazione per la progettazione e gestione integrata di prodotti, processi e sistemi**

Modelli analitici e di simulazione per prevedere il comportamento integrato di processi, risorse (macchine, componenti e operatori), sistemi e fabbriche durante tutte le fasi del loro ciclo di vita al fine di compiere le scelte migliori in fase progettuale e in tutte le fasi di utilizzo e riconfigurazione fino al fine vita. Tali modelli dovranno essere finalizzati a massimizzare le performance produttive attraverso ad esempio, simulazione e tecniche analitiche multi-livello e multi-fase per migliorare in modo integrato la qualità ed il ritmo produttivo, tecniche di simulazione per una più rapida ingegnerizzazione e ramp-up dei processi ed una ottimale gestione della produzione e della manutenzione. Per esplorare in maniera esaustiva un insieme di configurazioni alternative prima che la fabbrica reale sia implementata è necessario lo sviluppo di nuovi modelli virtuali di fabbrica. Essi hanno lo scopo di testare in maniera virtuale differenti soluzioni di sistemi e di automazione, permettendo di risparmiare tempo di progettazione, di migliorare la qualità delle soluzioni di progettazione e di riutilizzare la conoscenza per future progettazioni di sistema. Inoltre, tali modelli virtuali, realizzati in fase di progettazione, saranno costantemente aggiornati durante il ciclo di vita del sistema di produzione per garantire una continua connessione e coerenza con il livello shop-floor, anche in fase operativa e a distanza. In questo modo, l’evoluzione del sistema di produzione reale potrà essere tracciata e monitorata nel modello di sistema virtuale.

### **3.3.2 Modellazione e simulazione per la previsione delle performance dei sistemi produttivi**

Modelli e tecniche di simulazione per la previsione delle performance economiche, ambientali e sociali di prodotti-servizi, processi e sistemi produttivi. Tali modelli dovranno abbracciare l’intero ciclo di vita e considerare tutti i rischi connessi alla realizzazione e funzionamento dei sistemi produttivi. Essi dovranno essere in grado di fornire delle metriche di sostenibilità in supporto alle decisioni. Per raccogliere i dati necessari, essi saranno modelli interattivi basati su sistemi di tipo “knowledge sharing”

<b>MACRO TEMATICHE E TEMI DI SVILUPPO STRATEGICI PER IL MANIFATTURIERO AVANZATO IN LOMBARDIA</b>		
AFIL – Associazione Fabbrica Intelligente Lombardia	RIFERIMENTO:	Roadmap

### 3.3.3 Modellazione e simulazione per la produzione di materiali innovativi

Modellazione e simulazione multi-scala (atomica, micro-strutturale e macro-strutturale) finalizzata alla progettazione di processi e sistemi produttivi per la produzione di materiali innovativi.

## 3.4 Information and Communication Technologies (ICT) per il Manufacturing

Le priorità di ricerca in quest'area riguardano lo sviluppo di tecnologie e applicazioni informatiche a servizio del Manifatturiero.

### 3.4.1 Soluzioni ICT per la fabbrica e l'inclusione del mondo reale nella fabbrica

Soluzioni e tecnologie per incrementare la rappresentatività di risorse reali quali macchine, robot, linee di produzione e operatori. Le nuove soluzioni dovranno essere tali da abilitare lo scambio di informazioni tra le risorse, da renderle consapevoli dell'ambiente in cui operano e da integrarle nella struttura informativa dei processi produttivi in modo da interconnetterle con i sistemi di back end. Esempi di soluzioni sono interfacce plug and play per i lavoratori della fabbrica in ambienti di lavoro dinamici, ambienti MES dinamici per una più facile integrazione in reparti produttivi dinamici e agili, ecc.

### 3.4.2 Soluzioni ICT per la modellazione e memorizzazione di grandi quantità di dati, la loro visualizzazione e l'estrazione automatica delle informazioni

Applicazioni che permettano di memorizzare in modo robusto la grande mole di dati distribuiti che deriva dal campo e dalla supply chain, oltre che di ricavare e rendere disponibili le informazioni contenute in essi per supportare decisioni aziendali in tempo reale a tutti i livelli. Alcuni esempi sono la visualizzazione aumentata di dati complessi della produzione, strumenti per il tracciamento, il monitoraggio e l'analisi del comportamento degli operatori, ecc.. Analisi aggregate per trouble-shooting e requirements verification. Realizzazione soluzione ICT per scouting tecnologico attraverso lo sviluppo di motori di ricerca semantica in rete che possano individuare efficientemente potenziali risposte alle proprie richieste di business o di fabbisogni tecnologici (clienti, fornitori, partner tecnologici).

### 3.4.3 Soluzioni ICT per implementare piattaforme distribuite e collaborative orientate ai servizi

Applicazioni distribuite e collaborative implementate attraverso l'integrazione di servizi forniti da molteplici fornitori manifatturieri e ICT. Il "cloud" e standard aperti garantiranno l'interoperabilità per offrire funzionalità customizzate che siano: sicure, ad alte prestazioni e aperte.

### 3.4.4 Soluzioni ICT per la gestione dell'impresa estesa

Soluzioni ICT innovative che permettano di supportare la collaborazione a tutti i livelli nelle reti di fabbriche e supply chain dinamiche. Ad esempio, soluzioni e tecnologie per la gestione di network collaborativi, agili, sostenibili, che supportino il coinvolgimento della piccola e media impresa, ecc.

### 3.4.5 Soluzioni ICT per progettazione, produzione e servizi centrati sul cliente

Tecnologie e applicazioni che permettano il coinvolgimento del cliente nella catena manifatturiera incorporandone bisogni ed aspettative a partire dalla progettazione del prodotto e del processo produttivo

<b>MACRO TEMATICHE E TEMI DI SVILUPPO STRATEGICI PER IL MANIFATTURIERO AVANZATO IN LOMBARDIA</b>		
AFIL – Associazione Fabbrica Intelligente Lombardia	RIFERIMENTO:	Roadmap

fino ai servizi innovativi associati alla sua realizzazione. Ad esempio, soluzioni per la progettazione personalizzata, servizio lungo il ciclo di vita, ecc.

#### **3.4.6 Tecnologie per nuove infrastrutture ICT**

Tecnologie per infrastrutture ICT ad alta velocità, sicure e a ridotto consumo energetico che migliorino le performance dei sistemi di produzione manifatturieri.

#### **3.4.7 Soluzioni ICT per migliorare l'efficienza energetica**

Applicazioni integrate nei sistemi informativi e di controllo delle aziende gestiscano e ottimizzino l'efficienza energetica nel rispetto della pianificazione e del controllo di produzione. Ad esempio, soluzioni per la gestione intelligente delle utenze di fabbrica, soluzioni energy-aware per la gestione della produzione, ecc.

### **3.5 Tecnologie e metodi per “la fabbrica per le persone”**

Le priorità di ricerca legati alla centralità della persona all'interno del sistema fabbrica consistono in tecnologie, metodi e modelli organizzativi per la valorizzazione degli operatori umani e per il loro comfort, in considerazione dell'attuale evoluzione sociale e demografica in corso.

#### **3.5.1 Interazione avanzata uomo-macchina**

Macchine e tecnologie progettati e programmati per abilitare la condivisione dello spazio di lavoro e la collaborazione con gli operatori umani per l'esecuzione dei task di produzione. In particolare, tecnologie per la robotica mobile e di servizio, tecnologie per la collaborazione multi-modale e sicura uomo-macchina; tecnologie per fruire da remoto delle informazioni di fabbrica attraverso dispositivi mobili; interfacce uomo-macchina per il riconoscimento dei gesti e del comportamento, l'interazione fisica e cognitiva e la presentazione interattiva di dati e informazioni attraverso tecniche di realtà virtuale ed aumentata.

#### **3.5.2 Tecnologie per ambienti più confortevoli e sicuri**

Nuove soluzioni basate su strumenti ICT e sull'automazione volte a garantire luoghi di lavoro ad elevata accessibilità, usabilità, ergonomia e sicurezza in particolare per lavoratori anziani e portatori di disabilità. Ad esempio, interfacce intuitive e mobili, postazioni di lavoro appositamente disegnate per anziani e disabili, ecc.

#### **3.5.3 Aumento della competitività attraverso la valorizzazione delle persone**

Approcci e tecnologie per aumentare la competitività delle fabbrica, basati sulla valorizzazione delle persone. In particolare:

- Nuove tecnologie per valorizzare le capacità e le competenze degli operatori umani quali, ad esempio, interfacce intuitive mobili, sistemi per la “rich user experience” a livello di shop floor, funzioni cognitive incorporate nelle macchine per facilitare il loro utilizzo in condizioni di turbolenza, ecc.
- Sviluppo delle capacità e competenze delle persone attraverso nuovi strumenti ICT interattivi per l'apprendimento, nuovi paradigmi di formazione, nuovi curricula multidisciplinari per il manufacturing.

<b>MACRO TEMATICHE E TEMI DI SVILUPPO STRATEGICI PER IL MANIFATTURIERO AVANZATO IN LOMBARDIA</b>		
AFIL – Associazione Fabbrica Intelligente Lombardia	RIFERIMENTO:	Roadmap

- Nuovi strumenti di knowledge management quali, ad esempio, modelli informatici avanzati per la creazione e l'utilizzo della conoscenza, soluzioni per rendere il knowledge da tacito ad esplicito, soluzioni per la gestione del knowledge organizzativo nelle imprese collaborative e mobili, ecc.

#### 3.5.4 Attrattività dell'ambiente di fabbrica

Tecnologie, modelli organizzativi e formazione innovativa per rendere attrattivo ed accogliente il lavoro in fabbrica considerando diverse tipologie di target e di addetti: giovani, persone anziane, persone provenienti da altri paesi e culture, ragazzi ed adolescenti che devono scegliere il proprio percorso formativo o la tipologia di impiego, ecc.. Nuove modalità organizzative e di remunerazione dei knowledge worker della fabbrica.

### 3.6 Tecnologie per un Manifatturiero Sostenibile

Le priorità di ricerca in quest'area riguardano lo sviluppo di tecnologie per incrementare la sostenibilità ambientale del Manifatturiero. In particolare, le tematiche prioritarie sono:

#### 3.6.1 Processi di produzione sostenibili

Tecnologie per incrementare la sostenibilità dei processi produttivi (discreti e continui):

- Tecnologie hardware e di automazione e controllo per l'efficienza energetica ed il controllo delle emissioni dei sistemi produttivi a livello di componenti, macchine, processi e sistemi.
- Soluzioni per aumentare l'efficienza dei processi in termini di consumo di materiali e per l'impiego di nuove materie prime rinnovabili.
- Tecnologie per la produzione, raccolta, immagazzinamento, distribuzione ed utilizzo dell'energia nei processi manifatturieri.
- Tecnologie per la realizzazione di fabbriche energeticamente autonome.

#### 3.6.2 Fabbriche per la de-produzione

Tecnologie che consentano l'implementazione di processi di End-Of-Life sostenibili dal punto di vista economico ed ambientale:

- Tecnologie e tecniche di progettazione per il disassemblaggio automatico di prodotti (ad esempio RAEEE) e per il disassemblaggio selettivo di componenti; tecnologie per la separazione selettiva di materiali.
- Tecnologie per il pre-trattamento di prodotti solidi, sostanze liquide e gassose finalizzate al riutilizzo ed al riciclo.
- Tecnologie per la valorizzazione attraverso riutilizzo, re-manufacturing e riciclo di prodotti solidi, liquidi e gassosi da fine ciclo vita e scarti di produzione.

E' da tenere presente che, oltre alle tecnologie elencate, anche quelle volte ad aumentare le performance in termini di efficienza dei sistemi di produzione indicate nel paragrafo "Processi di produzione avanzati" contribuiranno al miglioramenti della sostenibilità ambientale.

<b>MACRO TEMATICHE E TEMI DI SVILUPPO STRATEGICI PER IL MANIFATTURIERO AVANZATO IN LOMBARDIA</b>		
AFIL – Associazione Fabbrica Intelligente Lombardia	RIFERIMENTO:	Roadmap

### 3.7 Produzione e impiego di materiali innovativi

Tecnologie e metodi per la produzione industriale di materiali innovativi in condizioni di economicità, sicurezza e qualità. Impiego di nuovi materiali per aumentare le performance dei sistemi produttivi.

#### 3.7.1 Materiali per ambienti estremi

Produzione ed utilizzo nei sistemi produttivi di materiali resistenti a elevata usura, per ambienti chimici aggressivi, per carichi estremi, per impianti di produzione dell'energia, per turbine a gas ad elevata prestazione, per altissime temperature, per elevatissima durabilità ambientale, ecc. I processi produttivi devono essere tali da assicurare una vita utile dei materiali equivalente a quella del manufatto e da limitare o annullare il fabbisogno di manutenzione.

#### 3.7.2 Materiali per la produzione e l'immagazzinamento dell'energia

Produzione ed utilizzo nei sistemi produttivi di materiali organici e polimerici per soluzioni di produzione e stoccaggio di energia, materiali per lo stoccaggio chimico di fluidi, materiali per lo stoccaggio di idrogeno.

#### 3.7.3 Materiali per applicazioni nel settore delle costruzioni

Produzione ed utilizzo nei sistemi produttivi di materiali sotto-tetto dalle proprietà termoelettriche, termoassorbenti, fonoassorbenti, antiumidità, materiali per blocchi di immagazzinamento e/o conversione di energia, materiali costruttivi ad "ultra-high performance", compositi da costruzione leggeri, rivestimenti innovativi (antigraffio, antigraffiti, autopulenti, autoriparanti, ecc.), adesivi ad alte prestazioni e lunga durata, ecc.. I processi produttivi devono essere tali da assicurare una vita utile dei materiali equivalente a quella del manufatto e da limitare o annullare il fabbisogno di manutenzione.

#### 3.7.4 Materiali per display

Produzione ed utilizzo nei sistemi produttivi di materiali polimerici e non per display flessibili, piegabili e regolabili nelle dimensioni, riflettenti, a basso costo, ad alta efficienza energetica, in grado di garantire un'ottimale gestione della luce, ecc..

#### 3.7.5 Materiali bio-based ed eco-compatibili

Produzione ed utilizzo nei sistemi produttivi di materiali per rivestimenti e processi di finitura bio-based, eco-compatibili non tossiche per applicazioni tessili, pitture e vernici, adesivi, medicali, marine, ecc., ottenute anche da materiali rinnovabili o riciclabili, con ridotta componente organica volatile e senza odori, vernici con proprietà antifouling and fouling-release, ecc.. Produzione di blend di materiali biobased con materiali tradizionali per aumento delle durata.

#### 3.7.6 Materiali multi-funzionali

Produzione ed utilizzo nei sistemi produttivi di materiali organici/polimerici, compositi e ibridi, dalle funzionalità "graduate", materiali termoelettrici o trattati superficialmente dalle nuove funzionalità, materiali fotosensibili e/o fotoresponsivi per applicazioni nell'ambito della generazione di energia elettrica, bio-lubrificanti per applicazioni industriali e rivestimenti anti-corrosione ed erosione, produzione di nuovi olii vegetali ad elevata ossidazione, resistenza idrolitica, lunga durata, materiali intelligenti "stimuli-responsive" e/o "smart" per applicazioni nel manifatturiero avanzato, ecc.. Produzione ed utilizzo nei sistemi produttivi di materiali, sistemi e rivestimenti autostratificanti.

<b>MACRO TEMATICHE E TEMI DI SVILUPPO STRATEGICI PER IL MANIFATTURIERO AVANZATO IN LOMBARDIA</b>		
AFIL – Associazione Fabbrica Intelligente Lombardia	RIFERIMENTO:	Roadmap

### 3.7.7 Micro e nano materiali

Produzione ed utilizzo nei sistemi produttivi di materiali organici e inorganici nanostrutturati, tessili nanoporosi, materiali bio-mimetici, materiali e rivestimenti bio-compatibili, materiali per LED ed OLED, materiali per sistemi di conversione dell'energia solare.

### 3.7.8 Materiali rinnovabili ad alte prestazioni

Produzione ed utilizzo nei sistemi produttivi di materiali rinnovabili che garantiscano alte prestazioni anche dopo i processi di riciclo, di materiali da fonti rinnovabili ottenuti dalla valorizzazione di scarti di produzione industriale che garantiscano elevate prestazioni funzionali e/o strutturali.

## 3.8 Strategie e management per il Manifatturiero

Le priorità di ricerca in quest'area riguardano lo sviluppo di nuove strategie e modelli gestionali delle aziende manifatturiere e delle filiere di produzione.

### 3.8.1 Metodi e strumenti per la progettazione e gestione della strategia manifatturiera

Poiché le fabbriche sono in rapida evoluzione e sempre più complesse, distribuite e basate su rapporti di rete con altre aziende, occorre sviluppare nuovi strumenti di ottimizzazione e di supporto alle decisioni strategico-produttive quali la configurazione di prodotti-servizi da offrire nei diversi mercati, le politiche di prezzo sostenibili, le tecnologie produttive da acquisire e le migliori modalità di acquisizione, la localizzazione dei siti produttivi. Data l'incertezza delle decisioni strategiche, sono richiesti strumenti di previsione per l'analisi delle variabili sia endogene che esogene all'azienda e sistemi a supporto delle decisioni per la valutazione di scenari futuri che permettano di gestire il rischio a livello di business model.

### 3.8.2 Strategie per la supply chain

Per rispondere alle mutate condizioni del contesto economico legate all'aumento dei costi di trasporto, alla richiesta di prodotti più "green" e personalizzati e all'elevata instabilità dei prezzi di materie prime e energia che spingono verso una valutazione più critica delle strategie di delocalizzazione verso i paesi a basso costo della manodopera, è necessario implementare una nuova re-industrializzazione, che riporti la manifattura di prodotti e componenti ad alto valore aggiunto in Europa grazie all'utilizzo di tecnologie all'avanguardia nell'ottica di raggiungere gli obiettivi europei del 20% del PIL prodotto dal settore manifatturiero. Ciò richiede la definizione di nuovi processi di business e nuove strategie di collaborazione e competizione tra grandi imprese e PMI e tra le PMI stesse per creare reti manifatturiere europee flessibili e adattabili alle esigenze e alle condizioni del mercato.

### 3.8.3 Business model orientati ai servizi

I modelli di business innovativi delle imprese manifatturiere si basano sempre più sulla fornitura di servizi ad alto valore aggiunto che complementano i prodotti offerti al fine di incrementare il valore per i clienti (ad esempio manutenzione, upgrade, garanzia di performance, gestione del fine ciclo vita, ecc.). Tali modelli si basano sulla capacità di costruire e gestire dei network dinamici in grado di garantire la progettazione dei prodotti-servizi e la loro erogazione nei mercati target. A supporto di ciò occorrono nuovi strumenti per

<b>MACRO TEMATICHE E TEMI DI SVILUPPO STRATEGICI PER IL MANIFATTURIERO AVANZATO IN LOMBARDIA</b>		
AFIL – Associazione Fabbrica Intelligente Lombardia	RIFERIMENTO:	Roadmap

favorire e promuovere la composizione di reti di imprese adattive e interoperabili che consentano la collaborazione e la comunicazione tra i vari attori della catena del valore di prodotto-servizio.

#### 3.8.4 Strategie per la produzione orientata al cliente

Strategie mirate allo sviluppo di soluzioni innovative per il comfort dell'utente, la sua sicurezza, le alte prestazioni e lo stile dei prodotti. I modelli di filiera consolidati devono essere ridisegnati in ottica di superare il “lean” per un approccio adattivo per una risposta rapida e personalizzata alle specifiche richieste di ogni target di mercato. Sono inoltre necessari sistemi di costing che permettano di valutare velocemente la producibilità delle soluzioni e sistemi personalizzati e nuovi modelli di network per la gestione della creatività dei clienti nella definizione di nuovi concept di prodotto.

#### 3.8.5 Modelli di business e supply chain per l'End-of-Life

Nuovi modelli di business dalla comprovata sostenibilità economica per migliorare le performance ambientali dei sistemi produttivi attraverso nuovi schemi e processi di raccolta, riutilizzo, re-manufacturing e riciclo di prodotti, componenti e materiali a fine ciclo vita. Progettazione e analisi di nuove tipologie di interazioni nelle catene di produzione per ottimizzare i flussi degli scarti inter-industria e i rapporti inter-organizzativi, considerando anche paradigmi quali “industrial symbiosis”.

## 4 Il processo di condivisione della strategia di ricerca e innovazione implementato da Regione Lombardia

Regione Lombardia ha trasmesso ad AFIL in data 17/06/2014 un documento che propone alcune macro-tematiche ritenute prioritarie per ciascuna Area di Specializzazione. Per il Manifatturiero Avanzato esse sono:

- produzione con processi innovativi;
- sistemi di produzione evolutivi e adattativi;
- sistemi produttivi ad alta efficienza;
- sistemi produttivi “per le persone”;
- produzione di prodotti personalizzati;
- sistemi per la sostenibilità ambientale;
- aggregazione di Imprese collaborative e dinamiche.

Regione ha richiesto ai Cluster di:

- verificare l’adeguatezza di tali macro-tematiche e delle loro descrizioni secondo le specificità di ciascun Cluster;
- indicare delle priorità per le diverse macro-tematiche;
- declinare dei temi di sviluppo per ciascuna macro-tematica, indicandone il livello di priorità;
- indicare eventuali temi da sviluppare congiuntamente ad altri Cluster.

<b>MACRO TEMATICHE E TEMI DI SVILUPPO STRATEGICI PER IL MANIFATTURIERO AVANZATO IN LOMBARDIA</b>		
AFIL – Associazione Fabbrica Intelligente Lombardia	RIFERIMENTO:	Roadmap

Partendo dal lavoro già in corso sulla sintesi e condivisione delle roadmap di ricerca europee e nazionali, AFIL ha dato seguito alla richiesta coinvolgendo i Soci dell’Associazione in un processo di condivisione e discussione dei temi e delle priorità. Ciò è avvenuto attraverso l’organizzazione di un workshop il 23/06/2014 e attraverso un successivo processo di consultazione che ha visto coinvolti i Soci dell’Associazione.

I risultati di tale processo sono riportati nei seguenti paragrafi, in cui sono indicate le macro-tematiche, i temi di sviluppo condivisi all’interno di AFIL ed alcune tematiche trasversali da sviluppare in collaborazione con altri Cluster.

## 5 Macro-tematiche strategiche per il Manifatturiero Avanzato in Lombardia

Data l’importanza del Manifatturiero lombardo in termini di dimensione, settori e competenze, tutte le macro-tematiche proposte da Regione Lombardia sono ritenute prioritarie e necessitano di chiare strategie di sviluppo nel corso del prossimo futuro. Tuttavia, in ottica temporale, è possibile indicare delle urgenze di realizzazione. Per la definizione di tali urgenze, sono state accolte le indicazioni ricevute da Regione Lombardia, contenute nello stesso documento sopra citato, circa la pervasività e l’alto livello di importanza strategica di alcune tecnologie (tecnologie per il de-manufacturing, processi di produzione avanzata e tecnologie per il risparmio energetico). Le tecnologie citate rimandano chiaramente all’indirizzo di certe macro-tematiche (produzione con processi innovativi, sistemi per la sostenibilità ambientale, sistemi produttivi ad alta efficienza), che sono quindi state considerate ad urgenza elevata. In aggiunta, il confronto tra gli Associati ha fatto emergere altre macro-tematiche ad alta urgenza, anche considerando alcune specificità del Manifatturiero Lombardo, quali la capacità di produrre manufatti personalizzati.

Di seguito si riporta la descrizione delle macro-tematiche in termini di sfide, impatto atteso sul territorio e livello di urgenza (classificato in “molto alta”, “alta” e “media”).

### 5.1 Produzione con processi innovativi (*urgenza molto alta*)

Sfida specifica: La sfida a cui rispondere è la creazione di nuovi sistemi produttivi, basati su processi innovativi, per la produzione di prodotti complessi. Le azioni di ricerca e innovazione prioritarie dovranno essere volte alla concezione e sviluppo di tecnologie e processi innovativi per la produzione industriale di prodotti complessi e/o dalle caratteristiche particolarmente innovative (ad esempio, prodotti su scala micro, nuovi materiali, ecc.).

Impatto: L’impatto sul territorio consisterà nello sviluppo di un settore manifatturiero altamente innovativo e strategico per molti settori della manifattura e non (ad esempio, per quello dell’energia, biomedicale, elettronica, informatica, ecc.). Esso fornirà, infatti, materiali e prodotti necessari per applicazioni disruptive. L’impatto sulle competenze scientifiche e tecnologiche di frontiera sarà rilevante per il territorio, con la possibilità di porre Regione Lombardia alla frontiera della ricerca tecnologica internazionale. Anche le ricadute sociali saranno notevoli, grazie alla disponibilità della produzione locale di tali prodotti e materiali.

<b>MACRO TEMATICHE E TEMI DI SVILUPPO STRATEGICI PER IL MANIFATTURIERO AVANZATO IN LOMBARDIA</b>		
AFIL – Associazione Fabbrica Intelligente Lombardia	RIFERIMENTO:	Roadmap

## 5.2 Sistemi di produzione evolutivi e adattativi (*urgenza alta*)

**Sfida specifica:** La sfida cui rispondere è la realizzazione di sistemi produttivi in grado di evolvere in maniera intelligente in funzione dei mutamenti del contesto. Le azioni di ricerca e innovazione prioritarie dovranno essere volte alla concezione e sviluppo di nuovi dispositivi, componenti e macchine evolutive e adattative e di nuovi sistemi produttivi e logiche di controllo integrate per fabbriche evolutive e adattative.

**Impatto:** Lo sviluppo di tale macro-tematica consentirà alle imprese del territorio di essere più competitive grazie alla migliore capacità di adattarsi alla turbolenza del contesto. Inoltre, vi sarà una ricaduta positiva per il settore dei beni di produzione, grazie alla concezione e sviluppo di nuove macchine e sistemi produttivi evolutivi e adattativi.

## 5.3 Sistemi produttivi ad alta efficienza (*urgenza molto alta*)

**Sfida specifica:** La sfida cui rispondere è la concezione e sviluppo di sistemi produttivi ad alta efficienza in grado di supportare produzioni a costi contenuti e con cadenze produttive elevate. Le azioni di ricerca e innovazione prioritarie dovranno essere volte alla concezione e sviluppo delle tecnologie e dei metodi abilitanti per ridurre i costi di produzione dei sistemi manifatturieri e delle filiere industriali, ridurre l'impiego di energia e materiali dei processi produttivi, aumentare la qualità dei processi produttivi e della produzione nei network.

**Impatto:** Lo sviluppo di tale macro tematica consentirà alle imprese del territorio di essere più competitive grazie alla maggior efficienza. Essa consentirà di mantenere (o riportare) le produzioni all'interno della regione anziché percorrere strategie di esternalizzazione in paesi a basso costo della manodopera. Vi sarà quindi una positiva ricaduta sull'occupazione del manifatturiero lombardo, oltre che una ricaduta strategica per il settore dei beni industriali, grazie alla concezione e sviluppo di macchine e sistemi ad alta efficienza.

## 5.4 Sistemi produttivi “per le persone” (*urgenza media*)

**Sfida specifica:** La sfida cui rispondere è la concezione e sviluppo di sistemi in grado di porre l'individuo al centro del sistema produttivo, offrendo un luogo di lavoro attrattivo, confortevole, accogliente e in grado di valorizzare le persone, anche in riferimento ai trend demografici e sociali attualmente in corso. Le azioni di ricerca e innovazione prioritarie dovranno essere volte alla concezione e sviluppo delle tecnologie e dei metodi abilitanti per la collaborazione sicura ed efficiente tra uomini e macchine, la gestione della conoscenza necessaria a valorizzare le capacità degli operatori nella fabbrica, nuove modalità organizzative e di formazione per la valorizzazione delle persone nella fabbrica.

**Impatto:** Le ricadute sul territorio saranno sia di tipo sociale, grazie alla maggiore capacità di includere le persone nelle attività di fabbrica, sia economico, grazie alla maggiore competitività delle imprese ottenuta attraverso la valorizzazione delle capacità dei lavoratori. Inoltre, i risultati supporteranno la crescita del settore di beni strumentali orientati all'inclusione degli operatori nei processi produttivi.

## 5.5 Produzione di prodotti personalizzati (*urgenza molto alta*)

**Sfida specifica:** La sfida cui rispondere è la concezione e sviluppo di sistemi e modelli industriali per la produzione efficiente di prodotti personalizzati ad alto valore aggiunto, in grado di continuare a supportare la crescita del Made in Italy. Le azioni di ricerca e innovazione prioritarie dovranno essere volte alla

<b>MACRO TEMATICHE E TEMI DI SVILUPPO STRATEGICI PER IL MANIFATTURIERO AVANZATO IN LOMBARDIA</b>		
AFIL – Associazione Fabbrica Intelligente Lombardia	RIFERIMENTO:	Roadmap

concezione e sviluppo di nuove tecnologie (quali ad esempio additive manufacturing), materiali, Supply Chain agili in grado di configurarsi in tempi ridotti per soddisfare i requisiti di produzioni personalizzate, nuovi sistemi per l'integrazione della fase di raccolta delle specifiche personalizzate e quella di produzione, nuovi modelli di prodotto-servizio.

**Impatto:** L'impatto sul territorio consisterà nell'aumento della competitività delle imprese che realizzano prodotti personalizzati, che sorreggono il Made in Italy nel mondo, con ricadute positive in termini economici e di occupazione. Vi saranno inoltre impatti di tipo strategico legati alla creazione di nuova conoscenza che coniuga il design e l'unicità dei prodotti personalizzati italiani con una cultura avanzata in termini di tecnologie produttive di gestione delle fabbriche.

### 5.6 Sistemi per la sostenibilità ambientale (*urgenza molto alta*)

**Sfida specifica:** La sfida cui rispondere è la realizzazione di sistemi manifatturieri più sostenibili dal punto di vista ambientale e meno dipendenti dall'esterno per l'approvvigionamento di risorse produttive critiche. Le azioni di ricerca e innovazione prioritarie dovranno essere volte alla concezione e sviluppo delle tecnologie e dei metodi abilitanti per ridurre le emissioni, ottimizzare il consumo energetico e di materiali dei sistemi produttivi, abilitare pratiche di de-manufacturing finalizzate al re-manufacturing di prodotti e componenti e al riciclo di materiali.

**Impatto:** L'impatto sul territorio consisterà nell'aumento della competitività delle imprese manifatturiere, nello sviluppo di prodotti che offriranno nuove opportunità economiche, nella riduzione dell'inquinamento, conservazione delle risorse e del paesaggio, nonché nella creazione di nuove competenze ad alto valore aggiunto.

### 5.7 Aggregazione di Imprese collaborative e dinamiche (*urgenza media*)

**Sfida specifica:** La sfida cui rispondere è lo sviluppo di supply chain dinamiche e di network produttivi costituiti da imprese, anche SMEs, che collaborino efficacemente per fare massa critica. Le azioni di ricerca e innovazione prioritarie dovranno essere volte alla concezione e sviluppo delle tecnologie e dei metodi abilitanti per scambiare dati e informazioni nelle diverse fasi del ciclo di vita di prodotti, processi e sistemi, identificare i partner del network con cui collaborare e gestire relazioni, gestire in modo collaborativo la turbolenza dei mercati.

**Impatto:** L'impatto sul territorio consisterà nell'aumento della competitività delle imprese manifatturiere e nel superamento dei limiti tipici delle piccole imprese grazie al raggiungimento di una massa critica di network.

## 6 Temi di sviluppo per ciascuna macro tematica strategica

Per ciascuna macro-tematica strategica sono stati declinati dei temi di sviluppo che contribuiscono a risolvere le sfide poste dalla tematica stessa. Essi sono stati definiti a partire dalla sintesi delle tecnologie, metodi e materiali abilitanti descritta nel Capitolo 3, che è stata presa a riferimento quale fonte di contenuti già dibattuti in vari ambiti in sede extra-regionale, considerando le specificità dei temi per la Lombardia (Figura 2). I temi di sviluppo sono indicati in Figura 3 per ciascuna macro-tematica.

# MACRO TEMATICHE E TEMI DI SVILUPPO STRATEGICI PER IL MANIFATTURIERO AVANZATO IN LOMBARDIA



AFIL – Associazione Fabbrica Intelligente Lombardia

RIFERIMENTO:

Roadmap

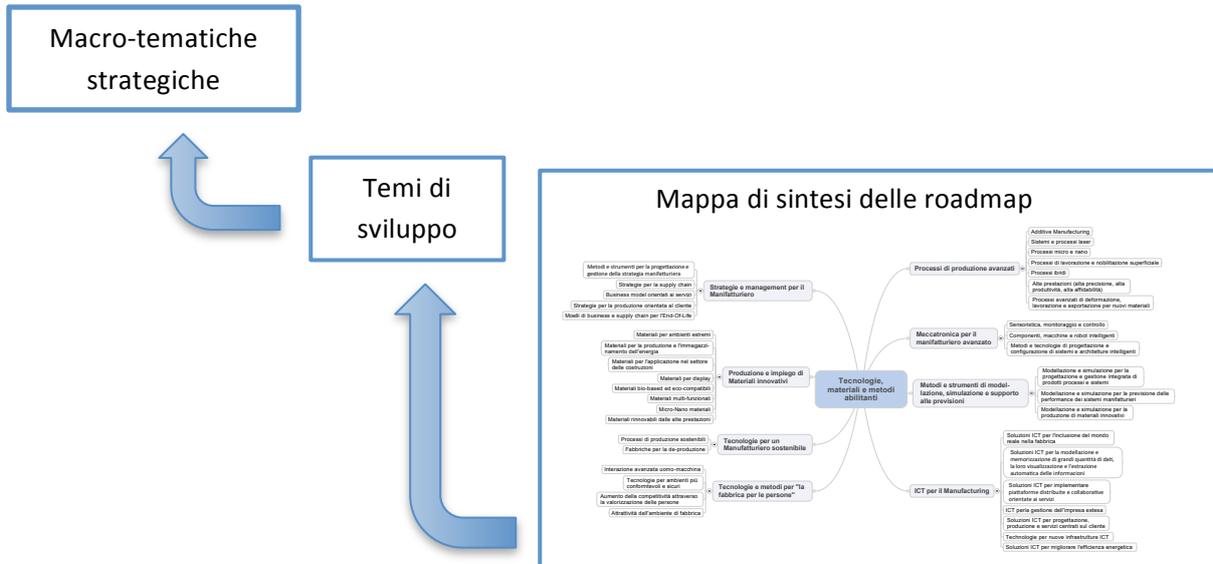


Figura 2 – Dalla mappa di sintesi delle roadmap alle macro-tematiche strategiche

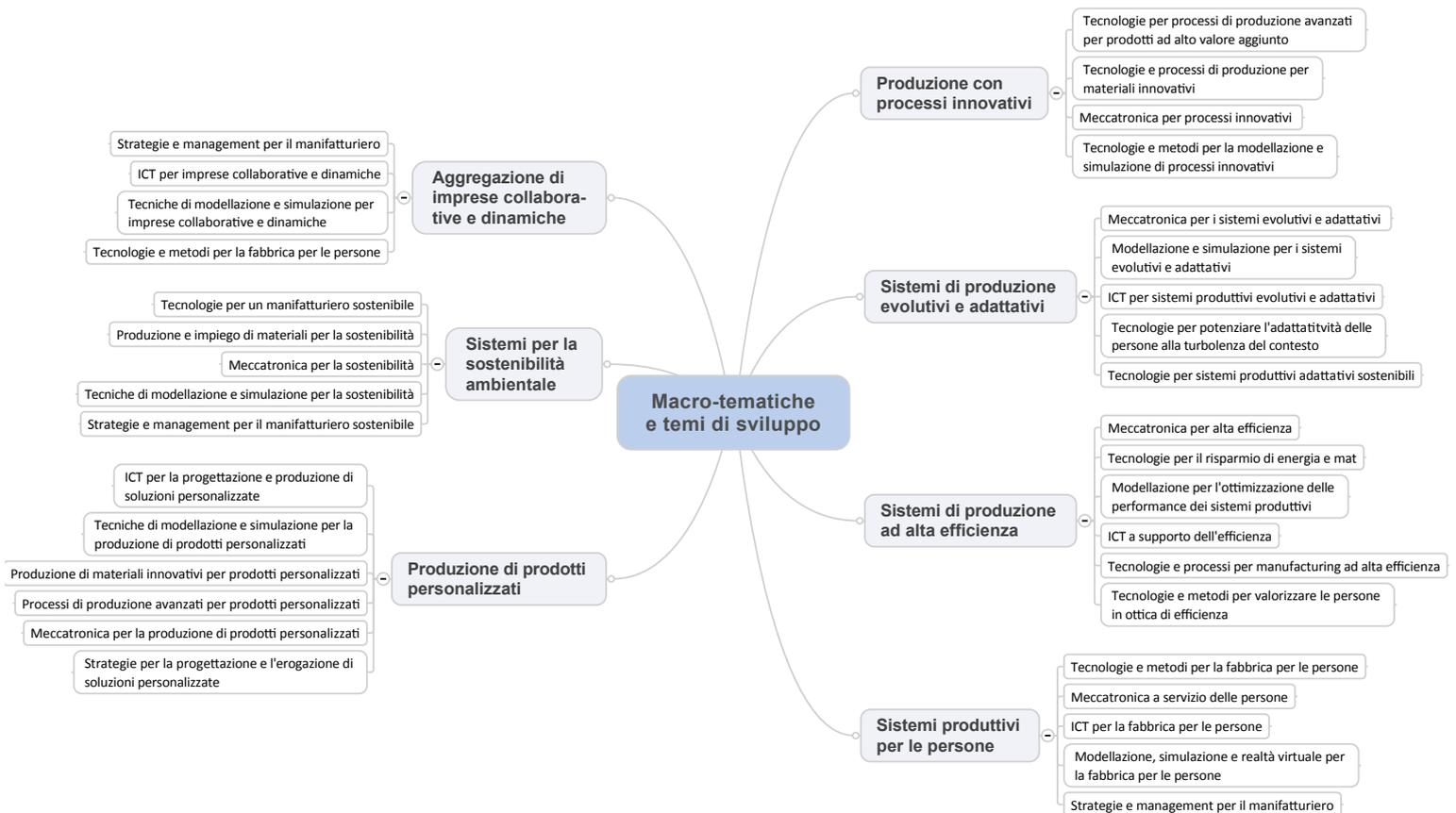


Figura 3 – Temi di sviluppo per macro-tematica strategica

<b>MACRO TEMATICHE E TEMI DI SVILUPPO STRATEGICI PER IL MANIFATTURIERO AVANZATO IN LOMBARDIA</b>		
AFIL – Associazione Fabbrica Intelligente Lombardia	RIFERIMENTO:	Roadmap

Analogamente a quanto fatto per le macro-tematiche, è stata proposta un’indicazione sull’urgenza di ciascun tema di sviluppo. Il livello di urgenza dei diversi temi di sviluppo è stato discusso dalle imprese e le organizzazioni di AFIL durante il workshop tenutosi il 23 giugno 2014. Il risultato è rappresentato nella tabella di Figura 5, in cui le diverse tonalità di colore indicano in modo qualitativo il contributo che ciascun tema di sviluppo può offrire alle sfide poste dalle macro-tematiche, quindi l’urgenza con cui è necessario affrontare il tema stesso (più scuro è il colore, maggiore è tale contributo).

	Processi di produzione avanzati	Meccatronica	Modellazione e simulazione	ICT manufacturing	Tecnologie e metodi per "Fabbrica per le persone"	Tecnologie per Manifatturiero sostenibile	Produzione e impiego di materiali innovativi	Strategie management per il Manifatturiero
Produzione con processi innovativi	Dark Green	Dark Green	Dark Green	Dark Green	Dark Green	Dark Green	Dark Green	Dark Green
Sistemi di produzione evolutivi e adattativi	Dark Green	Dark Green	Dark Green	Dark Green	Dark Green	Dark Green	Dark Green	Dark Green
Sistemi produttivi ad alta efficienza	Dark Green	Dark Green	Dark Green	Dark Green	Dark Green	Dark Green	Dark Green	Dark Green
Sistemi produttivi "per le persone"	Dark Green	Dark Green	Dark Green	Dark Green	Dark Green	Dark Green	Dark Green	Dark Green
Produzione di prodotti personalizzati	Dark Green	Dark Green	Dark Green	Dark Green	Dark Green	Dark Green	Dark Green	Dark Green
Sistemi per la sostenibilità	Dark Green	Dark Green	Dark Green	Dark Green	Dark Green	Dark Green	Dark Green	Dark Green
Imprese collaborative e mobili	Dark Green	Dark Green	Dark Green	Dark Green	Dark Green	Dark Green	Dark Green	Dark Green

Figura 5 – Contributo (urgenza) di ciascun tema di sviluppo per macro-tematica

Si descrivono di seguito in ordine di urgenza i temi di sviluppo identificati come “molto urgenti” ed “urgentissimi”.

## 6.1 Temi di sviluppo per la macro-tematica “Produzione con processi innovativi”

Si descrivono di seguito i temi di sviluppo, ordinati secondo l’urgenza identificata come sopra discusso.

### 6.1.1 Tecnologie per processi di produzione avanzati per prodotti ad alto valore aggiunto (*urgenza molto alta*)

Tecnologie a supporto di processi di produzione avanzati che consentono la manifattura su scala industriale di prodotti innovativi complessi e ad alto valore aggiunto. In particolare, tecnologie di microlavorazione ed assemblaggio flessibili in grado di garantire prestazioni ed efficienza al variare delle caratteristiche dei prodotti, dei materiali o del mix produttivo; tecnologie e metodi di analisi e caratterizzazione per processi ibridi che integrano diverse tecnologie, convenzionali e non convenzionali, su scala macro, micro e nano; tecnologie innovative per nuovi processi di lavorazione e nobilitazione superficiale.

### 6.1.2 Tecnologie e processi di produzione per materiali innovativi (*urgenza molto alta*)

Tecnologie e processi sia per la produzione di materiali innovativi dalle elevate caratteristiche meccaniche e funzionali (ad esempio, materiali per ambienti estremi, materiali per display, micro- e nano- materiali, materiali tessili multifunzionali, materiali per raccolta e conversione di energia, materiali rinnovabili ad alte prestazioni, materiali compositi), che per la loro lavorazione (miscelazione, deformazione, asportazione e deposizione di materiale, ecc.), difficoltosa se non impercorribile attraverso le tecnologie convenzionali.

<b>MACRO TEMATICHE E TEMI DI SVILUPPO STRATEGICI PER IL MANIFATTURIERO AVANZATO IN LOMBARDIA</b>		
AFIL – Associazione Fabbrica Intelligente Lombardia	RIFERIMENTO:	Roadmap

### 6.1.3 Meccatronica per processi innovativi (*urgenza alta*)

Tecnologie meccatroniche (sensori, componenti, macchine, robot, automazione e controllo) e metodi di progettazione/configurazione di nuove architetture di controllo complesse a supporto di processi di produzione innovativi, che richiedono continui feedback dall'esecuzione del processo per assicurare elevata qualità e precisione dei task produttivi.

### 6.1.4 Tecnologie e metodi per la modellazione e simulazione di processi innovativi (*urgenza alta*)

Tecniche e metodi che consentono la modellazione e simulazione di processi innovativi finalizzata alla progettazione tecnologica, ottimizzazione dei parametri di processo e stima delle performance economiche ed ambientali, considerando anche i rischi associati all'introduzione dei nuovi processi. Modellazione e simulazione multi-scala finalizzata alla progettazione di processi e sistemi produttivi per la produzione di materiali innovativi. Tali tecniche dovranno consentire la rapida ingegnerizzazione dei nuovi processi ed assicurare ridotti tempi di ramp-up.

## 6.2 Temi di sviluppo per la macro-tematica “Sistemi di produzione evolutivi e adattativi”

### 6.2.1 Modellazione e simulazione per i sistemi evolutivi e adattativi (*urgenza molto alta*)

Modelli analitici e di simulazione per prevedere il comportamento integrato di processi, risorse (macchine, componenti e operatori), sistemi e fabbriche durante tutte le fasi del loro ciclo di vita al fine di compiere le scelte migliori in fase progettuale e in tutte le fasi di utilizzo e riconfigurazione del sistema fino al fine vita.

### 6.2.2 Meccatronica per i sistemi evolutivi e adattativi (*urgenza molto alta*)

Tecnologie meccatroniche (sensori, attuatori innovativi piezoelettrici, magnetostrittivi, sma, ecc., componenti, macchine, robot, sistemi di automazione e controllo flessibile) e metodi di system engineering a supporto della flessibilità e riconfigurabilità dei sistemi produttivi. Nuovi protocolli di comunicazione condivisi per la riconfigurabilità e l'adattamento continuo. Monitoraggio continuo e tecniche di diagnostica avanzata dei sistemi produttivi.

### 6.2.3 ICT per sistemi produttivi evolutivi e adattativi (*urgenza alta*)

Soluzioni e tecnologie per incrementare la rappresentatività di risorse reali quali macchine, robot, linee di produzione e operatori. Esse abilitano lo scambio di informazioni tra le risorse, in modo da renderle consapevoli dell'ambiente in cui operano e da supportare l'adattamento continuo alla situazione di contesto.

### 6.2.4 Tecnologie per potenziare l'adattatività delle persone alla turbolenza del contesto (*urgenza alta*)

Tecnologie a supporto dell'adattatività degli operatori umani alla turbolenza del contesto. Ad esempio, applicazioni che permettano di memorizzare in modo robusto la grande mole di dati distribuiti che deriva dal campo e dalla supply chain, oltre che di ricavare e rendere disponibili le informazioni contenute in essi per supportare decisioni in tempo reale a tutti i livelli; tecnologie per fruire delle informazioni di fabbrica attraverso dispositivi mobili; tecnologie per la presentazione interattiva di dati e informazioni agli operatori attraverso tecniche di realtà virtuale ed aumentata.

<b>MACRO TEMATICHE E TEMI DI SVILUPPO STRATEGICI PER IL MANIFATTURIERO AVANZATO IN LOMBARDIA</b>		
AFIL – Associazione Fabbrica Intelligente Lombardia	RIFERIMENTO:	Roadmap

### 6.2.5 Tecnologie per sistemi produttivi adattativi sostenibili *(urgenza alta)*

Tecnologie e modelli per la riconfigurazione di macchine e sistemi ed il riutilizzo delle macchine e dei componenti all'interno di nuovi layout produttivi. Tecnologie e modelli per il remanufacturing delle macchine, per il riutilizzo di componenti e per il riciclo dei materiali a fine vita.

## 6.3 Temi di sviluppo per la macro-tematica "Sistemi produttivi ad alta efficienza"

### 6.3.1 Meccatronica per alta efficienza *(urgenza molto alta)*

Componenti, macchine, robot ad alte prestazioni, che ottimizzano i consumi di materiali ed energia. Dispositivi e tecnologie di misurazione ed elaborazione dei dati di prodotti, processi e macchine, tra cui tecniche di sensor-fusion sfruttando sistemi multi-sorgente per l'ottimizzazione e il monitoraggio dei processi produttivi (monitoraggio della qualità di processo e di prodotto, monitoraggio dello stato delle macchine, sistemi di diagnostica predittiva e prognostica per la manutenzione e la sicurezza).

### 6.3.2 Tecnologie per il risparmio di energia e materiali *(urgenza molto alta)*

Tecnologie hardware e software per ottimizzare il consumo di energia e materiali dei sistemi produttivi. Tecnologie per la produzione, raccolta, immagazzinamento, distribuzione ed utilizzo dell'energia nei processi manifatturieri. Tecnologie per la realizzazione di fabbriche energeticamente autonome. Tecnologie per l'impiego di materiali che consentano il risparmio energetico nei sistemi produttivi (materiali compositi per strutture alleggerite, sistemi per il fotoirraggiamento UV, sistemi di irraggiamento NIR, sistemi per isolamento termico, ecc.).

### 6.3.3 Tecnologie e processi per manufacturing ad alta efficienza *(urgenza alta)*

Tecnologie per garantire alta produttività (aumento dei ritmi produttivi, dell'affidabilità delle macchine e dei sistemi) e ad alta qualità ("zero difetti") sia nell'ambito delle lavorazioni convenzionali che in quelle innovative. Tecnologie per il trasporto delle parti, la metrologia e l'ispezione, inclusi metodi non-distruttivi in grado di garantire l'applicabilità su grandi volumi e l'affidabilità in ambienti di lavoro poco controllati come le officine tradizionali. Tecnologie e dispositivi volti al miglioramento della replicabilità, della flessibilità e della economicità di processi di produzione di materiali innovativi.

### 6.3.4 Modellazione per l'ottimizzazione delle performance dei sistemi produttivi *(urgenza alta)*

Modelli e tecniche di simulazione per massimizzare le performance produttive attraverso, ad esempio, simulazione e tecniche analitiche multi-livello e multi-fase per migliorare in modo integrato la qualità ed il ritmo produttivo e a supporto di una ottimale gestione della produzione e della manutenzione. Modelli e tecniche di simulazione per la previsione delle performance economiche, ambientali e sociali di prodotti-servizi, processi e sistemi produttivi.

### 6.3.5 ICT a supporto dell'efficienza *(urgenza alta)*

Tecnologie per infrastrutture ICT ad alta velocità, sicure e a ridotto consumo energetico che migliorino le performance dei sistemi di produzione manifatturieri. Applicazioni che permettano di memorizzare in modo robusto la grande mole di dati distribuiti che deriva dal campo e dalla supply chain, oltre che di

<b>MACRO TEMATICHE E TEMI DI SVILUPPO STRATEGICI PER IL MANIFATTURIERO AVANZATO IN LOMBARDIA</b>		
AFIL – Associazione Fabbrica Intelligente Lombardia	RIFERIMENTO:	Roadmap

ricavare e rendere disponibili le informazioni contenute in essi per supportare le decisioni aziendali in tempo reale a tutti i livelli in ottica di efficienza. Soluzioni ICT innovative che permettano di supportare la collaborazione a tutti i livelli nelle reti di fabbriche e supply chain dinamiche. Ad esempio, soluzioni e tecnologie per la gestione di network collaborativi, agili, sostenibili, che supportino il coinvolgimento della piccola e media impresa, ecc.

#### **6.3.6 Tecnologie e metodi per valorizzare le persone in ottica di efficienza (urgenza alta)**

Macchine e tecnologie progettati e programmati per abilitare la condivisione dello spazio di lavoro e la collaborazione con gli operatori umani per l'esecuzione dei task di produzione in ottica di efficienza. Tecnologie e metodi per valorizzare le capacità e le prestazioni degli operatori (sistemi di knowledge management, interfacce intuitive mobili, sviluppo competenze attraverso nuovi paradigmi di formazione e nuovi curricula).

#### **6.3.7 Tecnologie per l'impiego di materiali ad alta efficienza nei sistemi produttivi (urgenza alta)**

Produzione ed impiego nei sistemi produttivi di materiali in grado di migliorare le performance dei sistemi stessi. Ad esempio, materiali per la generazione e stoccaggio di energia, materiali per strutture leggere, nanomateriali per assorbimenti UV e NIR, ecc..

### **6.4 Temi di sviluppo per la macro-tematica “Sistemi produttivi per le persone”**

#### **6.4.1 Tecnologie e metodi per la fabbrica per le persone (urgenza molto alta)**

Tecnologie per rendere attrattivo ed accogliente il lavoro in fabbrica considerando diverse tipologie di target e di addetti: giovani, persone anziane, persone provenienti da altri paesi e culture, ragazzi ed adolescenti che devono scegliere il proprio percorso formativo o la tipologia di impiego, ecc.. Nuove soluzioni basate su strumenti ICT e sull'automazione volte a garantire luoghi di lavoro ad elevata accessibilità, usabilità, ergonomia e sicurezza in particolare per lavoratori anziani e portatori di disabilità. Ad esempio, interfacce intuitive e mobili, postazioni di lavoro appositamente disegnate per anziani e disabili, ecc.

#### **6.4.2 Meccatronica a servizio delle persone (urgenza molto alta)**

Macchine e tecnologie progettati e programmati per abilitare la collaborazione sicura ed efficiente tra gli operatori e le macchine per eseguire i task di produzione. In particolare, tecnologie per la robotica mobile e di servizio, tecnologie per la collaborazione multi-modale e sicura uomo-macchina; tecnologie per fruire da remoto delle informazioni di fabbrica attraverso dispositivi mobili; interfacce uomo-macchina per il riconoscimento dei gesti e del comportamento, l'interazione fisica e cognitiva e la presentazione interattiva di dati e informazioni attraverso tecniche di realtà virtuale ed aumentata.

#### **6.4.3 ICT per la fabbrica per le persone (urgenza alta)**

Soluzioni e tecnologie per incrementare la rappresentatività di risorse, tra cui gli operatori, e la loro reciproca interazione in ottica di efficienza, sicurezza e valorizzazione delle persone. Soluzioni ICT per la modellazione e memorizzazione di grandi quantità di dati, la loro visualizzazione e l'estrazione automatica delle informazioni affinché gli operatori dispongano di informazioni a supporto dei task e delle decisioni.

<b>MACRO TEMATICHE E TEMI DI SVILUPPO STRATEGICI PER IL MANIFATTURIERO AVANZATO IN LOMBARDIA</b>		
AFIL – Associazione Fabbrica Intelligente Lombardia	RIFERIMENTO:	Roadmap

#### **6.4.4 Modellazione, simulazione e realtà virtuale per la fabbrica per le persone (urgenza alta)**

Modelli, tecniche di simulazione e sistemi di realtà virtuale per fornire agli operatori informazioni e strumenti avanzati che valorizzino le competenze e capacità degli stessi. Tali tecnologie potranno supportare, tra le altre cose, la formazione degli operatori e lo sviluppo di strumenti interattivi (videogames) per rendere attrattivo il lavoro di fabbrica.

#### **6.4.5 Strategie e management per il manifatturiero (urgenza alta)**

Nuovi modelli organizzativi per la valorizzazione delle persone, nuovi paradigmi di formazione, nuove modalità di remunerazione dei knowledge worker della fabbrica.

### **6.5 Temi di sviluppo per la macro-tematica “Produzione di prodotti personalizzati”**

#### **6.5.1 ICT per la progettazione e produzione di soluzioni personalizzate (urgenza molto alta)**

Tecnologie e applicazioni che permettano il coinvolgimento del cliente nella catena manifatturiera incorporandone i bisogni ed aspettative a partire dalla progettazione del prodotto e del processo produttivo fino ai servizi innovativi associati alla sua realizzazione. Ad esempio, soluzioni per la progettazione personalizzata, servizio lungo il ciclo di vita, ecc.

#### **6.5.2 Tecniche di modellazione e simulazione per la produzione di prodotti personalizzati (urgenza molto alta)**

Modelli analitici e di simulazione finalizzati a massimizzare le performance di produzione di prodotti personalizzati. Modelli di simulazione per la progettazione, realizzazione e gestione lungo il ciclo di vita di prodotti-processi-sistemi per soluzioni personalizzate. Modelli per supportare le aziende a definire scenari di personalizzazione in cui strategie di postponement, di modularizzazione del prodotto, gestione del punto di disaccoppiamento dell'ordine vengono confrontati in modo dinamico e permettono di ottimizzare la gestione della filiera. Modelli per ottimizzare il trade-off tra sostenibilità, gestione dei magazzini, stock e trasporti per la customizzazione dei prodotti.

#### **6.5.3 Produzione di materiali innovativi per prodotti personalizzati (urgenza molto alta)**

Tecnologie e processi di produzione di materiali innovativi per la realizzazione di prodotti personalizzati, come ad esempio materiali intelligenti “stimuli-responsive” e/o “smart”, materiali bio-based ed eco-compatibili, nuovi materiali liquidi e solidi formabili attraverso stereolitografia, 3D e 4D-printing, sinterizzazione laser, ecc.

#### **6.5.4 Processi di produzione avanzati per prodotti personalizzati (urgenza molto alta)**

Tecnologie di produzione per prodotti personalizzati, quali additive manufacturing (3D e 4D-printing, stereolitografia, sinterizzazione laser), tecnologie di produzione per prodotti che mutano forma nel tempo, micro-tecnologie, processi ibridi per l'ottenimento di feature personalizzate.

#### **6.5.5 Meccatronica per la produzione di prodotti personalizzati (urgenza alta)**

Componenti, macchine, robot, sistemi di automazione e controllo che consentono la realizzazione e gestione di sistemi produttivi per la realizzazione di prodotti unici in condizione di scarsa prevedibilità.

<b>MACRO TEMATICHE E TEMI DI SVILUPPO STRATEGICI PER IL MANIFATTURIERO AVANZATO IN LOMBARDIA</b>		
AFIL – Associazione Fabbrica Intelligente Lombardia	RIFERIMENTO:	Roadmap

Caratteristiche fondamentali saranno quindi la flessibilità e riconfigurabilità dei sistemi, nonché l'integrazione dei processi produttivi con la fase di acquisizione delle specifiche personalizzate.

#### **6.5.6 Strategie per la progettazione e l'erogazione di soluzioni personalizzate (urgenza alta)**

E' possibile incrementare il livello di personalizzazione dell'offerta tramite la fornitura di soluzioni integrate di prodotti-servizi, cioè la fornitura di servizi ad alto valore aggiunto che complementano i prodotti offerti al fine di incrementare il valore per i clienti (ad esempio manutenzione, upgrade, garanzia di performance, gestione del fine ciclo vita, ecc.). A supporto di ciò occorrono nuovi strumenti sia per la progettazione e l'ingegnerizzazione di soluzioni personalizzate di prodotti-servizi e la loro erogazione nei mercati target, che per favorire e promuovere la composizione di reti di imprese adattive e interoperabili che consentano la collaborazione e la comunicazione tra i vari attori della catena del valore di prodotto-servizio.

### **6.6 Temi di sviluppo per la macro-tematica “Sistemi per la sostenibilità ambientale”**

#### **6.6.1 Tecnologie per un manifatturiero sostenibile (urgenza molto alta)**

Tecnologie volte sia all'incremento della sostenibilità dei processi produttivi (discreti e continui) che all'implementazione di processi di End-Of-Life sostenibili dal punto di vista economico ed ambientale. Ad esempio, soluzioni tecnologiche per l'aumento dell'efficienza dei processi (dal punto di vista energetico, consumo dei materiali,...) ed il controllo e la riduzione delle emissioni inquinanti e/o nocive, tecnologie e tecniche di progettazione per il disassemblaggio automatico di prodotti e per il disassemblaggio selettivo di componenti, tecnologie per la valorizzazione attraverso riutilizzo, re-manufacturing e riciclo di prodotti solidi, liquidi e gassosi da fine ciclo vita e scarti di produzione.

#### **6.6.2 Produzione e impiego di materiali per la sostenibilità (urgenza molto alta)**

Impiego di materiali innovativi all'interno di macchine e componenti che favoriscano il risparmio energetico, quali materiali leggeri dalle alte prestazioni, materiali per la produzione e l'immagazzinamento di energia, ecc. Produzione e impiego di materiali da fonti rinnovabili e/o riciclabili (vernici, adesivi, trattamenti superficiali, tessuti, plastiche, composti).

#### **6.6.3 Meccatronica per la sostenibilità (urgenza alta)**

Componenti, macchine, robot ad alte prestazioni che ottimizzano i consumi di materiali ed energia. Soluzioni di monitoraggio di processo volto allo sviluppo di sistemi di controllo adattativi, che ottimizzino gli aspetti energetici e di consumo di materiali, anche per processi particolarmente complessi ed innovativi.

#### **6.6.4 Tecniche di modellazione e simulazione per la sostenibilità (urgenza alta)**

Modelli e tecniche di simulazione per la previsione delle performance economiche, ambientali e sociali di prodotti-servizi, processi e sistemi produttivi. Tali modelli dovranno abbracciare l'intero ciclo di vita (dalla progettazione alla gestione dei resi) e considerare tutti i rischi connessi alla realizzazione e funzionamento dei sistemi produttivi. Essi dovranno essere in grado di fornire delle metriche di sostenibilità in supporto alle decisioni.

<b>MACRO TEMATICHE E TEMI DI SVILUPPO STRATEGICI PER IL MANIFATTURIERO AVANZATO IN LOMBARDIA</b>		
AFIL – Associazione Fabbrica Intelligente Lombardia	RIFERIMENTO:	Roadmap

### 6.6.5 Strategie e management per il manifatturiero sostenibile *(urgenza alta)*

Nuovi modelli di business per migliorare le performance ambientali dei sistemi produttivi attraverso nuovi schemi e processi di raccolta, riutilizzo, re-manufacturing e riciclo di prodotti, componenti e materiali a fine ciclo vita. Progettazione e analisi di nuove tipologie di interazioni nelle catene di produzione per ottimizzare i flussi degli scarti inter-industria e i rapporti inter-organizzativi, considerando anche paradigmi quali “industrial symbiosis”.

## 6.7 Temi di sviluppo per la macro-tematica “Aggregazione di imprese collaborative e dinamiche”

### 6.7.1 Strategie e management per il manifatturiero *(urgenza molto alta)*

I modelli di business innovativi delle imprese manifatturiere si basano sempre più sulla fornitura di servizi a complemento dei prodotti. Tali modelli si basano sulla capacità di costruire e gestire dei network dinamici in grado di garantire la progettazione e l’ingegnerizzazione dei prodotti-servizi e la loro erogazione nei mercati target. A supporto di ciò occorrono nuovi strumenti per favorire e promuovere la composizione di reti di imprese collaborative e dinamiche che consentano la collaborazione e la comunicazione tra i vari attori della catena del valore di prodotto-servizio.

### 6.7.2 ICT per imprese collaborative e dinamiche *(urgenza molto alta)*

Soluzioni ICT innovative che permettano di supportare la collaborazione a tutti i livelli nelle reti di fabbriche e supply chain dinamiche. Ad esempio, soluzioni e tecnologie per la gestione di network collaborativi, agili, sostenibili, che supportino il coinvolgimento della piccola e media impresa, ecc. Applicazioni distribuite e collaborative implementate attraverso l’integrazione di servizi forniti da molteplici fornitori manifatturieri e ICT.

### 6.7.3 Tecniche di modellazione e simulazione per imprese collaborative e dinamiche *(urgenza molto alta)*

Modelli analitici e di simulazione per analizzare il comportamento integrato di processi, risorse, sistemi e fabbriche di imprese collaborative durante tutte le fasi del loro ciclo di vita al fine di compiere le scelte migliori in fase progettuale e in tutte le fasi di utilizzo e riconfigurazione fino al fine vita.

### 6.7.4 Tecnologie e metodi per la fabbrica per le persone *(urgenza alta)*

Nuovi sistemi di knowledge management e strumenti ICT per supportare le persone ad implementare processi collaborativi di network (sistemi di presentazione delle informazioni di fabbrica su dispositivi mobili, soluzioni di realtà virtuale per la gestione remota di processi, ecc.).

<b>MACRO TEMATICHE E TEMI DI SVILUPPO STRATEGICI PER IL MANIFATTURIERO AVANZATO IN LOMBARDIA</b>		
AFIL – Associazione Fabbrica Intelligente Lombardia	RIFERIMENTO:	Roadmap

## 7 Proposta di temi di sviluppo congiunti in altre Aree di Specializzazione

Oltre ai contenuti sopra presentati, in virtù del carattere trasversale del Manifatturiero, si propongono di seguito una serie di tematiche da sviluppare congiuntamente con i Cluster di altre Aree di Specializzazione:

- **Aerospazio:**
  - sistemi di produzione automatizzati per il settore aeronautico, interazione uomo robot nella produzione di componenti aeronautici
  - produzione di componenti complesse in piccole serie, additive manufacturing
  - produzione di materiali innovativi per il settore aeronautico, produzione di assiemi e componenti in materiale composito.
- **Agroalimentare:**
  - Sistemi e metodi di produzione per il settore agro-alimentare (a titolo di esempio, soluzioni tecnologiche per il packaging, la qualità e la sicurezza della produzione, sistemi di produzione automatizzata per il settore alimentare, ecc.)
- **Eco-industria:**
  - Tecnologie e metodi di produzione sostenibili
  - Tecnologie e metodi per la selezione e il riciclo dei materiali
- **Industria culturale e creativa:**
  - Tecnologie di realtà virtuale per i beni culturali.
  - Meccatronica per la conservazione e manutenzione del patrimonio artistico.
  - Nuovi materiali per la conservazione e manutenzione del patrimonio artistico.
- **Industria della salute:**
  - Produzione di prodotti personalizzati per il benessere, qualità della vita, riabilitazione e la salute delle persone.
  - Processi automatizzati per le diagnostica.
  - Meccatronica e tecnologie digitali per la riabilitazione.
- **Mobilità sostenibile:**
  - Sistemi di produzione zero defect per i componenti dei veicoli.
  - Produzioni di materiali compositi e di altri materiali (leghe di magnesio, titanio, ecc.) per i componenti dei veicoli del futuro.
  - Produzione di componenti multi-materiale (eventualmente anche con sensoristica embedded)
  - Tecnologie di produzione ed assemblaggio di parti strutturali leggere e di rivestimenti superficiali per l'alleggerimento dei veicoli e la riduzione delle emissioni.



## Contributo per la partecipazione di AFIL/Regione Lombardia al Progetto Vanguard “High Performance Production with 3D Printing”

### NOME DELL'ORGANIZZAZIONE

DICAr – Dipartimento di Ingegneria Civile ed Architettura

### NOME DEL REFERENTE SU QUESTI TEMI

Prof. Ferdinando Auricchio

### COMPETENZE POSSEDUTE INERENTI L'AMBITO DEL PROGETTO PROPOSTO

Il gruppo di ricerca guidato dal Prof. Ferdinando Auricchio comprende circa 20 persone, tra dottorandi e ricercatori. Le tematiche di ricerca sono incentrate sulla meccanica computazionale e sullo studio dei materiali avanzati, ma all'interno del gruppo è attiva una componente dedicata alla biomeccanica ed all'analisi di immagini mediche. Questo filone di ricerca negli anni ha sempre più affiancato allo studio computazionale una parte sperimentale, che ad oggi vede 5 laboratori sperimentali attivi presso il dipartimento (<http://www.unipv.it/compmech/>).

Tra questi, anche un laboratorio dedicato alla **prototipazione rapida**, di seguito descritto, che ha maturato esperienza nella produzione di modelli *patient-specific* per uso clinico-chirurgico, ma che è anche attivo su altre applicazioni della stampa 3D, come la gioielleria, con la recente collaborazione instaurata con l'azienda INK - <http://www.inkproject.it>.

Per quanto riguarda la componente biomedica, l'attività di ricerca si concentra sulla creazione di dispositivi o nuove metodologie che permettano di supportare il clinico nella sua attività: gli obiettivi vanno dalla creazione di modelli *patient-specific* per la pianificazione chirurgica alla simulazione di apposizione di protesi vascolari e valvolari. Questi obiettivi saranno al centro dell'idea progettuale di seguito descritta.

### LABORATORI ED INFRASTRUTTURE DI RICERCA FUNZIONALI ALLO SVOLGIMENTO DELLE ATTIVITA' PROGETTUALI

Nel contesto del DICAr è stato attivato da più di un anno il laboratorio **Proto-Lab** (<http://www.unipv.it/compmech/proto-lab.html>), dedicato alla prototipazione rapida tramite stampa 3D. Il laboratorio è dotato di una stampante professionale ad altissima risoluzione, la **Objet 30Pro** della casa Objet-Stratasys, in grado di stampare 7 materiali differenti, tra cui un materiale trasparente ad una risoluzione massima di 16 µm. E' presente, inoltre, una stampante basata su tecnologia FDM (Fused Deposition Modeling), la **Leapfrog** della casa Creatr, caratterizzata da minore risoluzione di stampa, ma da grande versatilità in termini di materiali.

Il laboratorio ha come *mission* principale la prototipazione anatomica *patient-specific* per la pianificazione pre-operatoria: questa attività è attualmente condotta principalmente per il policlinico



San Matteo di Pavia e per il policlinico San Donato di Milano. Il laboratorio svolge anche attività conto terzi ad ampio spettro, dato il grande ventaglio di applicazioni della stampa 3D.

Le attività di ricerca legate al Proto-lab si concentrano anche sullo sviluppo di **nuovi materiali**, sia plastici, in collaborazione con l'azienda Versalis, che metallici, in collaborazione con il Prof. Umberto Tamburini Anselmi.

Sempre al DICAr è attivo da alcuni anni il laboratorio  **$\beta$ -lab** (<http://www.unipv.it/compmech/beta-lab.html>). Il laboratorio è dotato di un **simulatore cardiaco** che permette di riprodurre in vitro le condizioni fluidodinamiche proprie della circolazione sistemica. Questa piattaforma è utilizzata sia per lo studio di particolari condizioni patologiche vascolari, sia per la simulazione di apposizione di protesi vascolari, ponendosi quindi anche come importante strumento didattico. La presenza di questo laboratorio è di grande importanza strategica in combinazione con la prototipazione di modelli vascolari *patient-specific* dotati anche di proprietà meccaniche fisio-patologiche.

## PROGETTI DI RICERCA REGIONALI, NAZIONALI ED EUROPEI SUL TEMA

Sul tema della prototipazione *patient-specific* a scopo di pianificazione pre-operatoria è stato finanziato per l'anno 2014 il progetto:

**“Hospital Factory for Manufacturing Customized, Patient Specific 3D Anatomic-Functional Model and Prostheses”**, nell'ambito del Progetto Bandiera “La Fabbrica del Futuro - Piattaforma Manifatturiera Nazionale” promosso dal Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR).

## RISULTATI DELLA RICERCA INERENTI LE TEMATICHE DEL PROGETTO

I primi risultati sulla prototipazione di modelli *patient-specific* sono stati presentati in via preliminare a congressi scientifici.

- Un *case study* per l'uso di modelli prototipati con stampa 3D per il trapianto di rene da donatore vivente è stato presentato agli “Stati generali della salute” 2014 di Roma, promossi dal Ministero della Salute (<http://www.statigeneralidellasalute.it>)
- I primi risultati sull'uso dei modelli virtuali e prototipati per la pianificazione pre-operatoria del tumore alla testa del pancreas sono stati presentati al convegno Computer Assisted Radiology and Surgery 2012, Pisa.

Pubblicazione sugli atti del convegno:

Marconi S., Auricchio F., Pietrabissa A., 3D Virtual and physical pancreas reconstruction discriminating between health and tumor tissue with fuzzy logic, Int J CARS (2012) 7 (Suppl 1):S71–S88

- I risultati sull'uso di modelli anatomici prototipati per la resezione chirurgica della milza, sono attualmente in fase di pubblicazione.



## TEMATICHE PRIORITARIE CHE SI DESIDERA AFFRONTARE NEL PROGETTO

Il progetto mira alla creazione di un centro di riferimento per la **prototipazione in campo prettamente biomedicale**. L'obiettivo del centro sarà quello di fornire un supporto mirato alle diverse esigenze clinico-chirurgiche. Da un lato si svilupperà ed amplierà quanto già attivo sulla prototipazione *patient-specific* per la pianificazione pre-operatoria, con un'integrazione della strumentazione presente per consentire una maggiore versatilità e rapidità di realizzazione. Dall'altra si intende creare un centro di sviluppo e prototipazione di protesi sempre *patient-specific*: per questo secondo obiettivo il parco macchine andrà ampliato con strumentazione per la sinterizzazione laser (per la realizzazione di prototipi di stent ed altri componenti impiantabili) e per la prototipazione a cera, per la creazione di componenti mediante la tecnica della cera persa (tecnica molto utilizzata nel settore dentale).

L'obiettivo a più ampio spettro è quello di creare un **centro di prototipazione** che possa coprire un vasto ventaglio di esigenze, fornendo, grazie al versatile parco macchine, un supporto completo dallo sviluppo dell'idea alla prototipazione nei più disparati campi di applicazione.

## ALTRI SOGGETTI NOTI CHE SI RITIENE DI POTER INVITARE A PARTECIPARE ALL'INIZIATIVA

Dato il grande fermento che la stampa 3D ha conosciuto negli ultimi anni, sono numerose sul territorio italiano le imprese che hanno sviluppato una propria versione di questi strumenti, soprattutto nel campo delle stampanti FDM, le più comuni ed economiche.

La collaborazione di queste imprese è fondamentale sia per un supporto nell'applicazione della stampa 3D a nuove tipologie di servizi, che per lo sviluppo di nuovi materiali di stampa professionali.

Nel panorama di aziende produttrici di stampanti 3D italiane, segnaliamo:

sul fronte stampanti FDM

- **WASP** (<http://www.wasproject.it>)
- **3ntr** (<http://3ntr.eu>)

mentre sul fronte della stampa ad alta risoluzione

- **Overmach**, rivenditore italiano di stampanti Objet-Stratasys (<http://www.overmach.it>)

Tra le aziende che potrebbero avere un ruolo rilevante nell'ampliamento dell'offerta di prototipazione segnaliamo:

- **INK**, produttore di gioielli personalizzati (<http://www.inkproject.it>).

E' importante sottolineare il contributo che la collaborazione con gli ospedali San Matteo di Pavia e San Donato di Milano ha avuto nello sviluppo di una metodica di prototipazione *patient-specific* destinata all'ambito della chirurgia addominale e vascolare.



## RISULTATI ATTESI DALLA PARTECIPAZIONE AL PROGETTO

Il principale risultato sarà la creazione di un **centro di riferimento nel campo della prototipazione rapida professionale**, principalmente rivolto al settore biomedico come fornitura di servizi specifici, ma in grado di rispondere alla sempre crescente domanda di prototipi nei più svariati campi. Questo sarà possibile grazie alla disponibilità di un parco macchine eterogeneo ed alla presenza di un gruppo di professionisti che hanno già maturato esperienza nel settore.

Il territorio regionale vede la presenza di molte realità ospedaliere di altissimo livello, che potranno certamente beneficiare della vicinanza strategica di un centro altamente specializzato nella fornitura di servizi di prototipazione clinico-chirurgica.

La presenza della stampa 3D sul territorio regionale conosce una diffusione prettamente amatoriale. Poche sono le realtà dotate di sistemi di prototipazione professionale, spesso in aggiunta ad un parco macchine diversamente destinato. L'obiettivo è proprio colmare la mancanza di un centro specializzato nelle diverse applicazioni della prototipazione rapida, in grado quindi di analizzare le specifiche esigenze di prototipazione a diversi livelli.

# VANGUARD INITIATIVE

NEW GROWTH THROUGH SMART SPECIALISATION



Regione Lombardia, insieme ad altre 16 Regioni europee, ha condiviso l'iniziativa proposta del Presidente delle Fiandre denominata "Vanguard Initiative – New Growth by Smart Specialisation. Engagement for the future of industry in Europe" ([www.s3vanguardinitiative.eu](http://www.s3vanguardinitiative.eu)). Le 17 Regioni della Vanguard Initiative – VI intendono avere un ruolo chiave per la nuova crescita europea in ambito industriale, individuando le "specializzazioni intelligenti" quali motori per lo sviluppo di nuovi settori emergenti in grado di trainare le dinamiche di crescita in Europa.

All'interno di Vanguard si sottolinea la partecipazione all'iniziativa pilot "**Vanguard 3D Printing**": l'iniziativa prevede la mappatura delle competenze presenti nel territorio di tutti i soggetti coinvolti (tra cui la Regione Lombardia)

Maggiori informazioni nel documento seguente, descrittivo dell'iniziativa "**High Performance Production with 3D Printing**"

## Call for Expression of Interest

*This is a proposal for a strategic project of interregional collaboration by the 'Vanguard Initiative New Growth through Smart Specialisation'<sup>1</sup>, on the initiative of Flanders, in the framework of the pilot 'Smart Specialisation Platform for Advanced Manufacturing'.*

*The proposal aims at the construction of a network of industry-led demonstrators across regions in Europe to enhance the uptake of solutions provided by 3D-printing technologies in international value chains. Such a network exploits the potential of regions, regional clusters and of interregional collaboration and multi-level support to scale-up the European emerging industry in 3D-printing on the basis of organised complementarities (smart specialization). This strategic project will contribute to closing the gap to the markets by mobilising innovation clusters and lead-companies through a support mechanism (a smart specialisation platform) for identifying opportunities for co-investments in a set of complementary demonstrators. The pilot phase (of about one year) will develop a blueprint for this European network of demonstrators and a financing model that integrates private and public funding (using instruments at regional, national and European levels).*

### Developing a European demonstration and piloting network 'High Performance Production with 3D Printing'

3D-printing has a huge potential for new growth and employment in Europe. It can induce more local production in Europe thanks to flexibility and customization of manufacturing and also stimulate world-wide export of creative designs. Therefore 3D-printing is considered to be an important component of the new industrial revolution that will benefit to welfare and employment creation in Europe. But many application fields for 3D-printing are still only partially exploited because of different bottlenecks in the emerging value chains. This project wants to contribute to the acceleration of the uptake of 3D-printing solutions by a combined effort of industry led clusters in a large number of European regions. These clusters/platforms are organising localised eco-systems for 3D-applications in economic domains where regions develop their comparative strengths.

This proposal aims to set-up a European project to exploit network synergies for the co-creation of growth markets for 3D-printing applications. The first step is the 'mapping' of emerging value chains, innovation clusters and industries that will put Europe in the lead of a new industrial revolution where additive manufacturing plays a key role. The second step is the 'matching' of partners across regions in the identified value chains. The third step is the development of a network of demonstrators (involving users) and of pilots for manufacturing, based on a commitment to 'co-invest' by businesses and public authorities through combining funding.

---

<sup>1</sup> What is the Vanguard Initiative? This alliance groups 18 regions (see [www.S3vanguardinitiative.eu](http://www.S3vanguardinitiative.eu)) and is open to all regions that are politically committed to use their smart specialization strategies for interregional cooperation and alignment with European priority actions. They intend to strengthen the role of clusters and other bottom-up platforms in European industrial and innovation policies to build competitive international value chains and European world-class clusters. They are committed to lead-by-example and cooperate with the EC in designing new multi-level support instruments for this bottom-up approach.

The rationale of the project is to exploit network synergies and create sufficient critical mass as important conditions for the take-off of an emerging industry in Europe. Therefore the network will aim at promoting complementarities in the industrial initiatives for 3D-printing throughout the regions, based on smart specialisation and on the mutual learning from the experiences in demonstrators and pilots that will be a core instrument for combining private and public efforts. The design of the network can take a matrix-approach of different technologies and different application fields. The network will also allow the matching of supply and demand for missing links in the value chains. Opening-up access to high class infrastructures for business ideas of SMEs and entrepreneurs to support prototyping of new products and training of workforce are also important parts of the ambition.

The envisaged 3D-technology demonstration projects should take a clear value chain perspective, with particular care for product customisation. This implies that complementary areas and related technologies can also be taken on board, to ensure success conditions such as: consumer integration, concurrent and simultaneous engineering, high performance inbound and outbound logistics, supply chain management, other technologies for flexible and fast response production processes, quality assurance, etc. The role of cities as spaces for demonstration of new human-sized industries can also be exemplified.

The precise scope of this network will be explored in a first kick-off meeting on 26 September in Brussels, with representatives from regional cluster platforms and the supporting regional authorities. In advance, a mapping of relevant value chains and clusters will be prepared (with support of the EC) to support a quicker identification of partners. Related platforms such as the 'Additive Manufacturing Technology Platform' will be invited to participate, to ensure synergies. This kick-off meeting will explore the set-up of 'matching-events' for prioritised application areas, starting before the end of the year. The partnership conducting the network will involve all regions that agree on playing a lead-role in specific domains according their priorities.

The further development of the network includes an inventory of existing infrastructures and investment projects for demo-testing and prototyping. The launch of new investment projects will combine funding from different regional, national and European sources.

The first results of the network design will be discussed at the Annual Meeting of the Vanguard Initiative on 13 November 2014 in Milan and presented to the Commission. The aim of the project is to develop within one year a roadmap for the deployment of a demonstration network, including the financing mix for the investment projects.

This project for constructing a demonstration network for learning about the success conditions for additive manufacturing and for supporting new value creation is open to all regions and regional industry-led platforms that share the ambition to boost the potential of 3D-printing on the basis of transformative entrepreneurship, cluster collaboration and development of European lead-markets.

Expressions of interest for the kick-off meeting of 26 September in Brussels can be sent to Jan Larosse ([jan.larosse@ewi.vlaanderen.be](mailto:jan.larosse@ewi.vlaanderen.be)) and Wim De Kinderen ([wim.dekinderen@brainportdevelopment.nl](mailto:wim.dekinderen@brainportdevelopment.nl))

## Background

This proposal is launched in the context of the pilot exercise for the ‘Smart Specialisation Platform for Advanced Manufacturing’, that is co-developed by the European Commission and the Vanguard Initiative New Growth through Smart Specialisation (grouping 18 regions)<sup>2</sup>.

The European Commission proposed in its Communication ‘For a Industrial Renaissance in Europe’ of 21 January 2014 to create these Smart Specialisation Platforms, to link regions and clusters better to the European priority action lines for European industrial policy.

The Conclusions of the European Council of 24 March 2014 reflect important progress in the discussion on European industrial policy and mentioned the introduction of ‘projects of common European interest’ in four domains, among them ‘high-performance production’<sup>3</sup>. The Vanguard Initiative wants to explore if the European network of demonstrators and pilots in the domain of 3-D printing can be eligible for such a project type that allows member states and regions to fully support emerging industries of European importance<sup>4</sup>.

The EC has identified following ‘emerging industries’ that are important for Europe: “creative industries, eco-industries, experience industries, maritime industries, mobile service industries, mobility industries, personalised medicine industries”<sup>5</sup>. The cross-cutting potential of 3D-printing can be explored for applications in these domains.

The preparation by the European Commission of the ‘road map for industrial policy’ by the end of the year and the start of a new European Commission in search of new impetus for growth and jobs is a good moment for a pioneering initiative to promote 3D-printing by a *bottom-up network for demonstration and piloting*. A European network that is scaling-up the efforts of regional clusters to explore new value chains and emerging industries through a network of mutually reinforcing demo-piloting activities would complement other European actions in the industrial policy roadmap. By participating in the network the partners will accelerate the go-to-market of 3D-printing solutions, leverage the private and public funding from different sources and showcase new ways to new growth in Europe.

---

<sup>2</sup> See Summary Report on [www.S3vanguardinitiative.eu](http://www.S3vanguardinitiative.eu)

<sup>3</sup> “KETs of high industrial interest, such as batteries for electro-mobility, intelligent materials, high performance production and industrial bio-processes, should be strengthened by swiftly identifying projects of European interest.” (p 6 Conclusions European Council March 2014). High-performance production is referred to as “combining flexibility, precision and zero-defect (e.g. high precision machine tools, advanced sensors, 3D printers)”.

<sup>4</sup> See the Communication of the EC of 13 June: ‘Criteria for the analysis of the compatibility with the internal market of State aid to promote the execution of important projects of common European interest’

[http://ec.europa.eu/competition/state\\_aid/modernisation/ipcei\\_communication\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/competition/state_aid/modernisation/ipcei_communication_en.pdf)

<sup>5</sup> See <http://www.emergingindustries.eu/>

### **Allegato III: Attività didattica**

L'offerta formativa proposta, non vuole limitarsi solo ad attività di laboratorio, ma intende attivare un programma formativo a vari livelli, volto a coprire l'intero percorso di studi. Il programma coinvolgerebbe sia personale docente e ricercatore inter ed extra ateneo, sia personale proveniente da aziende collaboratrici (vedi allegato IV).

I diversi livelli formativi che si sono al momento ipotizzati prevedono:

- **Seminari accademici:** destinati principalmente al mondo universitario e volti a svolgere una capillare attività formativa sulle tematiche del progetto, attesa l'importanza della loro conoscenza a livello lavorativo. I seminari saranno tenuti sia da docenti attivamente impegnati su tematiche del progetto, sia da partner aziendali, che potranno illustrare le loro attività, le linee di ricerca su cui è attiva una collaborazione oltre a descrivere le competenze lavorative da loro richieste.

I destinatari principali saranno gli studenti di corsi di laurea triennale e specialistica.

- **Seminari aziendali:** seminari divulgativi rivolti principalmente al mondo aziendale, per informare sulle competenze e tecnologie disponibili presso il nostro ateneo, oltre che a stimolare una stretta collaborazione che possa aiutare l'inserimento di giovani neolaureati nel mondo del lavoro.

Per questa attività divulgativa si prevede il coinvolgimento dei Collegi Storici Pavesi, come sede di elezione per lo svolgimento.

- **Percorso di laurea specialistica:** un percorso formativo incentrato sulle tre tematiche cardine oggetto del progetto: "Additive Manufacturing", "Meccanica computazionale" e "Materiali polimerici avanzati".
- **Dottorato di ricerca:** percorso di alta formazione sulle tematiche del progetto, nell'ambito del Dottorato di Ricerca già attivo in "Meccanica Computazionale e Materiali Avanzati" ([http://www.unipv.it/compmech/phd\\_home.html](http://www.unipv.it/compmech/phd_home.html)).

Di seguito si riporta un breve calendario degli eventi a cui il Dipartimento prenderà parte su tematiche affini agli argomenti presentati nel Piano Strategico, a riprova dell'effettivo interesse che queste tematiche suscitano non solo a livello accademico.

<b>20 Novembre 2014</b>	Seminario e visita guidata per gli studenti al laboratorio <b>Proto-lab</b> del Dipartimento di Ingegneria Civile ed Architettura
<b>25 Novembre 2014</b>	Conferenza "STAMPA 3D COME TECNOLOGIA ABILITANTE: sviluppo di nuove idee progettuali, dalla chirurgia all'edilizia", tenuta dal Prof. Ferdinando Auricchio. Link al flyer: <a href="http://www.unipv.it/compmech/courses/stamp3d-flyer.pdf">http://www.unipv.it/compmech/courses/stamp3d-flyer.pdf</a>
<b>5-7 Marzo 2015</b>	Partecipazione all'evento <b>3DPrintHub</b> , con l'organizzazione di seminari e workshop sul tema della stampa 3D. Link all'evento "3DPrintHub": <a href="http://3dprinthub.it">http://3dprinthub.it</a>
<b>5-9 Maggio 2015</b>	Stand su invito all'evento " <b>Plast</b> ": nell'ambito dell'evento il Prof. Ferdinando Auricchio sarà chairman di una sezione dedicata al 3D printing e terrà una relazione introduttiva sul tema. Link all'evento "Plast": <a href="http://www.plastonline.org">http://www.plastonline.org</a>

## **Allegato IV: Moduli di adesione**

Nelle pagine seguenti sono riportati i moduli di adesione compilati a cura del Personale e dei collaboratori dell'Università di Pavia.



**Piano strategico tematico di Ateneo.**  
***Dichiarazione di impegno.***

La presente dichiarazione ha lo scopo di confermare e specificare la volontà di dedicare una parte significativa del proprio impegno di ricerca e/o di didattica al tema per il quale si è data la propria adesione, qualora il tema stesso venga selezionato tra quelli strategici di Ateneo.

Nome e Cognome: **Antoniangelo Agnesi**

Dipartimento: **Ingegneria Industriale e dell'Informazione**

Tema al quale si è aderito: **Virtual modeling and additive manufacturing (3D printing) for advanced materials**

Contributo personale che si intende portare al tema (max 500 caratteri):

Studio di tecnologie laser per stampa 3D, con particolare attenzione all'ottimizzazione delle sorgenti e delle relative architetture in relazione agli obiettivi specifici ed ai materiali impiegati per la stampa. Piattaforme a stato solido, in fibra o ibride, con opportune lunghezze d'onda di emissione, con massima efficienza e minimo footprint. Implementazione della prototipazione a livello industriale grazie alla sinergia con la spin-off Bright Solutions.

Competenze personali e/o titoli (max 3) coerenti con il tema:

- Competenze generali di ottica.
- Progettazione di laser a stato solido e in fibra.
- Competenze di trasferimento tecnologico, protezione IP e creazione spin-off.

Pavia, 6/10/2014



**Piano strategico tematico di Ateneo.  
*Dichiarazione di impegno.***

La presente dichiarazione ha lo scopo di confermare e specificare la volontà di dedicare una parte significativa del proprio impegno di ricerca e/o di didattica al tema per il quale si è data la propria adesione, qualora il tema stesso venga selezionato tra quelli strategici di Ateneo.

Nome e Cognome: **Paolo Arcioni**

Dipartimento: **Ingegneria Industriale e dell'Informazione**

Tema al quale si è aderito: **Virtual modeling and additive manufacturing (3D printing) for advanced materials**

Contributo personale che si intende portare al tema (max 500 caratteri):

Applicazione della tecnologia di stampa 3D alla realizzazione di componenti a microonde ed antenne con caratteristiche geometriche impossibili da ottenere con convenzionali tecniche di lavorazione. La flessibilità nelle forme geometriche realizzabili consentono di sfruttare a pieno le potenzialità degli strumenti di simulazione elettromagnetica delle prestazioni di componenti di forma non convenzionale, sviluppati presso la nostra università nel corso degli anni.

Competenze personali e/o titoli (max 3) coerenti con il tema:

Competenza pluriennale nella progettazione di componenti passivi a microonde e di antenne di forma non convenzionale e sviluppo dei relativi codici di simulazione numerica.

Coordinatore Scientifico Nazionale del progetto PRIN 2008 “Sviluppo della tecnologia SIW per sistemi wireless ad onde millimetriche“

Rappresentante italiano nel Management Committee della COST Action IC0803 “RF/Microwave Communication Subsystems for Emerging Wireless Technologies”, e Working Group Leader del WG3 (Design and optimization methods towards highly integrated terminals and efficient communication systems) della stessa iniziativa.

Pavia, 16/10/2014



**Piano strategico tematico di Ateneo.  
Dichiarazione di impegno.**

La presente dichiarazione ha lo scopo di confermare e specificare la volontà di dedicare una parte significativa del proprio impegno di ricerca e/o di didattica al tema per il quale si è data la propria adesione, qualora il tema stesso venga selezionato tra quelli strategici di Ateneo.

Nome e Cognome: **Marco Benazzo**

Dipartimento: **Scienze Clinico Chirurgiche, Diagnostiche e Pediatriche**

Tema al quale si è aderito: **Virtual modeling and additive manufacturing (3D printing) for advanced materials**

Contributo personale che si intende portare al tema (max 500 caratteri):

- modelli anatomici *patient-specific* per la pianificazione pre-operatoria nell'ambito della chirurgia oncologica cervico-facciale ricostruttiva mini-invasiva (laser, robot), otoneurochirurgia e rino-base anteriore
- prototipazione di strumenti chirurgici applicati alle nuove prospettive terapeutiche in ambito di chirurgia otorinolaringoiatrica
- realizzazione di scaffold 3d per colture cellulari finalizzate all'ingegneria-tissutale di bio-protesi impiantabili nella ricostruzione dopo trattamento demolitivo.

Competenze personali e/o titoli (max 3) coerenti con il tema:

Professore ordinario di otorinolaringoiatria, con competenze specifiche in ambito di chirurgia ricostruttiva e chirurgia mininvasiva laser e robotica

Pavia, 15/10/2014



**Piano strategico tematico di Ateneo.  
*Dichiarazione di impegno.***

La presente dichiarazione ha lo scopo di confermare e specificare la volontà di dedicare una parte significativa del proprio impegno di ricerca e/o di didattica al tema per il quale si è data la propria adesione, qualora il tema stesso venga selezionato tra quelli strategici di Ateneo.

Nome e Cognome: **Carlo Berizzi**

Dipartimento: **Dipartimento di Ingegneria Civile e Architettura (DICAr )**

Tema al quale si è aderito: **Virtual modeling and additive manufacturing (3D printing) for advanced materials**

Contributo personale che si intende portare al tema (max 500 caratteri):

Progetti di ricerca in campo architettonico relativi a due macroaree.

1) Sviluppo di modelli architettonici con utilizzo di scale di rappresentazione ridotte e possibilità di replicabilità. Esiti: ricerca teorica nella progettazione urbana, ricerche interdisciplinari con gli ambiti storici, filosofici e archeologici, produzione di materiale con fini didattici o espositivi.

2) Sviluppo di software per la prototipazione rapida di componenti per l'edilizia. Esiti: ricerca applicata per lo costruzione, la customizzazione e la manutenzione di componenti edili.

Competenze personali e/o titoli (max 3) coerenti con il tema:

1) Responsabile del laboratorio Architecture Maker Lab (ricerche sull'architettura e sulla modellazione di dettagli e modelli morfologici).

2) Coordinatore del workshop “Imagining the Ideal Cities”, modelli urbani di città ideali sul pensiero aristotelico (in collaborazione con il Dipartimento di Scienze Umanistiche di Pavia, l’Università di Strasbourg, la Politechnika di Opolska. A settembre 2015 sarà allestita a Strasburgo una mostra di modelli 3D.

3) Realizzazione di una mostra con modelli 3D sull’architettura residenziale milanese con Urban Center del Comune di Milano e Ordine degli Architetti di Milano (Giugno 2015).

Pavia, 7/10/2014



**Piano strategico tematico di Ateneo.**  
***Dichiarazione di impegno.***

La presente dichiarazione ha lo scopo di confermare e specificare la volontà di dedicare una parte significativa del proprio impegno di ricerca e/o di didattica al tema per il quale si è data la propria adesione, qualora il tema stesso venga selezionato tra quelli strategici di Ateneo.

Nome e Cognome: **Massimo Bertocchi**

Dipartimento: **Fisica**

Tema al quale si è aderito: **Virtual modeling and additive manufacturing (3D printing) for advanced materials**

Contributo personale che si intende portare al tema (max 500 caratteri):

Studio e realizzazione di parti di piccole dimensioni per ricerca e didattica (Fisica e/o interdipartimentale).

Ottimizzazione dell'apporto ideale di materiale.

Creazione di parti di difficile realizzazione con macchine tradizionali.

Integrazione della produzione additiva con produzione sottrattiva (macchine utensili) e, valutando costo/beneficio, orientarsi alla fabbricazione additiva con metalli.

In presenza di campi magnetici (es.NMR) è utile prevedere l'utilizzo di appositi materiali plastici.

Disponibilità di locali dove posizionare attrezzature inerenti.

Competenze personali e/o titoli (max 3) coerenti con il tema:

Responsabile del Servizio Officina Dipartimento di Fisica

Pavia, 16/10/2014



**Piano strategico tematico di Ateneo.  
*Dichiarazione di impegno.***

La presente dichiarazione ha lo scopo di confermare e specificare la volontà di dedicare una parte significativa del proprio impegno di ricerca e/o di didattica al tema per il quale si è data la propria adesione, qualora il tema stesso venga selezionato tra quelli strategici di Ateneo.

Nome e Cognome: **Gian Mario Bertolotti**

Dipartimento: **Ingegneria Industriale e dell'Informazione**

Tema al quale si è aderito: **Virtual modeling and additive manufacturing (3D printing) for advanced materials**

Contributo personale che si intende portare al tema (max 500 caratteri):

Progettazione e sviluppo di nuovi strumenti per la valutazione del comfort di protesi e calzature personalizzate sviluppate attraverso la nuova tecnologia di prototipazione 3D. Collaborazione con il Dipartimento di Chimica sul tema dell'energy harvesting.

Competenze personali e/o titoli (max 3) coerenti con il tema:

1. Progettazione hardware, firmware e software di strumentazione per acquisizione di segnali biomedici e biomeccanici finalizzata allo studio di attività motoria.
2. Partecipazione al progetto "Sperimentazione e realizzazione di sistemi tessibili con proprietà piezoresistive finalizzati al rilievo ed al monitoraggio delle pressioni all'interno di invasatura per protesi transtibiali e su pedane stabilometriche" finanziato dal Centro Protesi INAIL di Vigorso di Budrio (BO), codice A102-12, anni 2002-2005.
3. Pubblicazione: Cristiani, A.M., Bertolotti, G.M., Marenzi, E., Ramat, S. "An

instrumented insole for long term monitoring movement, comfort, and ergonomics”  
(2014) IEEE Sensors Journal, 14 (5), art. no. 6705598, pp. 1564-1572.



Pavia, 17/10/2014



**Piano strategico tematico di Ateneo.  
*Dichiarazione di impegno.***

La presente dichiarazione ha lo scopo di confermare e specificare la volontà di dedicare una parte significativa del proprio impegno di ricerca e/o di didattica al tema per il quale si è data la propria adesione, qualora il tema stesso venga selezionato tra quelli strategici di Ateneo.

Nome e Cognome: **Daniela Besana**

Dipartimento: **Dipartimento di Ingegneria Civile e Architettura (DICAr)**

Tema al quale si è aderito: **Virtual modeling and additive manufacturing (3D printing) for advanced materials**

Contributo personale che si intende portare al tema (max 500 caratteri):

Progetti di ricerca nel settore della costruzione edilizia:

- sperimentazione su modalità innovative di gestione del processo architettonico dalla progettazione, alla realizzazione costruttiva del progetto e gestione del cantiere fino alla programmazione delle azioni di manutenzione;
- competenze nel campo della progettazione tecnologica dei sistemi costruttivi e dei nodi tecnologici tradizionali ed innovativi.

Tale attività sono testimoniate da contributi scientifici a convegni internazionali e di sperimentazione applicativa in ricerche applicate e attività didattica.

Competenze personali e/o titoli (max 3) coerenti con il tema:

1. Tale filone di ricerca rientra nell'ambito specifico del settore disciplinare di appartenenza, in particolare in relazione alla componente tecnologica
2. Pubblicazioni scientifiche sul tema

Pavia, 07/10/2014



**Piano strategico tematico di Ateneo.**  
***Dichiarazione di impegno.***

La presente dichiarazione ha lo scopo di confermare e specificare la volontà di dedicare una parte significativa del proprio impegno di ricerca e/o di didattica al tema per il quale si è data la propria adesione, qualora il tema stesso venga selezionato tra quelli strategici di Ateneo.

Nome e Cognome: **Daniele Boffi**

Dipartimento: **Matematica**

Tema al quale si è aderito: **Virtual modeling and additive manufacturing (3D printing) for advanced materials**

Contributo personale che si intende portare al tema (max 500 caratteri):

Modellazione e simulazione numerica di materiali avanzati anche in relazione alle interazioni tra materiali diversi e tra materiali solidi e liquidi.

Competenze personali e/o titoli (max 3) coerenti con il tema:

- Teoria di base del metodo degli elementi finiti, con particolare riferimento agli elementi finiti di tipo misto
- Esperienza teorica nella modellizzazione di interazioni fluido-strutture

Pavia, 20/10/2014



**Piano strategico tematico di Ateneo.**  
***Dichiarazione di impegno.***

La presente dichiarazione ha lo scopo di confermare e specificare la volontà di dedicare una parte significativa del proprio impegno di ricerca e/o di didattica al tema per il quale si è data la propria adesione, qualora il tema stesso venga selezionato tra quelli strategici di Ateneo.

Nome e Cognome: **Elena Bonetti**

Dipartimento: **Matematica**

Tema al quale si è aderito: **Virtual modeling and additive manufacturing (3D printing) for advanced materials**

Contributo personale che si intende portare al tema (max 500 caratteri):

Modellazione analitica del comportamento termo-meccanico dei materiali polimerici e avanzati al fine di caratterizzarne le proprietà ingegneristiche e la funzionalità degli stessi nello stampaggio. Validazione dei modelli proposti sia da un punto di vista della consistenza termodinamica che della caratterizzazione analitica, in coerenza con i dati sperimentali. Studio di effetti connessi alla natura polimerica dei materiali (effetti di memoria, danneggiamento, fenomeni adesivi, ...).

Competenze personali e/o titoli (max 3) coerenti con il tema:

- Modellazione e analisi del comportamento di materiali avanzati (in particolare leghe e polimeri a memoria di forma).
- Modellazione e analisi di fenomeni di danneggiamento e adesione dei materiali.
- Soluzione di sistemi di equazioni di bilancio alle derivate parziali con termini nonlineari e vincoli non lisci.



**Piano strategico tematico di Ateneo.  
*Dichiarazione di impegno.***

La presente dichiarazione ha lo scopo di confermare e specificare la volontà di dedicare una parte significativa del proprio impegno di ricerca e/o di didattica al tema per il quale si è data la propria adesione, qualora il tema stesso venga selezionato tra quelli strategici di Ateneo.

Nome e Cognome: **Maurizio Bozzi**

Dipartimento: **Ingegneria Industriale e dell'Informazione**

Tema al quale si è aderito: **Virtual modeling and additive manufacturing (3D printing) for advanced materials**

Contributo personale che si intende portare al tema (max 500 caratteri):

La tecnologia di stampa 3D offre importanti prospettive per la nuova generazione di antenne e componenti a microonde, grazie alla rapida prototipazione, l'estrema flessibilità e i bassi costi. Le applicazioni possibili sono numerosissime, soprattutto nell'ambito dell'Internet of Things.

Un altro settore che mostra enormi potenzialità è lo sviluppo dei meta-materiali, basati su strutture micro-ingegnerizzate, fondamentali nella nuova generazione di antenne planari particolarmente compatte.

Competenze personali e/o titoli (max 3) coerenti con il tema:

Oltre quindici anni di esperienza nello sviluppo di componenti a microonde e antenne; ampia attività nella realizzazione di componenti a microonde basati su materiali non convenzionali (carta, tessuto, eco-plastica) per l'implementazione di circuiti eco-compatibili per l'Internet of Things.

- [1] S. Kim, B. Cook, T. Le, J. Cooper, H. Lee, V. Lakafosis, R. Vyas, R. Moro, M. Bozzi, A. Georgiadis, A. Collado, and M. Tentzeris, "Inkjet-printed Antennas, Sensors and Circuits on Paper Substrate," *IET Microwaves, Antennas and Propagation*, Vol. 7, No. 10, pp. 858–868, July 16, 2013.
- [2] R. Moro, S. Kim, M. Bozzi, M. Tentzeris, "Inkjet-Printed Paper-Based Substrate Integrated Waveguide (SIW) Components and Antennas," *International Journal of Microwave and Wireless Technologies*, Vol. 5, No. 3, pp. 197–204, June 2013.
- [3] R. Moro, S. Agneessens, H. Rogier, and M. Bozzi, "Wearable Textile Antenna in Substrate Integrated Waveguide Technology," *IET Electronics Letters*, Vol. 48, No. 16, pp. 985–987, August 2, 2012.

Pavia, 16/10/2014



**Piano strategico tematico di Ateneo.  
Dichiarazione di impegno.**

La presente dichiarazione ha lo scopo di confermare e specificare la volontà di dedicare una parte significativa del proprio impegno di ricerca e/o di didattica al tema per il quale si è data la propria adesione, qualora il tema stesso venga selezionato tra quelli strategici di Ateneo.

Nome e Cognome: **Pietro Canzi**

Dipartimento: **Scienze Clinico Chirurgiche, Diagnostiche e Pediatriche**

Tema al quale si è aderito: **Virtual modeling and additive manufacturing (3D printing) for advanced materials**

Contributo personale che si intende portare al tema (max 500 caratteri):

- modelli anatomici *patient-specific* per la pianificazione pre-operatoria nell'ambito della chirurgia oncologica cervico-facciale ricostruttiva mini-invasiva (laser, robot), otoneurochirurgia e rino-base anteriore
- prototipazione di strumenti chirurgici applicati alle nuove prospettive terapeutiche in ambito di chirurgia otorinolaringoiatrica
- realizzazione di scaffold 3d per colture cellulari finalizzate all'ingegneria-tissutale di bio-protesi impiantabili nella ricostruzione dopo trattamento demolitivo.

Competenze personali e/o titoli (max 3) coerenti con il tema:

Ricercatore universitario di otorinolaringoiatria, con competenze in ambito neuro-otocirurgico e di chirurgia mininvasiva robotica

Pavia, 15/10/2014



**Piano strategico tematico di Ateneo.**  
***Dichiarazione di impegno.***

La presente dichiarazione ha lo scopo di confermare e specificare la volontà di dedicare una parte significativa del proprio impegno di ricerca e/o di didattica al tema per il quale si è data la propria adesione, qualora il tema stesso venga selezionato tra quelli strategici di Ateneo.

Nome e Cognome: **Carlo Cinquini**

Dipartimento: **Ingegneria Civile e Architettura**

Tema al quale si è aderito: **Virtual modeling and additive manufacturing (3D printing) for advanced materials**

Contributo personale che si intende portare al tema (max 500 caratteri):

Nella misura in cui le tematiche del progetto sono di tipo progettuale, coinvolgendo problemi avanzati, il contributo che si intende portare discende dalle ampie competenze maturate nell'ambito dell'ottimizzazione.

Competenze personali e/o titoli (max 3) coerenti con il tema:

- Ottimizzazione Strutturale
- Progettazione dei Materiali
- Ottimizzazione Topologica

Pavia, 16/10/2014



**Piano strategico tematico di Ateneo.**  
***Dichiarazione di impegno.***

La presente dichiarazione ha lo scopo di confermare e specificare la volontà di dedicare una parte significativa del proprio impegno di ricerca e/o di didattica al tema per il quale si è data la propria adesione, qualora il tema stesso venga selezionato tra quelli strategici di Ateneo.

Nome e Cognome: **Piero Colli Franzone**

Dipartimento: **Matematica**

Tema al quale si è aderito: **Virtual modeling and additive manufacturing (3D printing) for advanced materials**

Contributo personale che si intende portare al tema (max 500 caratteri):

Modellistica per materiali soggetti a grandi deformazioni trasversalmente isotropi e ortotropi e sviluppo di metodi numerici per la simulazione dei modelli

Competenze personali e/o titoli (max 3) coerenti con il tema:

Le competenze acquisite nella costruzione di modelli matematici dell'attività elettro-meccanica cardiaca e nella simulazione numerica 3D possono essere utili nell'analisi virtuale delle proprietà dei materiali avanzati.

Pavia, 15/10/2014



**Piano strategico tematico di Ateneo.**  
***Dichiarazione di impegno.***

La presente dichiarazione ha lo scopo di confermare e specificare la volontà di dedicare una parte significativa del proprio impegno di ricerca e/o di didattica al tema per il quale si è data la propria adesione, qualora il tema stesso venga selezionato tra quelli strategici di Ateneo.

Nome e Cognome: **Pierluigi Colli**

Dipartimento: **Matematica**

Tema al quale si è aderito: **Virtual modeling and additive manufacturing (3D printing) for advanced materials**

Contributo personale che si intende portare al tema (max 500 caratteri):

- Sviluppo e analisi matematica di modelli alle equazioni a derivate parziali;
- proprietà di esistenza unicità regolarità della soluzione dei relativi problemi;
- studio delle proprietà qualitative legate al comportamento termo-meccanico dei materiali.

Competenze personali e/o titoli (max 3) coerenti con il tema:

- Analisi matematica delle equazioni alle derivate parziali.
- Modelli e metodi per problemi di transizioni di fase.
- Studio di problemi di evoluzione con tecniche di tipo variazionale.

Pavia, 20/10/2014



**Piano strategico tematico di Ateneo.  
Dichiarazione di impegno.**

La presente dichiarazione ha lo scopo di confermare e specificare la volontà di dedicare una parte significativa del proprio impegno di ricerca e/o di didattica al tema per il quale si è data la propria adesione, qualora il tema stesso venga selezionato tra quelli strategici di Ateneo.

Nome e Cognome: **Bice Conti**

Dipartimento: **Scienze del farmaco**

Tema al quale si è aderito: **Virtual modeling and additive manufacturing (3D printing) for advanced materials**

Contributo personale che si intende portare al tema (max 500 caratteri):

- Coordinamento del progetto relativo a progettazione e sviluppo di modelli sperimentali *in vitro* per testare drug delivery systems, 3D cell culture systems.
- Coordinamento del progetto relativo a progettazione e sviluppo di scaffold polimerici per la rigenerazione tissutale veicolanti fattori di crescita e placebo con particolare attenzione a polimeri biodegradabili e biocompatibili.
- Rapporti con aziende coinvolte nelle tematiche sviluppate dal gruppo (es. Evonik)

Competenze personali e/o titoli (max 3) coerenti con il tema:

Veicolazione di farmaci in sistemi terapeutici a base di polimeri biodegradabili.  
Caratterizzazione chimico-fisica e funzionale *in vitro* di sistemi terapeutici polimerici.

Caratterizzazione chimico-fisica e funzionale *in vitro* di scaffold polimerici biodegradabili.

Conoscenza ed esperienza in ambito regolatorio riferito alla autorizzazione all'immissione in commercio di prodotti farmaceutici e medical devices.

Pavia, 07/10/2014



**Piano strategico tematico di Ateneo.  
*Dichiarazione di impegno.***

La presente dichiarazione ha lo scopo di confermare e specificare la volontà di dedicare una parte significativa del proprio impegno di ricerca e/o di didattica al tema per il quale si è data la propria adesione, qualora il tema stesso venga selezionato tra quelli strategici di Ateneo.

Nome e Cognome: **Michele Conti**

Dipartimento: **Ingegneria Civile ed Architettura (DICAr)**

Tema al quale si è aderito: **Virtual modeling and additive manufacturing (3D printing) for advanced materials**

Contributo personale che si intende portare al tema (max 500 caratteri):

Il contributo specifico si inserisce nell'ambito medicale della proposta (modelli patientspecific, protesi personalizzate) ed, in particolare, mira a supportare le seguenti linee di lavoro: i) elaborazioni di immagini mediche dalla generazione a modelli adatti alla stampa; ii) post-processing di simulazioni numeriche (tipo FEM) di impianti endovascolari per generare modelli adatti alla stampa; iii) uso della modelli vascolari stampati per la validazione di simulazioni patient-specific.

Competenze personali e/o titoli (max 3) coerenti con il tema:

Posizione attuale: Ricercatore di tipo A in un settore caratterizzante il tema, i.e., Ing-Ind 34. Competenze: Biomeccanica; simulazione di impianti endovascolari; medical image analysis.

Pubblicazioni:

- F. Auricchio, M. Conti, S. Marconi, A. Reali, J. Tolenaar, S. Trimarchi. Patient-specific aortic endografting simulation: from diagnosis to prediction. *Computers in Biology and Medicine*, 43(4): 386-394 (2013)

- M. Conti, D. Van Loo, F. Auricchio, M. De Beule, G. De Santis, B. Verhegghe, S. Pirrelli, A. Odero. Impact of carotid stent cell design on vessel scaffolding: a case study comparing experimental investigation and numerical simulations. *Journal of Endovascular Therapy*, 18(3): 397-406 (2011).

Pavia, 10/10/2014



**Piano strategico tematico di Ateneo.**  
***Dichiarazione di impegno.***

La presente dichiarazione ha lo scopo di confermare e specificare la volontà di dedicare una parte significativa del proprio impegno di ricerca e/o di didattica al tema per il quale si è data la propria adesione, qualora il tema stesso venga selezionato tra quelli strategici di Ateneo.

Nome e Cognome: **Claudio Cusano**

Dipartimento: **Ingegneria Industriale e dell'Informazione**

Tema al quale si è aderito: **Virtual modeling and additive manufacturing (3D printing) for advanced materials**

Contributo personale che si intende portare al tema (max 500 caratteri):

Sviluppo di metodi ed apparati per l'acquisizione di forme tridimensionali tramite tecniche stereometriche, luce strutturata o tramite dispositivi laser. Studio ed implementazione di metodi per l'elaborazione di dati tridimensionali (triangolazione, filtraggio, modellazione geometrica, compressione). Tali competenze potrebbero essere impiegati in numerosi ambiti applicativi tra cui la realizzazione di protesi di arto e la costruzione di calzature personalizzate.

Competenze personali e/o titoli (max 3) coerenti con il tema:

Esperienza nel settore risultata in numerose pubblicazioni scientifiche e in collaborazioni con aziende ed enti di ricerca.

Pavia, 17/10/2014



**Piano strategico tematico di Ateneo.  
*Dichiarazione di impegno.***

La presente dichiarazione ha lo scopo di confermare e specificare la volontà di dedicare una parte significativa del proprio impegno di ricerca e/o di didattica al tema per il quale si è data la propria adesione, qualora il tema stesso venga selezionato tra quelli strategici di Ateneo.

Nome e Cognome: **Giovanni Danese**

Dipartimento: **Ingegneria Industriale e dell'Informazione**

Tema al quale si è aderito: **Virtual modeling and additive manufacturing (3D printing) for advanced materials**

Contributo personale che si intende portare al tema (max 500 caratteri):

Realizzazione di protesi di arto tramite scansione, senza contatto e totalmente automatizzata, attraverso consolidate tecniche di proiezione di pattern noti e acquisizione di immagini da telecamere. Farebbe seguito a questa fase l'estrazione diretta della geometria tridimensionale dell'invaso e la produzione automatica dello stesso con stampante 3D. Simile approccio potrebbe essere adottato per la realizzazione di forme tridimensionali per la costruzione di calzature personalizzate. Collaborazione con il Dipartimento di Chimica sul tema dell'energy harvesting.

Competenze personali e/o titoli (max 3) coerenti con il tema:

Presso il laboratorio di Microcalcolatori da me diretto le tematiche biomedicali e meccano-calzaturiere sono affrontate con successo, sia come progetti di ricerca, sia come pubblicazioni scientifiche e collaborazioni con aziende ed enti di ricerca del settore.

Pavia, 17/10/2014



**Piano strategico tematico di Ateneo.**  
***Dichiarazione di impegno.***

La presente dichiarazione ha lo scopo di confermare e specificare la volontà di dedicare una parte significativa del proprio impegno di ricerca e/o di didattica al tema per il quale si è data la propria adesione, qualora il tema stesso venga selezionato tra quelli strategici di Ateneo.

Nome e Cognome: **Stefano Denicolai**

Dipartimento: **Scienze Economico Aziendali**

Tema al quale si è aderito: **Virtual modeling and additive manufacturing (3D printing) for advanced materials**

Contributo personale che si intende portare al tema (max 500 caratteri):

- studio delle condizioni per cui il “rapid prototyping” porta a consolidare un vero e proprio vantaggio competitivo per l'azienda;
- analisi delle condizioni di sostenibilità economico-finanziaria dei Fab-Lab e dei connessi progetti di prototipizzazione rapida e similari;
- supporto nell'individuazione di progetti in rete con altre realtà e bandi di finanziamento (es. Horizon2020);

Competenze personali e/o titoli (max 3) coerenti con il tema:

- management dell'innovazione, fra cui ottimizzazione economico-finanziaria dell'attività di prototipizzazione (e non solo);

- studio di cluster ed eco-sistemi per l'innovazione, di cui i Fab-Lab rappresentano un elemento importante;
- business planning e business modeling per i progetti innovativi;

Pavia, 14/10/2014



**Piano strategico tematico di Ateneo.**  
***Dichiarazione di impegno.***

La presente dichiarazione ha lo scopo di confermare e specificare la volontà di dedicare una parte significativa del proprio impegno di ricerca e/o di didattica al tema per il quale si è data la propria adesione, qualora il tema stesso venga selezionato tra quelli strategici di Ateneo.

Nome e Cognome: **Paolo Dionigi**

Dipartimento: **Scienze Clinico Chirurgiche Diagnostiche Pediatriche**

Tema al quale si è aderito: **Virtual modeling and additive manufacturing (3D printing) for advanced materials**

Contributo personale che si intende portare al tema (max 500 caratteri):

Valutazione dell'utilizzo di modelli anatomici stampati in 3D nel campo della chirurgia addominale sia come strumento di pianificazione pre-operatoria ed importante strumento didattico per patologie del fegato e delle vie biliari, sia per la sperimentazione in animali di modelli biocompatibili in previsione di un potenziale utilizzo clinico.

Competenze personali e/o titoli (max 3) coerenti con il tema:

Esperienza pluri-decennale in chirurgia generale con particolare riferimento alla chirurgia addominale, sia essa d'urgenza che in elezione, in particolare nell'ambito della cura delle patologie benigne e maligne addominali, specie del fegato e delle vie biliari, del pancreas, del tratto gastroenterico, delle malattie endocrine, dei tumori della mammella. Ricerche sperimentali nel campo della nutrizione

artificiale, immunologia dei trapianti, utilizzo di materiali biocompatibili, e più recentemente impiego di cellule staminali per la ricellularizzazione di bioscaffolds organici.

Pavia, 08/10/2014



**Piano strategico tematico di Ateneo.  
Dichiarazione di impegno.**

La presente dichiarazione ha lo scopo di confermare e specificare la volontà di dedicare una parte significativa del proprio impegno di ricerca e/o di didattica al tema per il quale si è data la propria adesione, qualora il tema stesso venga selezionato tra quelli strategici di Ateneo.

Nome e Cognome: **Rossella Dorati**

Dipartimento: **Scienze del farmaco**

Tema al quale si è aderito: **Virtual modeling and additive manufacturing (3D printing) for advanced materials**

Contributo personale che si intende portare al tema (max 500 caratteri):

- Progettazione e sviluppo di modelli sperimentali in vitro per testare drug delivery systems, 3D cell culture systems.
- Progettazione e sviluppo di scaffold polimerici per la rigenerazione tissutale veicolanti fattori di crescita e placebo con particolare attenzione a polimeri biodegradabili e biocompatibili.

Competenze personali e/o titoli (max 3) coerenti con il tema:

- Veicolazione di farmaci in sistemi terapeutici a base di polimeri biodegradabili.
- Caratterizzazione chimico-fisica e funzionale *in vitro* di sistemi terapeutici polimerici.

- Caratterizzazione chimico-fisica e funzionale *in vitro* di scaffold polimerici biodegradabili.
- Conoscenza ed esperienza in ambito regolatorio riferito alla autorizzazione all'immissione in commercio di prodotti farmaceutici e medical devices.

Pavia, 07/10/2014



**Piano strategico tematico di Ateneo.**  
***Dichiarazione di impegno.***

La presente dichiarazione ha lo scopo di confermare e specificare la volontà di dedicare una parte significativa del proprio impegno di ricerca e/o di didattica al tema per il quale si è data la propria adesione, qualora il tema stesso venga selezionato tra quelli strategici di Ateneo.

Nome e Cognome: **Maurizio Fagnoni**

Dipartimento: **Chimica**

Tema al quale si è aderito: **Virtual modeling and additive manufacturing (3D printing) for advanced materials**

Contributo personale che si intende portare al tema (max 500 caratteri):

Il contributo che si intende portare al tema strategico è duplice e prevede da un lato la preparazione, studio dei processi di polimerizzazione e caratterizzazione del materiale plastico polimerico e dall' altro prevede l' utilizzo delle stampanti 3D per la realizzazione di microreattori a flusso da utilizzarsi in processi (foto)chimici eco-sostenibili.

Competenze personali e/o titoli (max 3) coerenti con il tema:

Le competenze di MF sono principalmente relative a:

- Sviluppo e studio di reazioni organiche condotte per via termica e fotochimica comprensivi di processi polimerici
- Applicazione di (micro)reattori a flusso per la sintesi di composti organici in maniera eco-sostenibile.

- MF è responsabile del PhotoGreen Lab del Dipartimento di Chimica

Pavia, 17/10/14



**Piano strategico tematico di Ateneo.  
Dichiarazione di impegno.**

La presente dichiarazione ha lo scopo di confermare e specificare la volontà di dedicare una parte significativa del proprio impegno di ricerca e/o di didattica al tema per il quale si è data la propria adesione, qualora il tema stesso venga selezionato tra quelli strategici di Ateneo.

Nome e Cognome: **Cinzia Ferrari**

Dipartimento: **Scienze Clinico\_Chirurgiche Diagnostiche e Pediatriche**

Tema al quale si è aderito: **Virtual modeling and additive manufacturing (3D printing) for advanced materials**

Contributo personale che si intende portare al tema (max 500 caratteri):

- Test sperimentali *in vitro* su colture cellulari normali e neoplastiche in relazione a citotossicità, effetti biologici, livelli di accumulo intracellulare, sopravvivenza al trattamento, per la caratterizzazione di nuovi veicolanti del boro per la BNCT e di nanoparticelle per impiego in terapia antitumorale.
- Allestimento di modelli animali portatori di neoplasia per studi *in vivo* di biodistribuzione e di efficacia di nuove sostanze ad azione antineoplastica.

Competenze personali e/o titoli (max 3) coerenti con il tema:

1) Ciani L, Bortolussi S, Postuma I, Cansolino L, Ferrari C, Panza L, Altieri S, Ristori S.

Rational design of gold nanoparticles functionalized with carboranes for application in Boron Neutron Capture Therapy. **Int J Pharm**, 2013, 458, 340-346

2 ) Ferrari C. et al. *In Vitro and In Vivo Studies of Boron Neutron Capture Therapy: Boron Uptake/Washout and Cell Death.* **Radiation Research**, 2011, 175, 452-462.

3 ) Ferrari C., et al. *Selective uptake of p-boronophenylalanine by osteosarcoma cells for boron neutron capture therapy.* **Applied Radiation and Isotopes**, 2009, 67, S341-S344.

Pavia, 20/10/2014



**Piano strategico tematico di Ateneo.  
*Dichiarazione di impegno.***

La presente dichiarazione ha lo scopo di confermare e specificare la volontà di dedicare una parte significativa del proprio impegno di ricerca e/o di didattica al tema per il quale si è data la propria adesione, qualora il tema stesso venga selezionato tra quelli strategici di Ateneo.

Nome e Cognome: **Giancarlo Ferrari Trecate**

Dipartimento: **Ingegneria Industriale e dell'Informazione**

Tema al quale si è aderito: **Virtual modeling and additive manufacturing (3D printing) for advanced materials**

Contributo personale che si intende portare al tema (max 500 caratteri):

Metodi di controllo avanzato per stampa 3D ad altissima precisione. Integrazione di sistemi di visione per la detezione di malfunzionamenti e imperfezioni dei prodotti. Metodi di controllo plug-and-play e networked per l'utilizzo di stampanti 3D nell'industria manifatturiera 4.0 ([http://en.wikipedia.org/wiki/Industry\\_4.0](http://en.wikipedia.org/wiki/Industry_4.0)). In tale ambito si progetteranno, per stampanti 3D, algoritmi di (i) predizione dei guasti e auto-attivazione di procedure di manutenzione (ii) auto-ottimizzazione della logistica tramite comunicazione con semilavorati "intelligenti" capaci di memorizzare e trasmettere il loro stato di lavorazione.

Competenze personali e/o titoli (max 3) coerenti con il tema:

S. Rivero, M. Farina, and G. Ferrari-Trecate. [Plug-and-Play Model Predictive Control based on robust control invariant sets](#). *Automatica*, 50:2179--2186, 2014.

S. Riverso, M. Farina, and G. Ferrari-Trecate. [Plug-and-play decentralized model predictive control for linear systems.](#) *IEEE Trans. Autom. Contr.*, 58(10):2608--2614, 2013.

M. Farina, G. Ferrari-Trecate, and R. Scattolini. [Distributed moving horizon estimation for linear constrained systems.](#) *IEEE Trans. on Autom. Contr.*, 55(11):2462--2475, 2010

Pavia, 16/10/14



**Piano strategico tematico di Ateneo.**  
***Dichiarazione di impegno.***

La presente dichiarazione ha lo scopo di confermare e specificare la volontà di dedicare una parte significativa del proprio impegno di ricerca e/o di didattica al tema per il quale si è data la propria adesione, qualora il tema stesso venga selezionato tra quelli strategici di Ateneo.

Nome e Cognome: **Francesco Frangi**

Dipartimento: **Musicologia e Beni Culturali, Università degli Studi di Pavia, sede di Cremona**

Tema al quale si è aderito: **Virtual modeling and additive manufacturing (3D printing) for advanced materials**

Contributo personale che si intende portare al tema (max 500 caratteri):

Esplorazione della possibilità di utilizzo della stampa 3D nei vari ambiti relativi allo studio, alla conservazione e all'esposizione delle opere d'arte. In questo contesto le esperienze di applicazione potrebbero riguardare le seguenti realizzazioni: 1) strutture architettoniche, decori tridimensionali e cornici per l'allestimento di eventi espositivi; 2) integrazioni di parti mancanti nell'ambito del restauro scultoreo e architettonico; 3) copie sostitutive 1 a 1 di sculture ubicate in aree aperte per le quali è necessario un ricovero in sede museale a scopo conservativo.

Competenze personali e/o titoli (max 3) coerenti con il tema:

Conoscenza approfondita del patrimonio artistico italiano dal Rinascimento al Neoclassicismo. Esperienza nell'ambito della curatela e della realizzazione di eventi espositivi in Italia e all'estero. Rapporti di collaborazione con musei italiani e stranieri e con numerose sovrintendenze del territorio italiano.

- F.Frangi, *Francesco Cairo*, Torino, Allemandi, 1998.
- F.Frangi, *Daniele Crespi. La giovinezza ritrovata*, Milano, Scalpendi Editore, 2012.
- F.Frangi e A.Morandotti, *La peinture en Lombardie au XVIIe siècle. La violence des passions et l'idéal de beauté*, catalogo della mostra (Ajaccio, Musée Fesch), Cinisello Balsamo, Silvana Editoriale, 2014.

Pavia, 10/10/ 2014



**Piano strategico tematico di Ateneo.**  
***Dichiarazione di impegno.***

La presente dichiarazione ha lo scopo di confermare e specificare la volontà di dedicare una parte significativa del proprio impegno di ricerca e/o di didattica al tema per il quale si è data la propria adesione, qualora il tema stesso venga selezionato tra quelli strategici di Ateneo.

Nome e Cognome: **Roberto Gandolfi**

Dipartimento: **Ingegneria Industriale e dell'Informazione**

Tema al quale si è aderito: **Virtual modeling and additive manufacturing (3D printing) for advanced materials**

Contributo personale che si intende portare al tema (max 500 caratteri):

Realizzazione di strumentazione per monitoraggio interfacce paziente protesi per la rilevazione di segnali biologici finalizzata ad aumentare il confort di utilizzo sviluppo di nuovi strumenti e tecnologie per la valutazione di deficit motori e la riabilitazione funzionale in ambito clinico e domestico.

Competenze personali e/o titoli (max 3) coerenti con il tema:

Presso il laboratorio di Microcalcolatori mi occupo della realizzazione layout PCB con software dedicati e prototipazione degli strumenti elettromedicali.

**“A Motor Function Test System”** N° Brevetto 03775792.9-1265-IT0300660

Pavia, 17/10/2014



**Piano strategico tematico di Ateneo.  
*Dichiarazione di impegno.***

La presente dichiarazione ha lo scopo di confermare e specificare la volontà di dedicare una parte significativa del proprio impegno di ricerca e/o di didattica al tema per il quale si è data la propria adesione, qualora il tema stesso venga selezionato tra quelli strategici di Ateneo.

Nome e Cognome: **Ida Genta**

Dipartimento: **Scienze del farmaco**

Tema al quale si è aderito: **Virtual modeling and additive manufacturing (3D printing) for advanced materials**

Contributo personale che si intende portare al tema (max 500 caratteri):

- Preparazione e caratterizzazione, chimico fisica e funzionale, di sistemi nanoparticellari polimerici (a base di polimeri biodegradabili, biocompatibili) veicolanti molecole attive da assemblare in scaffold per la rigenerazione tissutale.
- Sviluppo di modelli sperimentali in vitro per testare *drug delivery systems*, 3D cell culture systems.

Competenze personali e/o titoli (max 3) coerenti con il tema:

- Veicolazione di farmaci in sistemi terapeutici a base di polimeri biodegradabili.
- Caratterizzazione chimico-fisica e funzionale *in vitro* di sistemi terapeutici polimerici.

- Caratterizzazione chimico-fisica e funzionale *in vitro* di scaffold polimerici biodegradabili.
- Conoscenza ed esperienza in ambito regolatorio riferito alla autorizzazione all'immissione in commercio di prodotti farmaceutici e medical devices.

Pavia, 08/10/2014



**Piano strategico tematico di Ateneo.**  
***Dichiarazione di impegno.***

La presente dichiarazione ha lo scopo di confermare e specificare la volontà di dedicare una parte significativa del proprio impegno di ricerca e/o di didattica al tema per il quale si è data la propria adesione, qualora il tema stesso venga selezionato tra quelli strategici di Ateneo.

Nome e Cognome: **Guido Giuliani**

Dipartimento: **Ingegneria Civile e Architettura**

Tema al quale si è aderito: **Virtual modeling and additive manufacturing (3D printing) for advanced materials**

Contributo personale che si intende portare al tema (max 500 caratteri):

Competenze riguardanti la progettazione e la realizzazione di sistemi e sensori di misura laser senza contatto per la misura di grandezze fisiche quali posizione, spostamento, velocità, vibrazioni, sia in 1D, sia 2D, sia 3D.

Tali tecniche di misura senza contatto sono di grande interesse per l'additive manufacturing (3D printing) in quanto consentono di caratterizzare in maniera rapida e precisa le dimensioni degli oggetti prodotti, e di valutarne la qualità.

E' prevista un stretta interazione con lo spin-off accademico Julight Srl, specializzato nello sviluppo di sensori laser innovativi.

Competenze personali e/o titoli (max 3) coerenti con il tema:

Absolute distance measurement with improved accuracy using laser diode self-mixing interferometry in a closed loop

Author(s): NORZIA, M; GIULIANI, G; DONATI, S

Source: IEEE TRANSACTIONS ON INSTRUMENTATION AND MEASUREMENT Volume: 56 Pages: 1894-1900 Published: 2007

Times Cited: 41

Self-mixing laser diode velocimetry: Application to vibration and velocity measurement

Author(s): SCALISE, L; YU, YG; GIULIANI, G; et al.

Source: IEEE TRANSACTIONS ON INSTRUMENTATION AND MEASUREMENT Volume: 53 Issue: 1 Pages: 223-232 Published: FEB 2004

Times Cited: 83

Self-mixing laser diode vibrometer

Author(s): GIULIANI, G; BOZZI-PIETRA, S; DONATI, S

Source: MEASUREMENT SCIENCE & TECHNOLOGY Volume: 14 Issue: 1 Pages: 24-32 Published: JAN 2003

Times Cited: 77

Pavia, 14/11/2014



**Piano strategico tematico di Ateneo.  
*Dichiarazione di impegno.***

La presente dichiarazione ha lo scopo di confermare e specificare la volontà di dedicare una parte significativa del proprio impegno di ricerca e/o di didattica al tema per il quale si è data la propria adesione, qualora il tema stesso venga selezionato tra quelli strategici di Ateneo.

Nome e Cognome: **Gisella Rebay**

Dipartimento: **Scienze della Terra e dell'Ambiente**

Tema al quale si è aderito: **Virtual modeling and additive manufacturing (3D printing) for advanced materials**

Contributo personale che si intende portare al tema (max 500 caratteri):

Caratterizzazione composizionale e tessiturale di materiali naturali e sintetici, tradizionali e innovativi, utilizzabili nella prototipazione rapida e stampa 3D, a differenti scale di osservazione (meso-micro e nano scala).  
Modellizzazione termodinamica e sperimentale di materiali tradizionali ed innovativi.

Competenze personali e/o titoli (max 3) coerenti con il tema:

Studio di microstrutture e tessiture in microscopia ottica ed elettronica a scansione (HR-SEM); lettura ed interpretazione di microstrutture di reazione come chiave di lettura dei processi naturali o tecnologici di formazione/produzione, e dei processi di degrado dei materiali; modellizzazione termodinamica di materiali naturali e sintetici.

Pavia, 5/11/2014



**Piano strategico tematico di Ateneo.  
*Dichiarazione di impegno.***

La presente dichiarazione ha lo scopo di confermare e specificare la volontà di dedicare una parte significativa del proprio impegno di ricerca e/o di didattica al tema per il quale si è data la propria adesione, qualora il tema stesso venga selezionato tra quelli strategici di Ateneo.

Nome e Cognome: **Marcello Imbriani**

Dipartimento: **Sanità pubblica, medicina sperimentale e forense**

Tema al quale si è aderito: **Virtual modeling and additive manufacturing (3D printing) for advanced materials**

Contributo personale che si intende portare al tema (max 500 caratteri):

Prevenzione rischi per la popolazione generale e occupazionale legati all'Utilizzo dei Nanomateriali, in collaborazione con Livia Visai (Laboratorio di Nanotecnologia di Fondazione S. Maugeri, IRRCCS, via Boezio).

Competenze personali e/o titoli (max 3) coerenti con il tema:

[The interaction of bacteria with engineered nanostructured polymeric materials: a review.](#)

Armentano I, Arciola CR, Fortunati E, Ferrari D, Mattioli S, Amoroso CF, Rizzo J, Kenny JM, Imbriani M, Visai L.  
ScientificWorldJournal. 2014;2014:410423. doi: 10.1155/2014/410423. Epub 2014 Jun 15.

[Combined effects of Ag nanoparticles and oxygen plasma treatment on PLGA morphological, chemical, and antibacterial properties.](#)

Fortunati E, Mattioli S, Visai L, Imbriani M, Fierro JL, Kenny JM, Armentano I. Biomacromolecules. 2013 Mar 11;14(3):626-36. doi: 10.1021/bm301524e. Epub 2013 Feb

[A novel antibacterial modification treatment of titanium capable to improve osseointegration.](#)

Della Valle C, Visai L, Santin M, Cigada A, Candiani G, Pezzoli D, Arciola CR, Imbriani M, Chiesa R.

Int J Artif Organs. 2012 Oct;35(10):864-75. doi: 10.5301/ijao.5000161.

Pavia, 08/10/2014



**Piano strategico tematico di Ateneo.**  
***Dichiarazione di impegno.***

La presente dichiarazione ha lo scopo di confermare e specificare la volontà di dedicare una parte significativa del proprio impegno di ricerca e/o di didattica al tema per il quale si è data la propria adesione, qualora il tema stesso venga selezionato tra quelli strategici di Ateneo.

Nome e Cognome: **Francesco Leporati**

Dipartimento: **Ingegneria Industriale e dell'Informazione**

Tema al quale si è aderito: **Virtual modeling and additive manufacturing (3D printing) for advanced materials**

Contributo personale che si intende portare al tema (max 500 caratteri):

- Elaborazione in tempo reale di immagini 3D di forme per calzature attraverso impiego di sistemi di calcolo paralleli (Graphic Processing Units) o basati su architetture custom in tecnologia FPGA.
- Sistemi di acquisizione per la valutazione di protesi basati su processori embedded di famiglia ARM.

Competenze personali e/o titoli (max 3) coerenti con il tema:

**Titoli:** laurea in ingegneria elettronica, PhD in ingegneria elettronica ed informatica, professore associato SSD Sistemi di Elaborazione delle Informazioni

**Linee di ricerca:** high performance computing, image processing, biomedical instrumentation, sistemi embedded, application specific processors

**Pubblicazioni attinenti:**

- 1) G. Danese, M. Giachero, F. Leporati, A. Majani, N. Nazzicari, C. Virgili, “A video elaboration system for image deinterlacing and processing in racecars”, IEEE Embedded Systems Letters, Special Issue on Automotive Embedded Systems, June 2010, pp. 27-30, Digital Object Identifier 10.1109/LES.2010.2051409
- 2) G. Danese, F. Leporati, M. Giachero, N. Nazzicari, “A Novel Standard for Footwear Industry Machineries”, IEEE Transactions on Industrial Informatics, November 2011, vol. 7, n° 4, ISSN 1551-3203, pp. 713-722. IEEE Computer Society Press ed.
- 3) E. Torti, M. Acquistapace, G. Danese, F. Leporati, A. Plaza, “Real-Time Identification of Hyperspectral Subspaces”, IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing. IEEE Computer Society Press ed., January 2014.

Pavia, 20/10/2014



**Piano strategico tematico di Ateneo.  
*Dichiarazione di impegno.***

La presente dichiarazione ha lo scopo di confermare e specificare la volontà di dedicare una parte significativa del proprio impegno di ricerca e/o di didattica al tema per il quale si è data la propria adesione, qualora il tema stesso venga selezionato tra quelli strategici di Ateneo.

Nome e Cognome: **Carlo Lovadina**

Dipartimento: **Matematica**

Tema al quale si è aderito: **Virtual modeling and additive manufacturing (3D printing) for advanced materials**

Contributo personale che si intende portare al tema (max 500 caratteri):

Studio ed analisi di metodi numerici efficienti e accurati per la simulazione del comportamento termo-meccanico di materiali avanzati. In particolare, studio di metodi agli elementi finiti e metodi isogeometrici per strutture progettate mediante la prototipazione rapida additiva.

Competenze personali e/o titoli (max 3) coerenti con il tema:

Competenza nello studio dei metodi differenziali (Elementi Finiti di vario tipo e Metodi Isogeometrici) per strutture, anche laminate.

Competenza nello studio dei metodi numerici per equazioni differenziali alle derivate parziali di interesse applicativo.

Esperienza ventennale di collaborazione interdisciplinare con Ingegneri.

Pavia, 11/10/2014



**Piano strategico tematico di Ateneo.  
*Dichiarazione di impegno.***

La presente dichiarazione ha lo scopo di confermare e specificare la volontà di dedicare una parte significativa del proprio impegno di ricerca e/o di didattica al tema per il quale si è data la propria adesione, qualora il tema stesso venga selezionato tra quelli strategici di Ateneo.

Nome e Cognome: **Lorenzo Magnani**

Dipartimento: **Studi Umanistici - Sezione di Filosofia**

Tema al quale si è aderito: **Virtual modeling and additive manufacturing (3D printing) for advanced materials**

Contributo personale che si intende portare al tema (max 500 caratteri):

“Additive manufacturing (3D printing) as cognitive, epistemic, and moral mediation”:

Analisi della tecnologia di prototipazione e dei suoi prodotti nel quadro della teoria delle *nicchie cognitive*, della teoria della *conoscenza distribuita* e del ruolo generale di *mediazione cognitiva degli artefatti*, nonché delle loro potenzialità e potenziali conseguenze etiche e sociali. Questo mio contributo si avvarrà direttamente delle mie precedenti ricerche di filosofia della tecnologia, intorno alla cognizione abduittiva (in particolare l’abduzione manipolatoria, sempre collegata alla costruzione/manipolazione di artefatti) e dei miei approfondimenti intorno al rapporto etica, violenza e tecnologia (cfr. la breve bibliografia al punto successivo).

Competenze personali e/o titoli (max 3) coerenti con il tema:

Filosofia della tecnologia. Nicchie cognitive. Mediatori artificiali: cognitivi, epistemici e morali. Ragionamento abduittivo (diagnostico, creativo e manipolatorio). Etica e tecnologia.

- L. Magnani (2009), *Abductive Cognition. The Epistemological and Eco-Cognitive Dimensions of Hypothetical Reasoning*, Springer, Berlin/Heidelberg.
- L. Magnani (2009), *Morality in a Technological World. Knowledge as Duty*, Cambridge University Press, Cambridge (Paperback).
- L. Magnani (eds.) (2013), *Model-Based Reasoning in Science and Technology. Theoretical and Cognitive Issues*, Series “Sapere”, Vol. 8, Springer, Heidelberg/Berlin.

Pavia, 07/10/2014



**Piano strategico tematico di Ateneo.**  
***Dichiarazione di impegno.***

La presente dichiarazione ha lo scopo di confermare e specificare la volontà di dedicare una parte significativa del proprio impegno di ricerca e/o di didattica al tema per il quale si è data la propria adesione, qualora il tema stesso venga selezionato tra quelli strategici di Ateneo.

Nome e Cognome: **Luisa Donatella Marini**

Dipartimento: **Matematica**

Tema al quale si è aderito: **Virtual modeling and additive manufacturing (3D printing) for advanced materials**

Contributo personale che si intende portare al tema (max 500 caratteri):

Sviluppo e analisi di schemi numerici per le equazioni differenziali alle derivate parziali di interesse per le tematiche del progetto. In particolare, studio di schemi agli Elementi Finiti e agli Elementi Virtuali per fluidi.

Competenze personali e/o titoli (max 3) coerenti con il tema:

Competenza nell'analisi dei metodi numerici per equazioni differenziali alle derivate parziali di interesse applicativo.

Esperienza consolidata di collaborazione interdisciplinare, in particolare con Ingegneri.

Pavia, 11/10/2014



**Piano strategico tematico di Ateneo.  
*Dichiarazione di impegno.***

La presente dichiarazione ha lo scopo di confermare e specificare la volontà di dedicare una parte significativa del proprio impegno di ricerca e/o di didattica al tema per il quale si è data la propria adesione, qualora il tema stesso venga selezionato tra quelli strategici di Ateneo.

Nome e Cognome: **Alessandro Mazzola**

Dipartimento: **IRCCS Policlinico San Matteo - Cardiocirurgia**

Tema al quale si è aderito: **Virtual Modeling and Additive manufacturing (3D printing) for advanced materials**

Contributo personale che si intende portare al tema (max 500 caratteri):

Sviluppo di modelli anatomici su cui testare protesi (Vascolari/Valvolari) e sviluppo di protesi adattabili all'anatomia dei singoli pazienti.

Competenze personali e/o titoli (max 3) coerenti con il tema:

Esperienza nella chirurgia delle valvole cardiache e dell'aorta toracica e toraco-addominale.

Pavia, 21/10/2014



**Piano strategico tematico di Ateneo.**  
***Dichiarazione di impegno.***

La presente dichiarazione ha lo scopo di confermare e specificare la volontà di dedicare una parte significativa del proprio impegno di ricerca e/o di didattica al tema per il quale si è data la propria adesione, qualora il tema stesso venga selezionato tra quelli strategici di Ateneo.

Nome e Cognome: **Maria Giovanna Mora**

Dipartimento: **Matematica**

Tema al quale si è aderito: **Virtual modeling and additive manufacturing (3D printing) for advanced materials**

Contributo personale che si intende portare al tema (max 500 caratteri):

Studio analitico di modelli matematici relativi al comportamento termo-meccanico dei materiali

Competenze personali e/o titoli (max 3) coerenti con il tema:

Esperienza nello studio analitico di modelli variazionali in meccanica dei materiali

Pavia, 20/10/2014



**Piano strategico tematico di Ateneo.  
*Dichiarazione di impegno.***

La presente dichiarazione ha lo scopo di confermare e specificare la volontà di dedicare una parte significativa del proprio impegno di ricerca e/o di didattica al tema per il quale si è data la propria adesione, qualora il tema stesso venga selezionato tra quelli strategici di Ateneo.

Nome e Cognome: **Simone Morganti**

Dipartimento: **Ingegneria Industriale e dell'Informazione**

Tema al quale si è aderito: **Virtual modeling and additive manufacturing (3D printing) for advanced materials**

Contributo personale che si intende portare al tema (max 500 caratteri):

Generazione di modelli anatomici 3D virtuali realizzati attraverso elaborazione di immagini mediche (TC, RM, Eco3D) e orientati alla stampa 3D.

Preparazione, esecuzione e analisi dei risultati di test di trazione atti a caratterizzare meccanicamente diverse varietà di materiali come tessuti biologici, materiali bio-artificiali, leghe a memoria di forma.

Competenze personali e/o titoli (max 3) coerenti con il tema:

Laurea in Ingegneria Meccanica e dottorato in Bioingegneria rappresentano la base di preparazione scientifica, costantemente migliorata negli anni di Assegni di Ricerca e, attualmente, durante il percorso di Ricercatore TD di tipo A.

Autore di diversi articoli su rivista internazionale nel campo della biomeccanica computazionale (che presuppone la generazione di modelli 3D patient-specific) e nel settore dei materiali avanzati.





**Piano strategico tematico di Ateneo.  
*Dichiarazione di impegno.***

La presente dichiarazione ha lo scopo di confermare e specificare la volontà di dedicare una parte significativa del proprio impegno di ricerca e/o di didattica al tema per il quale si è data la propria adesione, qualora il tema stesso venga selezionato tra quelli strategici di Ateneo.

Nome e Cognome: **Elena Mosconi**

Dipartimento: **Musicologia e Beni Culturali**

Tema al quale si è aderito: **Virtual modeling and additive manufacturing (3D printing) for advanced materials**

Contributo personale che si intende portare al tema (max 500 caratteri):

Studio e ricerca di applicazioni della stampa 3D in ambito cinematografico, con particolare riguardo:

- Alla scenografia cinematografica e televisiva
- Al merchandising (con ideazione e produzione di prototipi di gadget e di oggettistica di consumo, tipica delle *fan cultures*)
- All'ambito museale e alla ricreazione di set cinematografici (anche nell'ottica di uno studio approfondito delle tecniche di ripresa e di illuminazione).

Competenze personali e/o titoli (max 3) coerenti con il tema:

- Direzione didattica del Master in Comunicazione e Marketing del cinema
- Ideazione, coordinamento e direzione di corsi di formazione sul linguaggio cinematografico.

- E. Mosconi, F. Casetti (a cura di), *Spettatori italiani*, Carocci, Roma, 2006
- E. Mosconi, *Il consumo di cinema e il nuovo soggetto antropologico*, in P. Bertetto, *Storia del cinema italiano. Uno sguardo d'insieme*, Centro Sperimentale di Cinematografia – Marsilio, Roma – Venezia, 2011, pp. 445-460.

Pavia, 14/10/2014



**Piano strategico tematico di Ateneo.**  
***Dichiarazione di impegno.***

La presente dichiarazione ha lo scopo di confermare e specificare la volontà di dedicare una parte significativa del proprio impegno di ricerca e/o di didattica al tema per il quale si è data la propria adesione, qualora il tema stesso venga selezionato tra quelli strategici di Ateneo.

Nome e Cognome: **Piercarlo Mustarelli**

Dipartimento: **Chimica**

Tema al quale si è aderito: **Virtual modeling and additive manufacturing (3D printing) for advanced materials**

Contributo personale che si intende portare al tema (max 500 caratteri):

- Applicazione della stampa 3D a materiali e tecnologie per *energy harvesting*.
- Applicazione della stampa 3D alla prototipazione rapida di parti per sonde NMR/MRI da applicare allo studio di materiali e dispositivi per energetica e per il comparto biomedicale.

Competenze personali e/o titoli (max 3) coerenti con il tema:

- S. Grandi, V. Cassinelli, M.Bini, P. Mustarelli, C.R. Arciola, M. Imbriani, L. Visai, Bone Reconstruction: AU nanocomposite bioglasses with antibacterial properties, International Journal of Artificial Organs, 34 (2011) 920-928.

- S. Angioni, P.P. Righetti, E. Quartarone, E. Dilella, P. Mustarelli, A. Magistris, Novel ariloxy-polybenzimidazoles as proton conducting membranes for high temperature PEMFCs, international Journal of Hydrogen Energy, 36 (2011) 7174-7182.
- Catauro, M., Bollino, F., Mozzati, M.C., Ferrara, C., Mustarelli, P. Structure and magnetic properties of SiO<sub>2</sub>/PCL novel sol-gel organic-inorganic hybrid materials, Journal of Solid State Chemistry, 203 (2013) 92-99.

Pavia, 8/10/2014



**Piano strategico tematico di Ateneo.**  
***Dichiarazione di impegno.***

La presente dichiarazione ha lo scopo di confermare e specificare la volontà di dedicare una parte significativa del proprio impegno di ricerca e/o di didattica al tema per il quale si è data la propria adesione, qualora il tema stesso venga selezionato tra quelli strategici di Ateneo.

Nome e Cognome: **Matteo Negri**

Dipartimento: **Matematica**

Tema al quale si è aderito: **Virtual modeling and additive manufacturing (3D printing) for advanced materials**

Contributo personale che si intende portare al tema (max 500 caratteri):

Analisi di modelli matematici nella meccanica del continuo e nella meccanica della frattura per materiali elastici lineari e non-lineari.

Competenze personali e/o titoli (max 3) coerenti con il tema:

Analisi di problemi della meccanica frattura teorica (esistenza di soluzioni, scaling) e computazionale (convergenza di metodi agli elementi finiti).

Pavia, 08/10/2014



**Piano strategico tematico di Ateneo.**  
***Dichiarazione di impegno.***

La presente dichiarazione ha lo scopo di confermare e specificare la volontà di dedicare una parte significativa del proprio impegno di ricerca e/o di didattica al tema per il quale si è data la propria adesione, qualora il tema stesso venga selezionato tra quelli strategici di Ateneo.

Nome e Cognome: **Marco Pasian**

Dipartimento: **Ingegneria Industriale e dell'Informazione**

Tema al quale si è aderito: **Virtual modeling and additive manufacturing (3D printing) for advanced materials**

Contributo personale che si intende portare al tema (max 500 caratteri):

La stampa tridimensionale apre nuove prospettive nel filone della progettazione e realizzazione di componenti, in particolare antenne, per uso spaziale, da diversi anni oggetto di progetti internazionali da parte del Laboratorio Microonde. Questo tipo di stampa permette infatti di evitare le tecniche tradizionali, riducendo i costi, e soprattutto permette di realizzare componenti dalle forme, e quindi dalle prestazioni elettromagnetiche, altrimenti impossibili.

Competenze personali e/o titoli (max 3) coerenti con il tema:

- i) coordinatore generale o scientifico di numerosi progetti applicativi nel campo dello spazio
- ii) docente del corso di Satellite and Space System presso l'Università di Pavia

iii) quasi 10 anni di esperienza nella progettazione di dispositivi ed antenne per lo spazio.

Pavia, 08/10/2014



**Piano strategico tematico di Ateneo.**  
***Dichiarazione di impegno.***

La presente dichiarazione ha lo scopo di confermare e specificare la volontà di dedicare una parte significativa del proprio impegno di ricerca e/o di didattica al tema per il quale si è data la propria adesione, qualora il tema stesso venga selezionato tra quelli strategici di Ateneo.

Nome e Cognome: **Dario Pasini**

Dipartimento: **Chimica**

Tema al quale si è aderito: **Virtual modeling and additive manufacturing (3D printing) for advanced materials**

Contributo personale che si intende portare al tema (max 500 caratteri):

Sviluppo di materiali polimerici per applicazioni nel campo del 3D printing. Integrazione e collaborazione con i gruppi di ricerca afferenti a questa proposta.

Competenze personali e/o titoli (max 3) coerenti con il tema:

Esperienza di ricerca ventennale nel campo della chimica organica, macromolecolare e supramolecolare, applicata al campo dei materiali, in particolare nanostrutturati.

Pavia, 10/10/2014



**Piano strategico tematico di Ateneo.**  
***Dichiarazione di impegno.***

La presente dichiarazione ha lo scopo di confermare e specificare la volontà di dedicare una parte significativa del proprio impegno di ricerca e/o di didattica al tema per il quale si è data la propria adesione, qualora il tema stesso venga selezionato tra quelli strategici di Ateneo.

Nome e Cognome: **Luca Perregrini**

Dipartimento: **Ingegneria Industriale e dell'Informazione**

Tema al quale si è aderito: **Virtual modeling and additive manufacturing (3D printing) for advanced materials**

Contributo personale che si intende portare al tema (max 500 caratteri):

Applicazione della tecnologia di stampa 3D alla realizzazione di strutture periodiche e metamateriali di forma non convenzionale, di difficile realizzazione con tecnologie classiche. La flessibilità nelle forme geometriche realizzabili consentirà di sfruttare a pieno le potenzialità degli strumenti di simulazione elettromagnetica delle prestazioni di componenti di forma non convenzionale, sviluppati presso la nostra università nel corso degli anni.

Competenze personali e/o titoli (max 3) coerenti con il tema:

Competenza pluriennale nella progettazione di componenti passivi a microonde, di superfici selettive in frequenza e metamateriali, e sviluppo di codici di simulazione numerica.

Responsabile o coordinatore di unità di ricerca nell'ambito di diversi progetti dell'Agenzia Spaziale Europea per il progetto di superfici selettive in frequenza e sviluppo di codici per la progettazione di metamateriali.



Pavia, 16/10/2014



**Piano strategico tematico di Ateneo.  
*Dichiarazione di impegno.***

La presente dichiarazione ha lo scopo di confermare e specificare la volontà di dedicare una parte significativa del proprio impegno di ricerca e/o di didattica al tema per il quale si è data la propria adesione, qualora il tema stesso venga selezionato tra quelli strategici di Ateneo.

Nome e Cognome: **Federico Pirzio**

Dipartimento: **Ingegneria Industriale e dell'Informazione**

Tema al quale si è aderito: **Virtual modeling and additive manufacturing (3D printing) for advanced materials**

Contributo personale che si intende portare al tema (max 500 caratteri):

Valutazione, studio e implementazione di tecnologie laser per stampa 3D, con identificazione delle architetture e delle soluzioni progettuali più adeguate in relazione ai materiali impiegati per la stampa. Sviluppo di sistemi a stato solido, in fibra o ibridi, con opportune lunghezze d'onda di emissione, con massima efficienza e minimo footprint.

Competenze personali e/o titoli (max 3) coerenti con il tema:

- Competenze generali di ottica
- Progettazione di laser a stato solido e in fibra.

Pavia, 07/10/2014



**Piano strategico tematico di Ateneo.  
Dichiarazione di impegno.**

La presente dichiarazione ha lo scopo di confermare e specificare la volontà di dedicare una parte significativa del proprio impegno di ricerca e/o di didattica al tema per il quale si è data la propria adesione, qualora il tema stesso venga selezionato tra quelli strategici di Ateneo.

Nome e Cognome: **Giorgio Rampa**

Dipartimento: **Scienze economiche e aziendali**

Tema al quale si è aderito: **Virtual modeling and additive manufacturing (3D printing) for advanced materials**

Contributo personale che si intende portare al tema (max. 500 caratteri):

- teoria dell'apprendimento, e della formazione di aspettative, in ambienti interattivi di razionalità limitata;
- applicazione della teoria alla diffusione di nuovi prodotti presso clienti dotati di informazione incompleta (equilibri multipli, *lock-in* di prodotti di elevata qualità);
- applicazione della teoria ai problemi di innovazione organizzativa interna alle imprese (teoria dell'incentivazione in presenza di informazione asimmetrica e congetture eterogenee)

Competenze personali e/o titoli (max. 3) coerenti con il tema:

- 1) "Expectational bottlenecks and the rise of new organizational forms", in [\*Structural Change and Economic Dynamics\*](#), 29, 2014, 28-39

2) “Quality risk aversion, conjectures and new product diffusion”, in *[Journal of Evolutionary Economics](#)*, 2012 (22:1081–1115)

3) “Monopolistic Competition and New Products: A Conjectural Equilibrium Approach”, *[Journal of Economic Interaction and Coordination](#)*, 2010, 2, pp. 55-76

Pavia, 15/10/2014



**Piano strategico tematico di Ateneo.**  
***Dichiarazione di impegno.***

La presente dichiarazione ha lo scopo di confermare e specificare la volontà di dedicare una parte significativa del proprio impegno di ricerca e/o di didattica al tema per il quale si è data la propria adesione, qualora il tema stesso venga selezionato tra quelli strategici di Ateneo.

Nome e Cognome: **Alessandro Reali**

Dipartimento: **Ingegneria Civile e Architettura**

Tema al quale si è aderito: **Virtual modeling and additive manufacturing (3D printing) for advanced materials**

Contributo personale che si intende portare al tema (max 500 caratteri):

Sviluppo di modelli computazionali avanzati per la simulazione numerica del processo di stampa.

Competenze personali e/o titoli (max 3) coerenti con il tema:

- Meccanica computazionale
- Analisi isogeometrica
- Sviluppo di legami costitutivi e modelli numerici per materiali avanzati

Pavia, 16/10/2014



**Piano strategico tematico di Ateneo.  
*Dichiarazione di impegno.***

La presente dichiarazione ha lo scopo di confermare e specificare la volontà di dedicare una parte significativa del proprio impegno di ricerca e/o di didattica al tema per il quale si è data la propria adesione, qualora il tema stesso venga selezionato tra quelli strategici di Ateneo.

Nome e Cognome: **Giancarlo Reali**

Dipartimento: **Ingegneria Industriale e dell'Informazione**

Tema al quale si è aderito: **Virtual modeling and additive manufacturing (3D printing) for advanced materials**

Contributo personale che si intende portare al tema (max 500 caratteri):

Esperienza nella progettazione, realizzazione e ingegnerizzazione di sorgenti laser di potenza in ogni regime di funzionamento (continuo, q-switching, mode-locking); sviluppo di sistemi customizzati per applicazioni speciali. Le attività verranno svolte con la collaborazione del gruppo “Bright Solutions” (<http://www.brightsolutions.it>).

Competenze personali e/o titoli (max 3) coerenti con il tema:

I principali interessi di ricerca si sono rivolti allo studio dei laser a stato-solido pompati da diodi laser, che includono la ricerca su nuovi materiali laser, il loro funzionamento continuo ed impulsato e la generazione di impulsi ultracorti, lo studio e l'ottimizzazione della generazione di nuove frequenze mediante conversioni nonlineari e parametriche, e più recentemente i laser in fibra ottica. Tutti questi argomenti sono stati oggetto di studio e realizzazioni che hanno procurato una reputazione scientifica internazionale al Laboratorio Sorgenti Laser.

Pavia, 7/10/2014



**Piano strategico tematico di Ateneo.**  
***Dichiarazione di impegno.***

La presente dichiarazione ha lo scopo di confermare e specificare la volontà di dedicare una parte significativa del proprio impegno di ricerca e/o di didattica al tema per il quale si è data la propria adesione, qualora il tema stesso venga selezionato tra quelli strategici di Ateneo.

Nome e Cognome: **Maria Pia Riccardi**

Dipartimento: **Scienze della Terra e dell'Ambiente**

Tema al quale si è aderito: **Virtual modeling and additive manufacturing (3D printing) for advanced materials**

Contributo personale che si intende portare al tema (max 500 caratteri):

Caratterizzazione tessiturale e composizionale dei materiali tradizionali e innovativi utilizzabili nella prototipazione rapida e stampa 3D, a differenti scale di osservazione( meso-micro e nano scala).

Progettazione di protocolli multi analitici, con tecniche di bulk, su microprelievi e con tecniche non invasive

Modellizzazione di percorsi di degrado dei materiali attraverso simulazioni in camera climatica.

Competenze personali e/o titoli (max 3) coerenti con il tema:

Studio di microstrutture e tessiture in microscopia ottica ed elettronica a scansione (HR-SEM); lettura ed interpretazione di microstrutture di reazione come chiave di lettura dei processi tecnologici e dei processi di degrado dei materiali; gestione di gruppi di ricerca interdisciplinari.

Pavia, 16/10/14



**Piano strategico tematico di Ateneo.**  
***Dichiarazione di impegno.***

La presente dichiarazione ha lo scopo di confermare e specificare la volontà di dedicare una parte significativa del proprio impegno di ricerca e/o di didattica al tema per il quale si è data la propria adesione, qualora il tema stesso venga selezionato tra quelli strategici di Ateneo.

Nome e Cognome: **Giancarlo Sangalli**

Dipartimento: **Matematica**

Tema al quale si è aderito: **Virtual modeling and additive manufacturing (3D printing) for advanced materials**

Contributo personale che si intende portare al tema (max 500 caratteri):

insieme ai colleghi del Dipartimento di Matematica, mi occuperò dello sviluppo di metodi numerici innovativi (in particolare: metodo isogeometrico) per problemi di meccanica del continuo.

Competenze personali e/o titoli (max 3) coerenti con il tema:

la mia competenza riguarda lo studio teorico di metodi numerici per la soluzione di equazioni alle derivate parziali. Negli ultimi dieci anni mi sono principalmente occupato del metodo isogeometrico. Tale ricerca è finanziata anche da un progetto FIRB e da un Grant ERC (Consolidator) di cui sono coordinatore.

Pavia, 13/10/2014



**Piano strategico tematico di Ateneo.**  
***Dichiarazione di impegno.***

La presente dichiarazione ha lo scopo di confermare e specificare la volontà di dedicare una parte significativa del proprio impegno di ricerca e/o di didattica al tema per il quale si è data la propria adesione, qualora il tema stesso venga selezionato tra quelli strategici di Ateneo.

Nome e Cognome: **Micaela Schmid**

Dipartimento: **Ingegneria Industriale e dell'Informazione**

Tema al quale si è aderito: **Virtual modeling and additive manufacturing (3D printing) for advanced materials**

Contributo personale che si intende portare al tema (max 500 caratteri):

Validazione della protesi attraverso test specifici di analisi del movimento con strumentazione atta a misurare le capacità funzionali del soggetto protesizzato. Definizione di set-up sperimentali, acquisizione, elaborazione ed interpretazione di dati cinematici, cinetici ed elettromiografici relativi al movimento umano.

Competenze personali e/o titoli (max 3) coerenti con il tema:

1. Autrice di una tesi di dottorato dal titolo "Quantitative analysis of rehabilitation in lower limb amputees".
2. Ha partecipato a numerosi progetti finanziati dal Ministero dell'Istruzione (PRIN 2010, 2007, 2005, 2003 e 1999, FIRB 2001) nell'ambito del controllo del movimento e della postura in soggetti sani, con disordini sensoriali e con patologie neurodegenerative.
3. Responsabile scientifico del progetto di ricerca "Straight and curved walking in Parkinson's disease: basic mechanisms, pathophysiology and rehabilitation interventions" (Ministero della Salute, Ricerca Finalizzata 2009 (progetto giovani)).



Pavia, 17/10/2014



**Piano strategico tematico di Ateneo.  
*Dichiarazione di impegno.***

La presente dichiarazione ha lo scopo di confermare e specificare la volontà di dedicare una parte significativa del proprio impegno di ricerca e/o di didattica al tema per il quale si è data la propria adesione, qualora il tema stesso venga selezionato tra quelli strategici di Ateneo.

Nome e Cognome: **Giorgio Spinolo**

Dipartimento: **Chimica**

Tema al quale si è aderito: **Virtual modeling and additive manufacturing (3D printing) for advanced materials**

Contributo personale che si intende portare al tema (max 500 caratteri):

Utilizzo delle stampanti 3D per applicazioni con materiali metallici e ceramici

Competenze personali e/o titoli (max 3) coerenti con il tema:

Caratterizzazioni strutturali (struttura cristallina, microstruttura) di metallici e composti intermetallici inclusi materiali a memoria di forma.

Pavia, 8/10/2014



**Piano strategico tematico di Ateneo.**  
***Dichiarazione di impegno.***

La presente dichiarazione ha lo scopo di confermare e specificare la volontà di dedicare una parte significativa del proprio impegno di ricerca e/o di didattica al tema per il quale si è data la propria adesione, qualora il tema stesso venga selezionato tra quelli strategici di Ateneo.

Nome e Cognome: **Umberto Anselmi Tamburini**

Dipartimento: **Chimica**

Tema al quale si è aderito: **Virtual modeling and additive manufacturing (3D printing) for advanced materials**

Contributo personale che si intende portare al tema (max 500 caratteri):

Realizzazione di materiali ceramici e metallici di forma complessa mediante sinterizzazione da polveri che utilizza una stampa 3-D come processo primario

Competenze personali e/o titoli (max 3) coerenti con il tema:

- Sintesi di materiali ceramici e metallici
- Sinterizzazione di polveri ceramiche e metalliche
- Caratterizzazione di proprietà strutturali e microstrutturali di materiali massivi

Pavia, 10/10/ 2014



**Piano strategico tematico di Ateneo.  
*Dichiarazione di impegno.***

La presente dichiarazione ha lo scopo di confermare e specificare la volontà di dedicare una parte significativa del proprio impegno di ricerca e/o di didattica al tema per il quale si è data la propria adesione, qualora il tema stesso venga selezionato tra quelli strategici di Ateneo.

Nome e Cognome: **Pasquale Totaro**

Dipartimento: **IRCCS Policlinico San Matteo - Cardiocirurgia**

Tema al quale si è aderito: **Virtual modeling and additive manufacturing (3D printing) for advanced materials**

Contributo personale che si intende portare al tema (max 500 caratteri):

Sviluppo di modelli di simulazione patient-specific per ottimizzazione interventi su aorta ascendente e arco aortico. Ulteriore sviluppo di un progetto di costruzione di modelli *patient-specific* di device di “contenzione aortica” esterni da essere impiantati in pazienti con aneurismi aortici di media entità.

Competenze personali e/o titoli (max 3) coerenti con il tema:

Laurea in Medicina, Specializzazione in Cardiocirurgia, PhD in Fisiopatologia Cardiocircolatoria

Pavia, 06/11/2014



**Piano strategico tematico di Ateneo.**  
***Dichiarazione di impegno.***

La presente dichiarazione ha lo scopo di confermare e specificare la volontà di dedicare una parte significativa del proprio impegno di ricerca e/o di didattica al tema per il quale si è data la propria adesione, qualora il tema stesso venga selezionato tra quelli strategici di Ateneo.

Nome e Cognome: **Livia Visai**

Dipartimento: **Medicina Molecolare**

Tema al quale si è aderito: **Virtual modeling and additive manufacturing (3D printing) for advanced materials**

Contributo personale che si intende portare al tema (max 500 caratteri):

Progettazione e sviluppo di scaffold 3D multifunzionali con materiali polimerici o di altro tipo, arricchiti di nanoparticelle caricanti fattori di crescita per la creazione di supporti per la realizzazione di co-culture di cellule staminali mesenchimali isolate da vari tessuti per lo studio del rimodellamento osseo e muscolo-scheletrico in assenza di gravità e in presenza di microgravità simulata.

Competenze personali e/o titoli (max 3) coerenti con il tema:

1. Ingegneria tissutale e medicina rigenerativa
2. Nanotecnologie e biotecnologie
3. Medicina Spaziale



**Piano strategico tematico di Ateneo.**  
***Dichiarazione di impegno.***

La presente dichiarazione ha lo scopo di confermare e specificare la volontà di dedicare una parte significativa del proprio impegno di ricerca e/o di didattica al tema per il quale si è data la propria adesione, qualora il tema stesso venga selezionato tra quelli strategici di Ateneo.

Nome e Cognome: **Antonella Zucchella**

Dipartimento: **Scienze Economico Aziendali**

Tema al quale si è aderito: **Virtual modeling and additive manufacturing (3D printing) for advanced materials**

Contributo personale che si intende portare al tema (max 500 caratteri):

- studio delle condizioni per cui il 'rapid prototyping' porta a consolidare un vero e proprio vantaggio competitivo per l'azienda;
- analisi dei livelli di competitività delle reti internazionali per l'innovazione;
- supporto nelle relazioni con realtà aziendali interessate alla linea di ricerca;

Competenze personali e/o titoli (max 3) coerenti con il tema:

- imprenditorialità internazionale e eco-sistemi globali per l'innovazione;
- competitività dei sistemi locali per l'innovazione che bilanciano reti lunghe (sul territorio) e reti lunghe (su scala internazionale);
- competitività e business modeling per i sistemi di advanced manufacturing.

Pavia, 14/10/2014