

COMMISSIONE X
ATTIVITÀ PRODUTTIVE, COMMERCIO E TURISMO

RESOCONTO STENOGRAFICO

INDAGINE CONOSCITIVA

1.

SEDUTA DI VENERDÌ 12 FEBBRAIO 2016

PRESIDENZA DEL PRESIDENTE **GUGLIELMO EPIFANI**

INDI

DEL VICEPRESIDENTE **IGNAZIO ABRIGNANI**

INDICE

	PAG.		PAG.
Sulla pubblicità dei lavori:		Audizione di Luca Scarani, docente a contratto dell'Università commerciale Luigi Bocconi:	
Epifani Guglielmo, <i>Presidente</i>	3	Epifani Guglielmo, <i>Presidente</i>	11, 15, 16
INDAGINE CONOSCITIVA SU «INDUSTRIA 4.0»: QUALE MODELLO APPLICARE AL TESSUTO INDUSTRIALE ITALIANO. STRUMENTI PER FAVORIRE LA DIGITALIZZAZIONE DELLE FILIERE INDUSTRIALI NAZIONALI		Da Villa Marco (M5S)	16
Audizione di Marco Cantamessa, professore ordinario presso il Politecnico di Torino:		Galgano Adriana (SCpI)	15
Epifani Guglielmo, <i>Presidente</i>	3, 8, 9, 10	Scarani Luca, <i>docente a contratto dell'Università commerciale Luigi Bocconi</i>	11, 15, 16
Benamati Gianluca (PD)	8	Audizione di rappresentanti dell'Osservatorio Smart manufacturing del Politecnico di Milano:	
Cantamessa Marco, <i>professore ordinario presso il Politecnico di Torino</i>	3, 9	Epifani Guglielmo, <i>Presidente</i>	16, 21, 24
Da Villa Marco (M5S)	8	Basso Lorenzo (PD)	23
Galgano Adriana (SCpI)	8	Galgano Adriana (SCpI)	21
		Macchi Marco, <i>direttore dell'Osservatorio Smart manufacturing del Politecnico di Milano</i>	17, 19, 22, 23

N. B. Sigle dei gruppi parlamentari: Partito Democratico: PD; MoVimento 5 Stelle: M5S; Forza Italia - Il Popolo della Libertà - Berlusconi Presidente: (FI-PdL); Area Popolare (NCD-UDC): (AP); Sinistra Italiana-Sinistra Ecologia Libertà: SI-SEL; Scelta Civica per l'Italia: (SCpI); Lega Nord e Autonomie - Lega dei Popoli - Noi con Salvini: (LNA); Democrazia Solidale-Centro Democratico (DeS-CD); Fratelli d'Italia-Alleanza Nazionale: (FdI-AN); Misto: Misto; Misto-Alleanza Liberalpopolare Autonomie ALA-MAIE-Movimento Associativo Italiani all'Estero: Misto-ALA-MAIE; Misto-Minoranze Linguistiche: Misto-Min.Ling; Misto-Partito Socialista Italiano (PSI) - Liberali per l'Italia (PLI): Misto-PSI-PLI; Misto-Alternativa Libera-Possibile: Misto-AL-P; Misto-Conservatori e Riformisti: Misto-CR; Misto-USEI (Unione Sudamericana Emigrati Italiani): Misto-USEI.

	PAG.		PAG.
Miragliotta Giovanni, <i>direttore dell'Osservatorio Smart Manufacturing del Politecnico di Milano</i>	17, 18, 21, 22, 23, 24	Auricchio Ferdinando, <i>professore ordinario dell'Università degli studi di Pavia</i>	44, 48
Scuvera Chiara (PD)	22	Basso Lorenzo (PD)	48
Audizione di Luca Beltrametti, professore ordinario presso l'Università degli studi di Genova:		Denicolai Stefano, <i>professore associato dell'Università degli studi di Pavia</i>	43, 49
Epifani Guglielmo, <i>Presidente</i>	24, 29, 30, 31	Galgano Adriana (SCpI)	48
Becattini Lorenzo (PD)	30	ALLEGATI:	
Beltrametti Luca, <i>professore ordinario dell'Università degli studi di Genova</i>	24, 30	<i>Allegato 1:</i> Documentazione depositata dal professor Marco Cantamessa del Politecnico di Torino	50
Benamati Gianluca (PD)	29	<i>Allegato 2:</i> Documentazione depositata dal professor Luca Scarani dell'Università Luigi Bocconi	55
Audizione di rappresentanti dell'Istituto Italiano di Tecnologia (IIT):		<i>Allegato 3:</i> Documentazione depositata dai rappresentanti dell'Osservatorio <i>Smart manufacturing</i> del Politecnico di Milano .	75
Abrignani Ignazio, <i>Presidente</i>	31, 35, 36	<i>Allegato 4:</i> Documentazione depositata dal professor Luca Beltrametti dell'Università degli Studi di Genova	94
Basso Lorenzo (PD)	35	<i>Allegato 5:</i> Documentazione depositata dai rappresentanti dell'Istituto Italiano di Tecnologia (IIT)	108
Becattini Lorenzo (PD)	36	<i>Allegato 6:</i> Documentazione depositata dai rappresentanti dell'Istituto Italiano di Tecnologia (IIT)	115
Majorana Salvatore, <i>Technology transfer dell'Istituto Italiano di Tecnologia</i>	31, 35, 36	<i>Allegato 7:</i> Documentazione depositata dai rappresentanti del Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR)	150
Metta Giorgio, <i>Deputy director dell'Istituto Italiano di Tecnologia</i>	34	<i>Allegato 8:</i> Documentazione depositata dai rappresentanti del Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR)	156
Audizione di rappresentanti del Consiglio Nazionale delle ricerche (CNR):		<i>Allegato 9:</i> Documentazione depositata dal professor Stefano Denicolai dell'Università degli Studi di Pavia	172
Abrignani Ignazio, <i>Presidente</i>	36, 41, 42	<i>Allegato 10:</i> Documentazione depositata dal professor Stefano Denicolai dell'Università degli Studi di Pavia	190
Benamati Gianluca (PD)	41, 42		
Conti Marco, <i>direttore del Dipartimento di ingegneria, ICT e tecnologie per l'energia e i trasporti del Consiglio Nazionale delle Ricerche</i>	36, 41, 42		
Fornasiero Rosanna, <i>ricercatrice dell'Istituto di tecnologie industriali e automazione (ITIA) del Consiglio Nazionale delle Ricerche</i>	38		
Audizione di Stefano Denicolai, professore associato presso l'Università degli studi di Pavia:			
Epifani Guglielmo, <i>Presidente</i>	43, 48, 49		

PRESIDENZA DEL PRESIDENTE
GUGLIELMO EPIFANI

La seduta comincia alle 9.30.

Sulla pubblicità dei lavori.

PRESIDENTE. Avverto che la pubblicità dei lavori della seduta odierna sarà assicurata anche attraverso l'attivazione di impianti audiovisivi a circuito chiuso, la trasmissione televisiva sul canale satellitare della Camera dei deputati e la trasmissione diretta sulla *web-tv* della Camera dei deputati.

**Audizione del Prof. Marco Cantamessa
del Politecnico di Torino.**

PRESIDENTE. L'ordine del giorno reca, nell'ambito dell'indagine conoscitiva su « Industria 4.0 »: quale modello applicare al tessuto industriale italiano. Strumenti per favorire la digitalizzazione delle filiere industriali nazionali, l'audizione del Prof. Marco Cantamessa del Politecnico di Torino.

Do subito la parola al professore per la relazione introduttiva.

MARCO CANTAMESSA, *professore ordinario presso il Politecnico di Torino*. Grazie, signor presidente. Onorevoli membri della Commissione, vi ringrazio innanzitutto dell'invito a questa audizione che va a toccare un tema che è di importanza strategica per il futuro dell'industria del nostro Paese.

Porto un contributo che nasce da una duplice prospettiva che deriva dal mio essere docente di tecnologie e sistemi di

lavorazione presso il Politecnico di Torino, ma anche dal mio impegno nel settore delle *start-up* e delle *spin-off* universitarie. In questo ambito, è dal 2008 che presiedo l'Incubatore di imprese innovative del Politecnico di Torino, che è uno dei principali a livello europeo; dal 2014 presiedo anche l'associazione PNICube, l'associazione degli Atenei e degli incubatori universitari che offrono percorsi di accompagnamento all'imprenditorialità.

PNICube ha 39 soci che contribuiscono, con il supporto dato a *spin-off* e a *start-up*, alla nascita di circa il 20 per cento delle *start-up* innovative italiane, che è una parte numericamente consistente e soprattutto altamente qualificata dal punto di vista degli *asset* tecnici che vengono effettivamente portati sul mercato.

Per darvi qualche dato numerico, in Italia nascono circa 200 *start-up* ogni anno, tra *spin-off* universitari riconosciuti ai sensi della normativa e altre *start-up* che sono o *spin-off* di fatto (il giovane ex allievo che si mette a costituire un'impresa) o, molto interessante, *start-up* che nascono da imprenditori esterni che però decidono di venire presso l'università per farsi — diciamo in gergo — « incubare ».

Abbiamo fatto una ricognizione informale e negli ultimi anni stimiamo che circa il 40 per cento di questi progetti possano in qualche modo essere ricondotti a Industria 4.0.

Svilupperò la relazione, però evitando di farvi una lezione su che cos'è Industria 4.0, in quanto le tematiche le potete trovare in tantissimi *report*. Proporrei, invece, di iniziare con una lettura delle opportunità e delle minacce che per il nostro Paese conseguono a questo cambiamento e

poi condividere alcune considerazioni che spero possano essere utili nel delineare azioni di politica industriale.

Industria 4.0 può essere interpretato come un quadro di tipo pre-paradigmatico, nel senso che elenca gli ingredienti costitutivi di un paradigma industriale che è solamente emergente, non è ancora avvenuto. Quindi, ciò vuol dire che tutta la rivoluzione industriale della quale noi stiamo parlando deve ancora essere plasmata e deve ancora avvenire. Molto probabilmente sarà una rivoluzione industriale paragonabile a quelle passate, di cui da più parti si parla.

Nel caso di Industria 4.0 mi preme sottolineare che non si tratta di una singola rivoluzionaria tecnologia abilitante che crea cambiamenti, come per esempio può essere stata l'elettrificazione, 120-140 anni fa; piuttosto è un *bundle* di tecnologie che vengono ad aggregarsi in un modo sistemico, e anche in larga parte imprevedibile, in quelli che poi saranno i nuovi paradigmi produttivi. Questi porteranno poi a conseguenze che potrebbero anche essere di natura molto diversa, anche a seconda del settore. Quindi è, sì, una rivoluzione, ma tengo a sottolineare che è una rivoluzione in divenire.

È una rivoluzione e, come tutte le rivoluzioni, lascerà sul terreno dei vinti e farà emergere dei vincitori. I vincitori e i vinti saranno, a seconda dell'unità di analisi, le singole imprese, i settori industriali e — qui dobbiamo stare attenti — anche i singoli Paesi.

Per avere un'idea della rilevanza di questa rivoluzione basta guardare agli investimenti previsti nel prossimo futuro da parte di *player* industriali. Un *report* che cito nel documento allegato stima investimenti nella sola Germania pari a 40 miliardi di euro ogni anno di qui al 2020. Penso che questa cifra di investimenti per 40 miliardi di euro ogni anno possa essere vista come un utile *benchmark* anche per il nostro Paese.

Altro aspetto interessante è andare a vedere gli investimenti che vengono fatti in questo ambito anche da *player* di natura diversa, come ad esempio Alphabet (l'ex

Google). Se andiamo a guardare gli ultimi risultati che sono stati presentati possiamo stimare in 4 miliardi gli investimenti fatti in scommesse un po' matte da parte di Google, molte delle quali però sono riconducibili a quel mondo cyber-fisico che poi porta sotto il cappello di Industria 4.0.

È una rivoluzione, però, come dicevo, in divenire, il che vuol dire che l'Italia è in tempo non solo per prendervi parte, ma anche per contribuire a plasmarla. Quando leggiamo i *report* degli analisti (Boston Consulting, PricewaterhouseCoopers e via elencando), non stiamo vedendo una realtà che è già avvenuta, bensì una realtà che dobbiamo ancora riuscire a costruire. Quindi, abbiamo la *chance* di partecipare a questa rivoluzione non solamente come adottatori passivi di tecnologie che qualcun altro ha proposto, ma anche, in parte, come un attore che riesce a proporre innovazioni. Questa deve essere la corretta ambizione per il nostro Paese.

È un'affermazione che formulo non tanto per un vago orgoglio patriottico, ma perché possiamo tutti quanti osservare che l'Italia è comunque rimasta una grande potenza manifatturiera. Essa ancora, ma non per sempre, dispone di un elevato *know-how* tecnico che è diffuso nelle diverse filiere produttive, un po' in tutto il territorio nazionale, che viene continuamente alimentato da atenei che riescono a sfornare laureati in materie tecnico-scientifiche di riconosciuta professionalità, anche se in numero ancora insufficiente.

Noi tutti sappiamo che l'Italia soffre di un'incidenza molto bassa di laureati nel mercato del lavoro: nell'intervallo 25-34 anni abbiamo il 22,7 per cento contro la media OCSE del 40,5 per cento. Abbiamo osservato (sempre dati OCSE) che il *gap* si sta chiudendo per quanto riguarda l'incidenza dei laureati in materie tecnico-scientifiche, ma questo solo per i nuovi laureati. Quindi, c'è uno *stock* di forza lavoro che in qualche modo va recuperato.

Se opportunamente colta, dunque, Industria 4.0 è una straordinaria opportunità per un Paese come il nostro. Provo a farvi una battuta. Quando i prodotti che definiranno l'industria del futuro diventere-

ranno prodotti di massa, è molto verosimile che i prodotti — la produzione e l'ingegnerizzazione — nonché le macchine che li produrranno possa avvenire con vantaggio competitivo nel nostro Paese. Questo potrebbe avvenire a opera di imprese e imprenditori italiani, ma potrebbe anche avvenire ovviamente attirando imprese straniere nel nostro Paese.

Limitandosi al caso delle *start-up*, osserviamo *start-up* che riescono a passare dalla prototipia alla produzione senza necessità di investimenti, perché usano la fabbrica diffusa che è sul territorio. Nel nostro incubatore abbiamo già quattro *start-up* nate negli Stati Uniti che hanno deciso di portare in Italia, a Torino, alcune attività, in particolare quelle di sviluppo, riconoscendo questo vantaggio competitivo che deriva dal territorio italiano.

Se, però, queste attività dovessero localizzarsi in altri territori, ritengo che il fallimento nel cogliere questa opportunità si trasformerebbe in un'ennesima e forse definitiva riconferma del declino del Paese. Quindi, è un'opportunità che va assolutamente colta.

Per questo motivo ritengo che dobbiamo guardare a Industria 4.0, sì, come a un'opportunità, ma non dobbiamo dimenticare anche di guardare le debolezze che potrebbero, invece, impedire di cogliere l'opportunità e la trasformerebbero in una minaccia. Quindi, provo a fare quattro osservazioni, due di natura più tecnologica e due di natura più economica.

Dal punto di vista tecnologico, sappiamo tutti che Industria 4.0 si basa sulla *road map* di sviluppo dell'industria tedesca, che ha dei *player* sistemisti di livello mondiale. L'Italia non ha nessuna impresa paragonabile di questo calibro. Vi è, quindi, il rischio che l'eventuale affermazione di tecnologie e *standard* proprietari ci porti a diventare passivi adottatori di tecnologie estere. Questo vale in particolare per le piattaforme di integrazione sulle quali opereranno macchine e dispositivi.

È significativa, al riguardo, una citazione di Henning Kagermann, uno degli attori principali nel mondo tedesco per

l'Industria 4.0, secondo la quale chi avrà in mano le piattaforme governerà tutti i sistemi. Questo vuol dire che dobbiamo fare in modo che gli standard che collegheranno le miriadi di dispositivi e di macchine che faranno capo all'Industria 4.0 non siano proprietari, ma aperti, altrimenti il rischio è molto elevato.

Questo, però, vuol dire, al contempo, non piegarsi alle *road map* di sviluppo stilate altrove, ma tentare di individuare anche delle norme nazionali che coniughino i *trend* a livello mondiale — perché non si può andare controcorrente — con le competenze e le tecnologie che l'Italia ha modo di proporre.

La seconda riflessione deriva da un'altra considerazione. L'industria 4.0 ha sicuramente al centro la digitalizzazione, ma è importante non confondere l'industria 4.0 con il più ristretto concetto di digitalizzazione dell'industria. Bisogna lavorare sì sull'aspetto digitale, ma anche sulle nuove tecnologie di produzione, che sono complementari.

Il primo esempio che tutti citano è l'*additive manufacturing* (in gergo popolare, stampa 3D) che comporta innovazioni nel processo produttivo, ma anche nei materiali impiegabili e nelle geometrie che possono essere progettate. Tuttavia, questa non è l'unica tecnologia emergente e la futura competitività dell'industria si baserà anche sulla capacità di operare altri processi di trasformazione innovativi capaci di intervenire anche su materiali non convenzionali, integrandoli tra di loro e con i processi tradizionali.

Questo vuol dire definire una politica industriale che coltivi sì gli aspetti digitali, ma anche quelli più propriamente industriali, che, tra l'altro, si integrano strettamente con aspetti legati alla componentistica *smart* (per esempio i sensori). A questo riguardo l'Italia ha delle competenze importanti da mettere in campo.

Una terza riflessione — passo alle riflessioni di natura più economica — nasce dalla natura dell'industria italiana, la quale ha significative competenze, ma anche importanti limitazioni.

Lo studio della Banca d'Italia, che cito nel documento e di cui consiglio sempre la lettura, ci dice che le imprese italiane sono frammentate, sottocapitalizzate, poco aperte ad azionisti esterni, tendono alla gestione operativa familistica scarsamente manageriale, tendono poco ad adottare innovazioni sulle quali non hanno una padronanza e sono anche un po' restie ad assumere personale laureato.

Allora, il rischio è che una struttura industriale di questo tipo renda difficile la semplice adozione delle innovazioni relative a Industria 4.0. Mi è capitato di leggere delle note in cui si dice che le tecnologie in Industria 4.0 potrebbero ridurre quelle economie di scala che sfavoriscono le PMI. Questo, però, vuol dire che queste tecnologie devono essere adottate, ma se le imprese italiane sono così piccole e malmesse che non le adotteranno significa che i benefici potenziali non verranno fuori.

Da ciò nasce l'esigenza che la politica industriale su Industria 4.0 non si limiti all'aspetto puramente tecnologico, ma abbia anche l'obiettivo di irrobustire la struttura delle filiere produttive.

Provo a essere più chiaro. Nel documento preparatorio che ho avuto modo di leggere si dice che si desidera individuare un modello nazionale di fabbrica digitale che tenga conto di tutti gli aspetti specifici del sistema produttivo italiano, nonché delle dimensioni delle imprese italiane. Dunque, mi chiedo se questo tener conto consideri le dimensioni delle imprese italiane come un dato di partenza problematico oppure come un vincolo da mantenere. Infatti, nel primo caso sarebbe una scelta saggia e realistica, mentre nel secondo potrebbe essere un errore strategico che, tra l'altro, potrebbe anche portare a inibire la crescita di quelle imprese che hanno i numeri per diventare i futuri *player* a livello mondiale.

Questo apre all'ultima riflessione che nasce dalla constatazione che le rivoluzioni tecnologiche sono sempre accompagnate, in modo evolucionistico (questa è la dura realtà dell'economia), da profondi

processi di mutamento delle filiere produttive: emergono nuovi *player* e falliscono imprese *incumbent*.

Qui ha un ruolo importantissimo il settore delle *start-up* sia che siano esse a crescere e a diventare le grandi imprese che sostituiscono quelle che hanno chiuso, sia che fungano da vettori e portatori di innovazione, diventando semplicemente fornitori delle grandi imprese oppure venendo acquisite da queste. Ritengo, quindi, opportuno che una *policy* su Industria 4.0 operi in modo coordinato con quella politica positiva di supporto alle *start-up* e alle PMI innovative di cui recentemente si è dotato il nostro Paese.

Segnalo, però, il permanere di significative difficoltà che le *start-up* italiane incontrano nella crescita. Si tratta di difficoltà che sono prevalentemente da associarsi alla debolezza della domanda di innovazione. Chi è sul campo come me lo vede tutti i giorni: il problema delle *start-up* è che è difficilissimo trovare qualcuno che faccia un ordine. Lo dico in modo molto semplice, ma purtroppo realistico.

A questo riguardo, ritengo che la ben nota scarsità di *venture capital* che caratterizza il nostro Paese — quei famosi 100 milioni di operazioni di *early stage* che ci portano almeno a un ordine di grandezza in meno rispetto *player* europei — non sia la causa della mancata crescita delle *start-up* quanto il sintomo, che è segno che gli investitori italiani non vedono sufficiente ritorno dagli investimenti in questa *asset class*.

Allora, la politica industriale dovrà agire in modo da stimolare la domanda di innovazione sia a livello privato, per quello che è possibile, sia a livello pubblico con importanti iniziative di *public technology procurement*.

Al contempo, dovrà anche agevolare — non potrà, ovviamente, forzare — lo spostamento verso l'economia reale di una parte consistente di quella grandissima ricchezza privata italiana che oggi languisce in investimenti poco redditizi o alimenta il PIL di altre economie.

La Banca d'Italia ci ricorda che la ricchezza delle famiglie italiane ammonta a circa 4 mila miliardi di euro. Ecco, non riterrei irragionevole avere l'obiettivo di favorire l'allocatione dell'1 per cento di questa ricchezza nell'arco di 10 anni. Non è un enorme spostamento, ma vuol dire mobilitare 4 miliardi di investimenti ogni anno.

Quali sono, quindi, le possibili azioni di *policy*? Stante l'ampiezza dei cambiamenti derivanti da questo paradigma industriale emergente, ma anche l'incertezza sulla sua effettiva evoluzione, non si può immaginare una politica industriale troppo dirigista. Bisognerà, piuttosto, favorire l'evoluzione e la diffusione delle tecnologie abilitanti, agevolando i conseguenti cambiamenti.

Al contempo dobbiamo anche ricordarci di quello che è successo nel 2008 con Industria 2015, con le sue mille problematiche attuative e un impatto che osservo come limitato, anche se non ho ancora trovato nessuno studio in merito.

Questo dovrebbe suggerirci di non ripetere gli errori del passato, ma semmai di tentare di portare innovazione anche nelle politiche a supporto dell'innovazione, che ogni tanto non vogliono essere innovate esse stesse.

Mi permetto, pertanto, di suggerire l'organizzazione di azioni di *policy* in tre fasi: creare le condizioni, agevolare i processi di cambiamento e premiare i risultati.

Bisogna creare le condizioni proprio per quello che dicevo poc'anzi: le trasformazioni associate a Industria 4.0 potrebbero non decollare a causa di carenze strutturali. Nello studio di PVC che ho citato si notava come i rispondenti dell'industria tedesca mettessero come ostacoli al cambiamento pure in Germania proprio i problemi infrastrutturali. Ecco, per noi questo vale a maggior ragione.

Questo vuol dire sviluppare una *road map* tecnologica nazionale sul tema, favorire un aumento ulteriore dei laureati in discipline tecnologiche e scientifiche, assicurare la disponibilità di banda larga nei

territori (questo va da sé) e operare in campo internazionale per assicurare *standard* aperti.

Il secondo *step* è quello di agevolare i processi di cambiamento, ovvero processi di adozione delle tecnologie e di cambiamento strutturale nell'industria che vanno resi il più possibile fluidi.

Questo vuol dire, per esempio, introdurre incentivi fiscali per operazioni di *merger* e *acquisition*, cioè fusioni e acquisizioni, in particolare se toccano le *start-up*; ridurre in modo significativo il cuneo fiscale per *middle manager* e personale di elevata qualificazione (purtroppo, capita molto sovente che si tenti, in particolare nelle *start-up*, di attirare personale qualificato dall'estero, che però non viene in Italia perché lo stipendio netto è la metà di quello che prenderebbe fuori; peccato che il costo aziendale sia lo stesso); accelerare i processi di trasferimento tecnologico mediante la creazione di piccoli fondi di *proof of concept* destinati a *start-up* e *spin-off* universitari, per portare i risultati dal laboratorio a un primo risultato inimitabile in una nuova azienda.

Infine, l'aspetto probabilmente più importante è premiare i risultati. I tradizionali meccanismi, tipo Industria 2015, di *call for proposal* dove si erogano contributi e finanziamenti a tasso agevolato a chi fa dei progetti potrebbero non funzionare da soli a causa delle difficoltà di cui accennavo. È, quindi, opportuno affiancare a queste misure, che probabilmente ci saranno ancora, altre misure basate sulla domanda che, anziché premiare le tante promesse, diano una significativa ricompensa a quelli che ce la fanno davvero e, ovviamente, anche ai loro finanziatori in modo che possano appropriarsi di quel valore economico che hanno generato.

Un esempio potrebbe essere studiare e mutuare la disciplina delle PMI *en croissance* (piccole e medie imprese in crescita), che i francesi hanno attuato da qualche tempo, là dove si dà un premio *ex post* a chi sta crescendo, evitando di tassare; si tornerà, poi, a tassare quando la crescita si sarà stabilizzata e quindi non si crescerà più.

Un altro esempio potrebbe essere abbattere le aliquote sulle rendite finanziarie derivanti da investimenti nell'economia reale in crescita, quindi investimenti fatti in capitale di rischio, *venture capital* o *private equity* destinato a PMI in crescita (tutto sommato, sono investimenti che servono moltissimo all'economia nazionale, non meno di quelli in titoli di Stato), o ancora attuare un programma nazionale di *public procurement of innovation*, studiando e adottando il modello americano dello SBIR (*Small Business Innovation Research*), che vada oltre il concetto di acquisti pre-commerciali, in modo che questo programma possa agire sugli acquisti fatti non solo dalla pubblica amministrazione centrale, ma anche delle pubbliche amministrazioni locali e dalle società partecipate pubbliche.

Infine, sarebbe utile introdurre agevolazioni fiscali alle imprese esportatrici, per la semplice ragione che chi esporta è stato riconosciuto dai mercati come competitivo, quindi potrebbe meritare un piccolo premio *ex-post*.

Vi ringrazio per l'attenzione e rimango a disposizione per eventuali approfondimenti.

PRESIDENTE. Grazie a lei, professore. Do la parola ai colleghi che intendano porre quesiti o formulare osservazioni.

ADRIANA GALGANO. Avrei due domande. La prima è relativa al dato che lei ha citato sulle *start-up*, che sono 200. Ecco, come lo giudica? È un buon risultato o si può fare di più? La seconda domanda, invece, è cosa sta facendo la Germania per sviluppare Industria 4.0.

MARCO DA VILLA. Ringrazio il professore per la presenza. Avrei una domanda rispetto al programma interministeriale Italia Startup Visa, in cui è coinvolto il vostro incubatore. Vorrei, quindi, avere qualche informazione sui progressi e su cosa si può fare per rafforzare le università in questo programma e per far rientrare gli italiani, a cui anche lei ha

accennato, che sono all'estero a svolgere queste attività innovative, cercando di riattivarli nel nostro Paese.

GIANLUCA BENAMATI. La ringrazio, professore, in maniera non formale. Purtroppo, sono arrivato tardi, ma l'ampiezza delle riflessioni dava l'idea delle questioni da lei affrontate. Non ho domande molto puntuali e specifiche, ma piuttosto di sistema.

Lei ha parlato di un tema che spesso non trattiamo. Mi riferisco alla questione di calare Industria 4.0 nel contesto dimensionale o strutturale del sistema produttivo italiano. Giustamente, lei rifletteva sul fatto che la similitudine con la Germania è programmatica, ma non considera il fatto che il substrato su cui si dovrebbe operare la similitudine è profondamente differente.

Allora, rispetto ad alcune questioni che lei toccava – per esempio in riferimento a uno dei modelli, quello delle piattaforme – diceva sarebbe opportuno che anche in Italia vi fossero delle attività di sviluppo concreto su questo, a parte l'aspetto proprietario o meno. Ecco, vorrei capire meglio come questo potrebbe essere effettivamente articolato nella realtà.

La seconda questione è sulla riflessione che ha fatto in merito alla dimensione delle aziende, che non è tipica di Industria 4.0, ma è strategica del sistema italiano perché dal credito sino al passaggio proprietario vi sono aziende che, in genere, sono a conduzione familiare o del fondatore, quindi quando c'è il salto generazionale muore una certa aliquota.

Insomma, in Italia, in questo momento, un tema importante riguarda la crescita dimensionale. Ecco, lei ritiene che politiche che hanno a che fare con la possibilità di reinvestire utili all'interno dell'azienda o di facilitazioni per sistemi di acquisizione o di fusione e quant'altro, possano essere direttamente positivi – la domanda è un po' retorica perché immagino la risposta, ma non è scontato sentirlo dire – anche per Industria 4.0?

L'ultima questione è più di filosofia generale ed è quella che ha mosso anche

questa indagine conoscitiva. Mi riferisco all'ultima chiamata, nel senso che il sistema manifatturiero italiano, che ha perso molto in questi anni, è — come diceva lei — di fronte a un bivio perché questo sistema, sia nell'uso della rete e dei sistemi, sia nelle nuove forme di produzione, sarà il domani.

Lei diceva che l'Italia può vincere e perdere questa scommessa e che non c'è niente di sicuro. Ora, oltre alla descrizione del problema, qual è il suo *sentiment* su questo? Quali sono le possibilità che ha effettivamente il Paese di riuscire a trasformare il sistema attuale in uno più articolato di Industria 4.0?

PRESIDENTE. Do la parola al professore per una breve replica.

MARCO CANTAMESSA, *professore ordinario presso il Politecnico di Torino*. Sarà difficile in pochi minuti, ma se mi consentite parto dall'ultima domanda che mi aiuta a rispondere anche alle altre.

Si parlava di piattaforme. Non potremmo fare, però, la piattaforma italiana. Bisognerà far sì che le piattaforme che emergeranno siano aperte e non siano « brandizzate » con il logo di un singolo *player* che si prende tutti i dati dell'industria dei prodotti italiani, dopodiché li macina e ci fa ricchezza sopra. Come sappiamo, Facebook riesce a lavorare sui dati dei privati cittadini, quindi domani un signor X potrebbe lucrare sui dati dei dispositivi dei cittadini. Questa è, peraltro, una questione di normazione e di standardizzazione a livello internazionale.

Sul discorso del collegamento tra piccole imprese e Industria 4.0 torno a ribadire di sì, anche perché Industria 4.0 è un insieme di investimenti non particolarmente leggeri. In sostanza, dotarsi di strumenti Industria 4.0 non è fare il sito *web* aziendale; è molto di più, dal punto di vista sia economico-finanziario sia delle competenze che servono per riuscire a capire che cosa fare di questa grandissima innovazione.

Questo è il motivo per cui un'impresa che è un po' indietro dal punto di vista

finanziario e dimensionale (quindi non ha economie di scala), ma soprattutto è un po' arretrata sul piano culturale non adotterebbe quelle tecnologie che domani potrebbero favorirla.

Allora, le due cose vanno messe in coevoluzione. Quindi, ritengo che bisogna lavorare perché la struttura industriale di questo Paese diventi fatta più di media e grande impresa che possa adottare queste tecnologie, le quali, al contempo, favoriranno questo processo. Questo è il mio sentire.

Dal punto di vista dell'ultima chiamata, continuo a dire che l'innovazione non è l'innesto di cose nuove sul nulla. Se permettete, cito la parabola evangelica che dice che la saggezza è quella dello scriba che prende dal suo tesoro cose vecchie e cose nuove. Ecco, è esattamente lo stesso concetto: innestare delle cose nuove su un substrato di cose vecchie. Ora, le cose vecchie sono le competenze e il *know-how* manifatturiero che è diffuso nella nostra industria in forma soprattutto tacita.

Siccome si tratta di *know-how* tacito, ovvero che è nella mentalità delle persone che ci hanno lavorato per anni, e siccome queste persone demograficamente invecchiano e tendono ad andare in pensione, c'è una finestra di opportunità se riusciamo a innestare tecnologie e idee nuove sulle competenze che ci sono nelle nostre fabbriche e nei nostri uffici tecnici. Tuttavia, dobbiamo farlo nei prossimi anni perché se aspettiamo 15 anni quelle persone e quelle aziende non ci saranno più, quindi non ci sarà nessuna eredità lasciata. Ecco, questo è molto importante.

Passo all'altra domanda. Si parlava di Italia Startup Visa. Ecco, secondo me sta funzionando bene dal punto di vista operativo, anche perché è molto snello. I numeri, però, sono ancora insufficienti. È interessante, però, che sta attirando una certa quantità di persone soprattutto dall'Est Europa, ma anche un po' dagli Stati Uniti. Questi, peraltro, sono processi che funzioneranno quando ci sarà il passaparola, cioè quando gli imprenditori si sa-

ranno insediati, si saranno trovati bene e diranno ai loro amici di venire in Italia perché qui si lavora bene.

C'è, invece, ancora molto da fare su Italia Startup Hub, cioè la conversione dei visti per studenti extracomunitari in visti *start-up* senza dover tornare nel Paese d'origine. Su questo c'è un problema di scarsità di comunicazione che è abbastanza grave, quindi andrà risolto.

Su come favorire il rientro degli italiani direi che ci son due livelli. Il primo è minimalista, cioè chiedere a questi imprenditori di farsi un giro qui e vedere quanto poco possa costare e quale eccellenza tecnica possa comportare assumere sviluppatori italiani o farsi fare dei pezzi da fornitori italiani.

Questa, però, è una battaglia che reputo poco ambiziosa per una politica nazionale perché vorrebbe dire che diventiamo la fabbrica o l'ufficio tecnico di qualcuno che poi fa i profitti altrove. Questo può essere un primo passo, ma se ci limitiamo a questo non va molto bene.

Il vero passo sarebbe quello di far capire che le condizioni in Italia sono cambiate davvero, quindi può essere conveniente rientrare perché, appunto, le condizioni a contorno sono più favorevoli rispetto ad altri luoghi. Si tratta di una politica di piccoli passi, in cui il primo non deve essere l'ultimo, altrimenti serve a poco.

Secondo me, 200 *start-up* che nascono nel contesto universitario, su un migliaio di *start up* complessive che nascono in base alle legge n. 221 del 2012, sono un buon risultato perché è normalissimo che le *start-up* nascano fuori dal contesto universitario. Il fatto che ne nascano 200 nell'alveo dell'università, che abbiano o meno il bollino di *spin-off*, è tanto.

Questo vuol dire che, forse, le università stanno facendo un bel lavoro da questo punto di vista. Tutto sommato, le nostre bistrattate università, con tantissimo volontariato, stanno mettendo in campo delle attività interessanti. Il problema è che diverse *start-up* molto importanti dal punto di vista dei contenuti

innovativi sono proprio quelle che fanno più fatica a scaricare questa valenza innovativa a terra sul mercato. Questo, ovviamente, comporta anche una responsabilità da parte nostra.

Riguardo alla Germania, sta facendo tantissime cose. Tutto il sistema tedesco si è mobilitato dietro a questo obiettivo. Stiamo parlando delle grandi imprese, ma anche delle famose *Mittelunternehmen*, cioè le PMI tedesche, che, però, sono circa dieci volte più grandi rispetto alle nostre. Infatti, PMI vuol dire tante cose diverse in Europa e in Italia.

Soprattutto, si stanno mobilitando le università e i centri di ricerca applicata, che sono un'istituzione tedesca molto importante (*Fraunhofer* e altre entità del genere, che noi, ovviamente, non possiamo costruire nel giro di poco tempo). C'è uno sforzo molto corale perché si rendono conto che Industria 4.0 è per loro l'opportunità per irrobustire le industrie tedesche, ma anche per diventare fornitori in tutto il mondo. Insomma, è chiaro che a loro conviene investire in questo ambito.

PRESIDENTE. Abbiamo visto che i tedeschi hanno questa capacità di far sistema su ogni cosa. Lo abbiamo visto anche sul problema dei rifugiati, con tutto il Paese che si è mobilitato. Lo stesso vale sulla ricerca e su Industria 4.0, con tutti i soggetti interessati nel Paese messi a sistema. Questa è la loro grande forza, ma anche uno dei problemi che abbiamo noi come sistema Paese.

Ringrazio il professor Cantamessa del prezioso contributo, riservandoci di risentirlo man mano che il nostro lavoro procede.

Autorizzo la pubblicazione in calce al resoconto stenografico della seduta odierna della documentazione consegnata (*vedi allegato 1*).

Dichiaro conclusa l'audizione.

La seduta, sospesa alle 10, è ripresa alle 10.05.

**Audizione del prof. Luca Scarani
dell'Università commerciale Luigi Bocconi.**

PRESIDENTE. L'ordine del giorno reca, nell'ambito dell'indagine conoscitiva su « Industria 4.0 »: quale modello applicare al tessuto industriale italiano. Strumenti per favorire la digitalizzazione delle filiere industriali nazionali, l'audizione del professor Luca Scarani, dell'Università commerciale Luigi Bocconi.

Il professor Scarani lavora presso l'Università commerciale Luigi Bocconi, ma ha anche altre attività. Ci ha consegnato un *paper*, che credo ognuno di voi abbia a disposizione, che renderà più agevole la presentazione.

Do la parola al professor Scarani per lo svolgimento della sua relazione.

LUCA SCARANI, *docente a contratto dell'Università commerciale Luigi Bocconi*. Grazie, presidente. Come ha introdotto il presidente, io faccio tante cose, oltre a fare il docente a contratto in università. Principalmente faccio il commercialista e lavoro presso il CBA, che è uno studio che in passato ha fatto e tuttora fa diverse operazioni con fondi d'investimento e, quindi, si occupa molto spesso di quello che secondo me sarà il tema principale della mia trattazione odierna.

Salto le prime *slide*, che sono introduttive dei lavori di questa Commissione. In buona sostanza, mi è sembrato di intuire che il ruolo sia, nella prima parte, capire lo stato dell'arte, la mappatura delle aziende orientate all'innovazione e gli investimenti pubblici e privati che sono stati messi in campo e, nella seconda parte, cercare di capire quali possono essere le priorità e gli ostacoli da rimuovere.

Io ho deciso di cominciare con una metafora un po' particolare. Se funziona, va tutto bene, perché magari rimane impressa. Immaginiamo di tornare all'epoca dei dinosauri: in tutto il mondo ci sono i dinosauri; un bel giorno, nel 2012, il creatore, che sarebbe il legislatore nella mia metafora, in una zona riparata da tutto il resto del mondo dove ci sono i

dinosauri, crea un ecosistema nuovo. Questo ecosistema nuovo sarebbero le *start-up* innovative.

È un ecosistema che ha generato delle condizioni tali per cui è venuto a crescere l'essere umano, una razza evoluta rispetto a quella di tutto l'ambiente circostante, che sicuramente ha dimostrato, all'interno di questo piccolo ecosistema protetto da tutto il mondo esterno da un passaggio molto stretto, di saper generare sviluppo e interesse dei giovani, dei soggetti investitori, del legislatore stesso e degli organi governativi, con Invitalia e con i vari programmi attuati.

Il problema qual è? A tutt'oggi l'ecosistema esiste; le condizioni per fare impresa limitatamente alla creazione dell'impresa, ai rapporti tra i soci, agli aspetti fiscali e agli aspetti giuslavoristi ci sono. Il problema è che, se l'omino passa il varco, dall'altra parte si trova il T-Rex e lui è lì con la clava, ovvero chi fa impresa innovativa non ha gli strumenti per crescere e per affrontare il mondo esterno.

Mi occupo di *start-up* e più recentemente di PMI innovative, che non hanno ancora avuto una grande diffusione per motivi legati ad aspetti di revisione legale e ad altre questioni, ma sicuramente quest'anno ce ne saranno di più.

La normativa in sé è molto positiva: ci sono degli sgravi sotto il profilo fiscale (le detrazioni), che non fanno mai male; ci sono gli aspetti di diritto del lavoro; ci sono una serie di facoltà che vengono concesse, per esempio la remunerazione con gli strumenti finanziari partecipativi, che è un pezzo di carta che dice: « Se le cose vanno bene, un domani una parte degli utili sono tuoi ».

Ci sono una serie di elementi positivi, anche alcune criticità, aldilà dell'ambito applicativo ristretto, nel senso che ci sono certe condizioni per *start-up* e PMI innovative che si può pensare di incrementare, e aldilà del fatto che l'imprenditore si trova a dover ragionare sempre nei confronti di diversi enti a compartimenti stagni. Infatti, l'Agenzia delle entrate fa le sue guide e ragiona a modo suo, però non si interfaccia con l'INPS, che non si in-

terfaccia con la camera di commercio; quindi, quando un soggetto fa impresa, deve andare un po' dappertutto per cercare di capirci qualcosa.

I problemi che io personalmente vedo come prioritari sono: lo scarso supporto da parte del ceto bancario, la totale assenza di uno scalino intermedio tra il *business angel* e il *venture capital*, su cui torno tra poco, i tempi lunghi nella monetizzazione dei crediti, in particolare dei crediti IVA, e un rapporto carente tra università e imprese, unitamente a tematiche più complesse, che sono quelle della *base erosion and profit shifting*, di cui il Governo si sta occupando. Non entro nel merito delle tematiche di fiscalità troppo approfondite e internazionali.

Quelli che vedete sottolineati, cioè il problema dell'assenza dello scalino e il problema del rapporto carente fra università e imprese, sono due punti che non ho sognato una notte. Nella relazione che è stata fatta dal Ministero dello sviluppo economico nel settembre del 2015 al Parlamento, a pagina 3, ci sono scritti esattamente questi due punti. Ciò che voglio dire è che alcuni degli spunti che posso lasciare a questa Commissione prendono le mosse da qualcosa che effettivamente viene avvertito anche dallo stesso legislatore come un problema.

Credo che sul rapporto carente tra università e imprese non ci sia molto da spiegare. È chiaro che nel mondo universitario i ragazzi fanno fatica a essere collegati al mondo dell'industria e dell'impresa.

Vengo al tema dell'assenza dello scalino tra *business angel* e *venture capital*. Di che cosa stiamo parlando? Sappiamo tutti che un'impresa, se vuole crescere, ha bisogno di finanziamenti. Devo dire che, parlando con il mondo imprenditoriale, con i ragazzi e non solo che si lanciano nel mondo delle *start-up* e delle PMI innovative, tutti mi chiedono: «Come faccio a chiedere fondi per finanziare la mia attività?»

Sappiamo tutti che nel mondo bancario è difficile ottenere finanziamenti. Per fortuna, il legislatore ha introdotto il Fondo di garanzia per le PMI: fatto cento un

prestito, 80 viene coperto dal Fondo di garanzia. Naturalmente le banche, per il 20 per cento residuo, chiedono comunque la garanzia personale, però, se non altro, il rischio viene ripartito, quindi l'intervento del legislatore è positivo.

Oggi, se uno ha bisogno di 50 mila-100 mila euro, girando un po' e facendo la questua, come si dice nel gergo informale, cioè andando a chiedere a tutti «ti piace la mia idea, mi dai i soldi?», prima o poi trova un finanziatore che finanzia il cosiddetto «primo *round*», ovvero il primo aumento di capitale, e che dice: «mi piace, ci metto dei soldi».

Il problema arriva dopo, in quello che io qui ho definito in gergo tecnico «il secondo *round* di finanziamenti», cioè quando si arriva a dire: «Io ho fatto il primo passettino, inizio ad avere delle mete e sto iniziando a vendere». Chiaramente un imprenditore deve farsi pubblicità e sostiene dei costi per sperimentazioni, che magari vanno in parte persi, soprattutto in un ambito innovativo. Ci si trova a dire: «Va bene, adesso mi servono altri soldi».

Chi gli dà questi soldi? Non glieli dà più il singolo *business angel*, la persona che può permettersi di investire; è difficile trovare in *team business angel* che investono, perché magari hanno già investito nel primo *round* e, quindi, non hanno più soldi da investire. Oltretutto, un investimento di 200 mila, 300 mila o 500 mila euro, se non si tratta di una famiglia particolarmente facoltosa o di una persona che ha redditi consistenti, è un problema.

Da chi vado? Vado dal fondo di *venture capital*? No, il fondo di *venture capital* sotto a una certa soglia non investe. Lo stesso vale per Invitalia Venture, che è il fondo di Invitalia che ho menzionato qui. È un'ottima idea quella di fare un fondo che investa in questo settore, però il taglio minimo d'investimento di Invitalia è di 500 mila euro in coinvestimento fino al 70 per cento. Ciò vuol dire che ci deve essere un aumento di capitale di almeno 800 mila euro. Stiamo parlando di numeri che iniziano a essere un po' elevati.

Il problema è che c'è la fase zero, quella del cosiddetto *seed*, cioè quando qualcuno dice «vieni da me, ti do una scrivania e inizi a sviluppare l'idea», c'è la fase uno, non c'è la fase due, c'è la fase tre.

Dal mio punto di vista — questo è il messaggio che voglio lasciarvi, tutto il resto sono dettagli — il legislatore deve pensare a uno strumento per far crescere gli investimenti in questa fase. *Equity crowdfunding*? No, ma non perché lo strumento dell'*equity crowdfunding* sia sbagliato. Credo che tutti sappiate che con l'*equity crowdfunding* si pubblica un progetto su un sito; dopodiché, le persone che vogliono fare l'investimento e a cui piace quell'idea danno un tot di soldi.

Qual è il problema? Ne hanno parlato anche la stampa specializzata — ricordo una puntata di *Report* al riguardo — e ancora una volta la relazione fatta al Parlamento a pagina 101. I limiti oggi sono tali per cui la signora Maria, che si innamora dell'idea, che non è un investitore professionale schedato che ha un patrimonio depositato, se vuole mettere più di 500 euro deve fare la profilatura del cliente e la schedatura, ai sensi della disciplina MIFID (*Markets in financial instruments directive*).

Che in Italia ci sia qualche problema relativo a investimenti più rischiosi sottoscritti da obbligazionisti purtroppo è un dato di fatto, però, dall'altra parte, mettere in moto un motore con un investimento massimo di 500 euro, altrimenti devi fare un pacco di carte alto così per tirarti fuori dagli impicci, è difficile.

I punti che secondo me dirimono questo tema sono due e possono essere alternativi. In primo luogo, come peraltro suggerito nella relazione dal Ministero, si potrebbe rivedere pesantemente la disciplina del *crowdfunding* per renderlo uno strumento effettivamente adatto a iniziative di secondo *round*. Infatti, oggi serve a quello che vuol cominciare per fare la colletta. Questo, dal mio punto di vista, non va bene.

Alternativamente — questa è una tematica molto complessa, però ritengo giusto

portarla all'attenzione del legislatore — si può pensare alla soluzione per cui si vanno a rivedere, insieme agli organismi di vigilanza — mi rendo conto che questo è un tema molto delicato — le soglie per la regolamentazione della materia degli investimenti ai sensi del Testo unico delle disposizioni in materia di intermediazione finanziaria (TUF) n. 58 del 1998.

Cosa voglio dire? Oggi i fondi d'investimento che vogliono fare investimenti hanno dei limiti. Le SGR hanno dei requisiti minimi di capitale di un milione di euro; bisogna fare una raccolta d'informazioni e di dati che costa molto. È chiaro che, se uno vuole fare un investimento del genere, ha un profitto solo se lo fa in grandi aziende, perché deve coprire tutti i costi fissi. Invece, se uno vuol fare degli investimenti piccoli, non gli conviene fare una SGR da un milione di euro per fare investimenti da 200 mila euro.

Probabilmente un'attenzione a questi aspetti della disciplina del risparmio e del vigilato, ai sensi del TUF n. 58 del 1998, potrebbe essere una strada perché le aziende, quindi l'ecosistema di cui parlavamo dell'essere umano, possano avere gli strumenti giusti per interfacciarsi con il resto del mercato, cioè crescere.

Procedo velocemente con alcuni spunti ulteriori. Questo era il concetto che mi premeva condividere con la Commissione.

Secondo una ricerca dell'Associazione italiana del *private equity* e *venture capital* (AIFI) nel primo semestre del 2015 i cosiddetti «fondi di *early stage*», quelli che investono in queste operazioni di secondo e terzo *round*, hanno effettuato 53 operazioni e hanno investito 20 milioni, con una media di 400 mila euro. Il dato vi dice che le operazioni fatte sono un po' pochine. È curioso che poi, al crescere del taglio del controvalore, ci siano comunque numeri consistenti di operazioni. Ci si aspetterebbe un maggior numero di investimenti nel settore dell'*early stage*.

Gli investimenti in *early stage* sono fatti dagli operatori di *early stage*, cioè fondi specializzati in questo settore, solo per il 36 per cento. Ciò vuol dire che ci sono un sacco di operatori regionali pubblici (23

per cento) che fanno investimenti nell'*early stage*. Il pubblico sa che c'è un problema in questo settore e addirittura supplisce in parte con investimenti nel settore stesso.

Sono veramente pochi quelli che fanno questo tipo di investimenti in Italia, e questo non va bene, perché, se vogliamo arrivare al terzo scalino, non possiamo avere un primo scalino alto 30 centimetri e un terzo scalino alto 1,5 metri senza niente in mezzo; dobbiamo mettere il secondo scalino, per far sì che ci sia una gradualità nell'effettuazione degli investimenti. Come? Lo ripeto: *crowdfunding* oppure fondi con una disciplina un po' più allentata rispetto a quelli che fanno operazioni molto grandi.

Le altre leve che mi permettono di portare all'attenzione di questa Commissione sono varie e spaziano. Ce ne sono alcune a costo zero. Se la richiesta di questa Commissione era quella di proporre delle leve che eliminassero i vincoli normativi, ne ho portate alcune.

Per quanto riguarda l'ampliamento della disciplina *start-up* e PMI innovative, cioè l'ecosistema, possiamo pensare di individuare nuovi codici ATECO da includere nella disciplina *start-up* e PMI innovative, stabilendo che anche chi fa determinate attività, pur non avendo i requisiti della disciplina, può beneficiarne, oppure possiamo pensare a nuove previsioni in senso più estensivo per rientrare all'interno della disciplina *start-up* e PMI innovative.

La seconda leva è veramente molto banale. Il Ministero ha fatto delle belle guide per spiegare che cosa sono le *start-up* e le PMI innovative, però sui siti dell'Agenzia delle entrate, della camera di commercio e dell'INPS non ci sono informazioni precise e dettagliate per fare le proprie valutazioni su cosa si deve fare per cominciare. Si potrebbe pensare a un programma personalizzato, con mezz'ora di spiegazione su come investire in Italia, per gli stranieri che fanno il Visa *start-up*. Anche delle guide sarebbero sufficienti.

Questo è un intervento molto piccolo, ma lo cito per dire che si può spaziare su un'infinità di temi.

Passiamo ora agli adempimenti che rallentano, iniziando dal tema dello spesometro. Anche per poche operazioni bisogna comunque presentare la comunicazione. Con il direttore dell'Agenzia delle entrate — naturalmente non è compito solo di questa Commissione — si può pensare di esonerare alcuni soggetti dalla presentazione dello spesometro. Le comunicazioni semestrali alla camera di commercio non servono a niente; se uno ha i requisiti rimane iscritto, se non li ha più si cancella, senza stare lì ogni sei mesi a fare la comunicazione.

Vengo ora al tema del 770 e della certificazione unica. Ieri, dopo che ho inviato le *slide*, apro il giornale e leggo che Rossella Orlandi dichiara: «Semplifichiamo il 770, perché così dà gli stessi dati della certificazione unica». Se vogliamo fare una semplificazione, visto che il 770 in larga parte riproduce i dati della certificazione unica, si può pensare di trovare una soluzione per evitare l'adempimento.

La *slide* successiva concerne il supporto del ceto bancario, di cui abbiamo parlato, proprio perché si erogano pochi finanziamenti. Si può pensare a una modifica nel calcolo del *solvency ratio*, cioè il patrimonio di vigilanza, facendo pesare di meno i crediti ai piccoli, oppure a un meccanismo *dual income tax*, non nel senso di quello che fu introdotto dal legislatore in passato, ma nel senso di tassare con un'aliquota inferiore gli interessi attivi che provengono da finanziamenti erogati a iniziative innovative. Anziché applicare un'aliquota unica del 27,5 per cento (24 fra un po' di tempo), in deroga, per gli interessi attivi rivenienti da finanziamenti a quel determinato settore si può pensare a un'aliquota d'imposta più bassa. Questo dovrebbe incentivare naturalmente il credito.

Ho già sviscerato il secondo tema, quindi lo salto. Ho citato il fatto che oggi gli strumenti partecipativi possono essere utilizzati solo dalle S.p.A. e dalle *start-up* innovative. Tuttavia ormai lo strumento finanziario partecipativo può essere utiliz-

zato da chiunque, perché è un tema molto semplice da capire; quindi, probabilmente si potrebbe estenderne la disciplina anche alle S.r.l.

Ripeto che si tratta di un pezzo di carta; io te lo do in mano e dico: « Io ti sto pagando con questo; se un giorno faccio utili, li prendi anche tu ». Chiaramente è un meccanismo d'incentivo anche per il dipendente.

Bisogna darsi da fare di più sul tema della monetizzazione dei crediti IVA, perché ancora oggi i tempi per l'incasso dei crediti IVA, soprattutto in fase di *start-up*, sono troppo lunghi.

C'è poi la tematica delle ritenute d'acconto. Oggi chi esegue una prestazione lavorativa, per esempio uno studente universitario che svolge un lavoretto, deve fare una ricevuta come prestazione di lavoro occasionale, ha la ritenuta del 20 per cento, che non si recupera, perché chiaramente fa un lavoretto e, quindi, non ha abbastanza base imponibile per utilizzare quell'importo, e oltretutto deve fare la dichiarazione dei redditi e uscire dallo stato di famiglia se supera i 2.800 euro. Obiettivamente mi sembra una soglia un po' desueta, visto che è ancora basata sul calcolo in lire.

Infine, rispetto al mondo dell'università, occorre provare a interloquire col Ministero dell'istruzione, per cercare di capire come dare degli incentivi alle università perché intervengano in collegamento con il mondo delle imprese, che magari commissiona delle ricerche per farle svolgere ai ragazzi.

Vi ringrazio dell'attenzione.

PRESIDENTE. È stato inappuntabile. Grazie, professore.

Do la parola ai colleghi che intendano intervenire per porre quesiti o formulare osservazioni.

ADRIANA GALGANO. La ringrazio per tutti gli spunti che ci ha dato. Lei ha affermato che è difficile spiegare gli adempimenti agli stranieri e ci ha dato anche delle indicazioni su come semplificarne alcuni. Ci può fare un paragone tra gli

adempimenti medi che hanno gli stranieri e quelli che invece ci sono da noi?

LUCA SCARANI, docente a contratto dell'Università Commerciale Luigi Bocconi. Questa è una domanda complessa, perché effettivamente non ho competenze specifiche in materia di adempimenti che devono affrontare all'estero gli stranieri che vengono a operare in Italia.

Quel che è certo è che sotto il profilo della costituzione delle società — cito il primo esempio che mi viene in mente — all'estero è tutto piuttosto semplice in rapporto alle complessità che bisogna affrontare nel nostro Paese.

Io non sono uno di quelli favorevoli all'ipotesi di dire che il notaio non deve lavorare. Trovo che l'idea, che sta portando avanti il Ministero dello sviluppo economico, d'introdurre uno statuto standard da far firmare digitalmente sia una buona idea, anche se presenterà delle complessità.

In Italia, se devo costituire una società, devo portare una mole di informazioni dal notaio, soprattutto se sono una *start-up* innovativa. Devo iniziare a descrivere le spese di ricerca e sviluppo, il curriculum dei soci e una serie di informazioni. Rispetto al notaio, allo statuto e agli accordi all'estero è tutto molto più semplice e molto più immediato.

Oggi i ragazzi, forse a torto, rispetto all'ecosistema delle *start-up* innovative continuano a credere che andando all'estero ci possa essere molta più semplicità nell'affrontare gli adempimenti che bisogna effettuare.

Io credo che sia in parte così, nel senso che, per esempio, se io nel corso dell'anno ho una fattura da 500 euro con una ritenuta di 100 euro e per questa ritenuta di 100 euro devo fare due comunicazioni fiscali e, quindi, devo pagare chi le fa, mi chiedo: « Caspita, per una cosa così piccola, è necessario sostenere tutte queste spese? »

Pur senza conoscere gli esatti meccanismi con cui all'estero effettuano tutte le dichiarazioni e comunicazioni fiscali, mi sento di dire, ragionando sul mio Paese,

che, se si trovasse una soluzione per ridurre tutti questi adempimenti quando sono di importo modesto o di numero irrilevante, questo potrebbe sicuramente agevolare e far capire che non tutte le cose devono essere burocraticamente pesanti.

L'unico esempio che posso farle è proprio quello del notaio e della costituzione di una società.

MARCO DA VILLA. Ringrazio il professor Scarani per l'esauriente illustrazione. Faccio solo un paio di osservazioni. Lei fa riferimento all'individuazione dei codici ATECO. Io mi permetto di sollevare qualche perplessità: i codici ATECO hanno una funzione statistica e, quindi, non c'è un controllo sull'attribuzione di questi codici, che vengono attribuiti in base alle dichiarazioni dell'attività svolta dalle imprese.

LUCA SCARANI, *docente a contratto dell'Università Commerciale Luigi Bocconi*. Posso iniziare a risponderle su questo punto? Sono perfettamente d'accordo con lei. Tuttavia, il legislatore nel decreto ministeriale del 2014 che ha concesso le agevolazioni fiscali, per prevedere quali settori abbiano diritto alla detrazione incrementata del 27 per cento piuttosto che del 19 per cento, ha indicato dei codici ATECO.

Io mi attengo a quello che fa il legislatore. Pur essendo completamente d'accordo con lei sul fatto che sia meglio pensare nei fatti a individuare per esempio all'interno del bilancio alcuni elementi che mi dicono che, se aggiungo un altro indice, allora posso beneficiare, tuttavia è innegabile che il legislatore abbia utilizzato i codici ATECO ai fini dell'individuazione delle detrazioni e, quindi, mi è sembrato comunque opportuno menzionarlo. Detto ciò, ribadisco che trovo l'osservazione assolutamente pertinente e sono d'accordo.

MARCO DA VILLA. Una seconda osservazione riguarda il coordinamento tra gli enti pubblici. Mi chiedo se non sia il caso di riflettere sulla possibilità di individuare degli enti o un ente *pivot* tra i vari

che abbia le funzioni di quello che in un ente pubblico è l'ufficio relazioni col pubblico (URP), ovvero un ente di prima istanza che si interfaccia con i vari soggetti pubblici.

LUCA SCARANI, *docente a contratto dell'Università Commerciale Luigi Bocconi*. Mi fa piacere di essere riuscito a veicolare il mio messaggio, seppur brevemente. Questa sarebbe assolutamente la migliore delle soluzioni che io ho in mente. Nella *slide* 14 io faccio riferimento a guide o servizi di consulenza base. Chiaramente la *slide* è sintetica, però sono d'accordo sull'idea di avere un soggetto che dia almeno le linee generali e principali sull'avvio delle attività di impresa.

Io trovo che oggi questo ruolo, che credo un tempo competesse alla camera di commercio, che si chiama così non a caso, sia venuto un po' meno, in quanto ormai le camere di commercio sono diventate più che altro gestori di procedure *on line*. Da un lato questo è un bene, perché non bisogna andare fisicamente lì, però dall'altro manca un po' questo ruolo, che potrebbe essere rivestito dalle camere di commercio, all'interno delle quali si potrebbero individuare degli altri enti che facciano un minimo di consulenza. Sono assolutamente d'accordo con questa idea.

PRESIDENTE. Ringrazio il professor Scarani.

Autorizzo la pubblicazione in calce al resoconto stenografico della seduta odierna della documentazione consegnata dal professor Scarani (*vedi allegato 2*).

Dichiaro conclusa l'audizione.

La seduta, sospesa alle 10.25, è ripresa alle 10.30.

Audizione di rappresentanti dell'Osservatorio Smart Manufacturing del Politecnico di Milano.

PRESIDENTE. L'ordine del giorno reca, nell'ambito dell'indagine conoscitiva su

«Industria 4.0»: quale modello applicare al tessuto industriale italiano. Strumenti per favorire la digitalizzazione delle filiere industriali nazionali, l'audizione di rappresentanti dell'Osservatorio Smart manufacturing del Politecnico di Milano.

Ringrazio il professor Marco Macchi e il professor Giovanni Miragliotta, direttori dell'Osservatorio *Smart Manufacturing della School of management* del Politecnico di Milano.

Do la parola al dottor Marco Macchi.

MARCO MACCHI, *direttore dell'Osservatorio Smart Manufacturing della School of management del Politecnico di Milano*. Io sono Marco Macchi, docente di *Industrial technologies* e *Manufacturing System Planning* alla laurea magistrale di *engineering management*.

Lascio la parola al collega per presentarsi.

GIOVANNI MIRAGLIOTTA, *direttore dell'Osservatorio Smart Manufacturing della School of management del Politecnico di Milano*. Sono Giovanni Miragliotta, docente di *advanced planning* al Politecnico di Milano.

MARCO MACCHI, *direttore dell'Osservatorio Smart Manufacturing della School of management del Politecnico di Milano*. Noi oggi portiamo una testimonianza che riporta le esperienze che stiamo facendo all'interno dell'Osservatorio *smart manufacturing*. È un'esperienza che stiamo facendo da un paio d'anni, nel senso che siamo al secondo anno della ricerca.

In realtà, vorrei dare prima un elemento di contestualizzazione sulle attività nel *manufacturing* che facciamo come Politecnico di Milano. In tal senso, vi mostrerò rapidamente i primi lucidi che sono orientati a questo, almeno per darvi un'idea.

Il Politecnico di Milano è classificato come scuola di ingegneria e tecnologie ad alto valore a livello mondiale. All'interno di questo, siamo organizzati in dipartimenti. I dipartimenti che si occupano di

manufacturing sono indicati nel materiale che vi abbiamo dato. Noi siamo il Dipartimento di ingegneria gestionale, all'interno del quale abbiamo una anima di ingegneria industriale forte. Quest'anima è tanto forte che, come vedete dai lucidi successivi, abbiamo una presenza nel *manufacturing* in di circa 50 persone. Tale presenza è stimata per anno ed è fatta di strutturati, professori ordinari associati, ricercatori e una serie di collaboratori a vari livelli. Questo ci porta ad avere una capacità di sviluppo, nella ricerca, su canali diversi.

Direi che il più importante, visti i numeri che trovate nella stampa, è quello europeo (Horizon 2020). Di dimensioni diverse sono quelli altrettanto importanti a livello nazionale o regionale, soprattutto in relazione ai finanziamenti di aziende private perché crediamo molto in questo rapporto tra azienda e impresa.

Crederci vuol dire anche collaborare in vari momenti associativi. Credo che, tra le associazioni riportate nei lucidi che avete, sia da citare quella dell'EFFRA (*European Factories of the Future Research Association*). Si tratta di un'associazione, a livello europeo, che di fatto implementa la logica della *partnership* di pubblico e privato e del cui *board* siamo membri. L'EFFRA stabilisce le *road map* delle *factories of the future* a livello multiennale e strategico. In tal senso, mi sembra il momento associativo da citare più importante.

Lascio la parola al collega Miragliotta che vi farà un *excursus*, partendo dall'*executive summary*, per poi approfondire la tematica.

Il mio collega passerà di nuovo, in conclusione, la parola a me che vi descriverò quello che vediamo, in termini di sintesi, come opportunità e eventuali ostacoli nonché le azioni che ci sentiamo di suggerire sulla base della nostra esperienza.

Naturalmente, vi riportiamo i risultati di Smart manufacturing, accennando anche alle attività che facciamo in altri ambiti.

GIOVANNI MIRAGLIOTTA, *direttore dell'Osservatorio Smart Manufacturing della School of management del Politecnico di Milano*. Nell'*executive summary*, abbiamo provato a sintetizzare quelle che pensavamo fossero le richieste della vostra audizione. In particolar modo, secondo il nostro punto di partenza l'Italia è per caratteristiche un Paese industriale, a fronte del fatto che nello scenario corrente l'industria sta cambiando potentemente. Uno dei cambiamenti più forti e che avrà più impatto nell'immediato è quello della digitalizzazione dell'industria.

La nostra industria ha perso competitività negli ultimi anni in maniera maggiore rispetto alle posizioni legate ai grandi Paesi con cui ci confrontiamo. Pertanto, cogliere bene la trasformazione digitale dell'industria che ruota attorno alle espressioni di *Smart manufacturing*, di « Industria 4.0 » eccetera, a nostro avviso, rappresenta una necessità strategica per il nostro Paese.

In merito, possiamo dire che la trasformazione digitale si basa su due importanti livelli. Il primo che noi chiamiamo « livello di base » e che è la spina dorsale su cui le imprese devono costruire la loro trasformazione è ancora purtroppo non particolarmente diffuso nelle imprese italiane, soprattutto nelle imprese medio-piccole. Sopra questa soluzione di base si innestano delle nuove tecnologie che hanno una capacità potentemente acceleratrice rispetto a quella che è fondamentalmente la fusione tra mondo digitale e mondo fisico e quindi l'abilitazione di nuovi modi di lavorare e di produrre.

Il quadro delle tecnologie e del loro impatto sui processi è sufficientemente chiaro, almeno nel breve termine. Pertanto, quello che c'è da fare e quello che potrebbe accadere, dal punto di vista della comprensione dello scenario, è — lasciatemelo dire — un tema sufficientemente ben inquadrato.

La prima evidenza delle nostre ricerche ci dice che l'Italia sta sperimentando una sorta di nuovo *digital divide* — questa volta, però, di tipo industriale e manifatturiero — in larga parte dovuto al fatto che il tessuto

imprenditoriale italiano non ha risorse, cultura e competenze per cogliere intelligentemente queste opportunità, come sta accadendo all'estero. Molti altri Paesi, sia con una finalità di *marketing* sia con una finalità fattuale, hanno sviluppato, come sapete, programmi ben disegnati.

A nostro avviso lo scenario non è favorevole e c'è bisogno di agire con decisione lungo tre direzioni che abbiamo qui sintetizzato.

La prima è quella che chiamiamo « *digital agenda for digital industry* », cioè rileggere le necessità del comparto industriale nei programmi di digitalizzazione del Paese in modo nettissimo.

La seconda è quella che chiamiamo « *awareness of digital industry* ». Si tratta di promuovere azioni di sensibilizzazione e trasferimento tecnologico e soprattutto di coordinamento con quello che l'Europa sta già facendo perché non possiamo in qualche modo assumere delle posizioni divergenti rispetto al piano, per esempio, dell'EFFRA.

Infine, dobbiamo dare una serie di supporti tangibili al piano di implementazione con le azioni qui elencate che troverete meglio giustificate nei documenti e che Marco riprenderà.

A nostro avviso, più che non sul « cosa fare » e sul « perché farlo » che sono temi ben compiuti, l'enfasi deve essere posta sul « come farlo », il che significa: incisività, rapidità e adattamento al contesto italiano.

Voglio citare solo uno dei punti. In tutti i programmi che potreste leggere all'estero, notereste che è impressionante la presenza dei grandi campioni *software vendor* nazionali perché tutte le grandi manifatture (americana, francese e tedesca), neanche a dirlo, hanno dei *software vendor* importanti nazionali.

Oggi, come sappiamo, viviamo nel mondo del *software*. L'Italia non ha un attore di questo tipo, quindi, quando dico « intendiamo saper rileggere alla luce delle caratteristiche il nostro ecosistema », voglio dire che quello che l'Italia deve fare è,

per esempio, tener conto che noi partiamo da questa posizione, ma non per questo non dobbiamo saper competere.

Nel resto del materiale, troverete elencato tutto quello che c'è da sapere in termini di indicatori chiari della trasformazione. Abbiamo messo, in maniera iconografica, alcuni aspetti relativi all'evoluzione del *manufacturing* e la nostra definizione di *smart manufacturing* poiché lì si concentra l'attenzione dal punto di vista della trasformazione digitale.

Purtroppo, le *slide* non sono numerate, per cui vi preciso che sto facendo riferimento a quella *slide* che si chiama « definizione ».

Tra le più importanti e che in qualche modo vi voglio lasciare, c'è quella in cui è rappresentato un *iceberg* al centro per far comprendere che, appunto, la rivoluzione digitale della manifattura non si fa dalla cima, ma dalla base, cioè da una serie di soluzioni di digitalizzazione che le imprese devono aver già acquisito e che, invece, la nostra ricerca mostra come siano — ahimè! — drammaticamente assenti, soprattutto se si parla del comparto della piccola e media impresa.

C'è una mappa a forma di matrice in cui, come vi dicevo, tecnologia per tecnologia ci fa capire come, tutto sommato, nella letteratura, nella pratica, nei casi internazionali, nelle misure e negli studi di impatto a livello europeo, sia sufficientemente chiaro che queste tecnologie renderanno più competitive le aziende nell'eseguire, nel pianificare, nel competere e nello sviluppare il prodotto e nel fare il grande salto che è quello che ci interessa, cioè mettere le nostre imprese manifatturiere e industriali nella condizione di non limitarsi a vendere il prodotto, ma di capire che la frattura fra prodotto e processo deve essere completamente superata.

Cedo la parola al collega Marco Macchi.

MARCO MACCHI, *direttore dell'Osservatorio Smart Manufacturing della School of management del Politecnico di Milano*. Vorrei riprendere le tematiche di debolezza che vediamo nella ricerca dell'Os-

servatorio, anzi di diversi osservatori (Smart manufacturing, Gestione collaborativa dello sviluppo prodotto e Tecnologie e servizi per la manutenzione) che rappresentiamo e che coprono i vari aspetti della produzione in senso ampio.

Ci sono evidenze — non le commenterò tutte perché si possono leggere — sulle mancanze, anche delle soluzioni tradizionali.

Meno di un'azienda su due è digitalizzata nello sviluppo nuovo prodotto, il che vuol dire che ci sono ovviamente delle inefficienze, da un lato, ma anche delle incapacità di cogliere le opportunità di sviluppo nuovo prodotto che possono nascere dai mercati.

Vi cito a titolo di campione un altro esempio che, anche se è specialistico, diventa importante ed è quello della manutenzione su condizione che usa le misure e l'*intelligence* delle macchine stesse. Questo è vuol dire essere *smart*.

Naturalmente essere *smart* richiede una costruzione di macchine che si dotino di opportuni dispositivi, ma anche la capacità degli operatori di portarle sul campo.

In quest'ambito, siamo molto deboli. Ci sono delle debolezze sulle soluzioni di base che poi ovviamente, pensando al modello dell'*iceberg*, si riverberano nella possibilità di sviluppare la digitalizzazione del *manufacturing*.

Passerei agli ultimi due lucidi che commenterò in vari punti, soprattutto quelli delle opportunità, cercando di focalizzare, per questioni di tempo, anche altri punti riguardanti gli ostacoli.

Noi pensiamo, in base alla rilettura dei vari dati, che ci siano degli elementi che ci consentano di guadagnare un valore dalla digitalizzazione, se guidati opportunamente.

In primo luogo, lo dico perché magari ci sono dei settori cui dare più importanza per la competitività del nostro sistema-Paese oltre che per potenziare l'applicativo delle nuove tecnologie. Nei documenti, questi settori sono citati.

Peraltro, manca ancora — lo citava già il mio collega — la trasformazione da

industria processo-centrica che produce un prodotto verso un'industria prodotto-centrica che offra un prodotto con una sua *intelligence* che sia digitalizzato.

Questo passaggio è piuttosto importante perché offre nuove opportunità soprattutto di cogliere nuovi modelli di *business*, cioè essere capaci di imprenditorialità attraverso le nuove tecnologie, quindi è un cambiamento piuttosto epocale.

Si possono citare anche i vantaggi di produttività o di consumo di risorse e i costi energetici, combinando il *digital* con la visione di sostenibilità della fabbrica. Questo è un tema importante che, come dimostrano alcuni studi che abbiamo raccolto, può avere potenziali anche rilevanti.

Inoltre, in termini di produttività la gestione dello stabilimento può giovare di tutto quello sviluppo che non si basa solo sulla fisicità del macchinario e dell'impianto, ma anche sulla sua rappresentazione *cyber*. Si tratta di un mondo più modellistico che sicuramente, visto lo sviluppo attuale, porterà, anche grazie alla digitalizzazione, a un connubio importante per la produttività.

In merito al tema del far crescere le aziende, abbia inserito alcuni dati provenienti dalle nostre fonti.

Abbiamo stimato la presenza di 1.000 aziende italiane, con più di 50 dipendenti, fornitrici di soluzioni per la digitalizzazione dell'industria, quindi 50.000 unità, come comparto di impiegati.

Questo comparto può soffrire della lentezza o degli ostacoli che affronta chi ha bisogno di soluzioni di digitalizzazione, quindi il voler aiutare il comparto a crescere nasce anche dal traino della domanda di queste soluzioni.

Ancora più negativa è la nostra stima in termini di *start-up* di soluzioni di *digital manufacturing* che raccolgono un finanziamento sostanzialmente ridotto.

Procedendo con le criticità che possono ostacolare lo sviluppo, direi che una è stata già citata dal collega ed è il rischio crescente di divario tra piccole e grandi imprese. Il *digital divide*, se vogliamo mitigare il rischio, forse richiede delle azioni,

a nostro parere, opportune appunto per ridurlo al minimo. Inoltre, citerei l'importanza delle infrastrutture di comunicazione a banda ultralarga non adeguate. L'agenda digitale può essere un'opportunità interpretata rispetto alle esigenze degli insediamenti produttivi ed è un elemento fondante che, altrimenti, ostacolerebbe lo sviluppo del *digital manufacturing*. Lo dico perché il *digital* si fonda su interconnessioni e quant'altro.

Passerei direttamente a una considerazione sul confronto con altri Paesi che più che altro è un'anagrafica delle varie iniziative che ci sono — alcune, come « Industria 4.0 », molto più note di altre al pubblico — e che, di fatto, è anche un'azione di *marketing*.

Ci sono alcune soluzioni che dobbiamo cercare di riportare, a nostro parere, nel nostro Paese, d'accordo con quanto già diceva il collega, cioè tenuto conto del nostro tessuto industriale.

Vorrei riprendere le tre direzioni di lavoro, già commentate dal collega, per focalizzare l'attenzione su alcuni punti.

Per noi, i primi due punti rappresentano un fattore abilitante per superare degli ostacoli. La « *digital agenda for digital industry* » che porta reti a banda larga, *security* eccetera aiuta a superare gli ostacoli che ho citato prima, quindi ci permette di evitare di non poter investire in nuove opportunità.

Lo stesso potrei dire riguardo la sensibilizzazione. In merito, si richiede un forte impegno sia di attività di sensibilizzazione che di formazione delle diverse aziende che possano essere lente nell'acquisire nuove risorse solo per diffidenza o per la mancanza di chiarezza delle potenzialità. A noi le potenzialità sono chiare. Come dicevamo prima, cosa fare e perché farlo è chiaro. Per quanto riguarda il « come fare », un modo può essere quello di sensibilizzare le aziende.

Vorrei citare, facendo un paragone con la Germania, un esempio piuttosto interessante, anche se è fatto nel tessuto tedesco.

Si tratta di una fabbrica dimostratore, cioè una *smart factory*, già installata, che

è stata costruita attraverso un'unione di sforzi tra grandi *vendor* (Siemens, Porsche eccetera) e alcune università. Questa iniziativa ci porta tangibilmente un'evidenza di una *smart factory*, cioè di un dimostratore che rappresenta un modo per fare trasferimento tecnologico. Certo, i modi possono essere tanti, ma questo è un esempio.

Sull'implementazione, vorrei dire che sono necessari investimenti che favoriscano l'inserimento di nuove soluzioni. Si tratta di meccanismi noti che, però, vanno applicati all'Agenda digitale del *manufacturing*.

Io ho concluso e sono a disposizione per le domande.

PRESIDENTE. Do la parola ai colleghi che intendano intervenire per porre quesiti o formulare osservazioni.

ADRIANA GALGANO. Grazie per la relazione. Io ho due domande da porre.

Avete segnalato che, con queste nuove tecnologie, ci può essere una riduzione dei costi dell'energia pari al 40 per cento. In merito, vorrei sapere se avete delle previsioni su ciò che accade all'occupazione di un'azienda che adotta queste nuove tecnologie.

La seconda domanda è: quali sono i settori più a rischio in Italia rispetto alla mancata adozione di queste tecnologie e dove sarebbe necessario assolutamente adottarle rispetto a quello che sta succedendo negli altri Paesi?

GIOVANNI MIRAGLIOTTA, direttore dell'Osservatorio Smart Manufacturing della School of management del Politecnico di Milano. Rispondo alla domanda della variabile dell'impatto sul lavoro perché me ne sono occupato, anche facendo ricerca.

In merito, non c'è nessuna evidenza tangibile, anche se esiste una storia che ci dice che ogni rivoluzione industriale tendenzialmente migliora in media o trova nuovi equilibri nel comparto lavoro, creazione di ricchezza e redistribuzione. Certo, si può trattare anche di un processo lungo e doloroso, ma questo è quello che ci dice la storia.

Inoltre, esistono diverse evidenze empiriche, già strutturate su specifici Paesi, che mostrano come il saldo occupazionale nel medio termine potrebbe essere complessivamente o positivo o tendenzialmente nullo. Esistono, infatti, molte altre aree della natura del lavoro umano dove fondamentalmente recuperare produttività del lavoro genererebbe semplicemente capacità di servire nuovi bisogni.

Certo, tutto ciò è valido nel medio termine, ma questo non significa che nell'immediato, anche per via di alcuni meccanismi che ora magari proverò ad accennare, non ci siano soluzioni di più forte sofferenza.

In particolar modo, i meccanismi sono legati al fatto che le imprese hanno una struttura di incentivi molto forte, volta in qualche modo a liberarsi — lasciatemelo dire — delle risorse meno produttive, mentre non è altrettanto forte, veloce e incisivo tutto quello che un sistema industriale o un sistema pubblico può mettere a disposizione per riconvertire queste competenze.

Il *gap* di competenze che si crea è bruschissimo e velocissimo. Noi abbiamo fatto diversi calcoli, individuando dei segmenti di porzione.

Per esempio, coloro che in un'azienda si occupano di logistica interna, verranno, in circa dieci anni, ragionevolmente, quantomeno, fortemente assistiti dalla nuova automazione. Inoltre, il tipo di competenze con cui queste persone dovrebbero ripresentarsi sul mercato del lavoro è molto più elevato rispetto alle competenze che hanno adesso, come il saper guidare un muletto. Spero che questo esempio sia chiaro.

C'è la necessità di individuare le figure in qualche modo più a rischio rispetto alle *capability* delle nuove tecnologie e di immaginare, su quelle, un percorso di formazione e di recupero che sia mirato, graduale e intelligente. Questo è il lato oscuro della forza.

Io stesso, se mi permette una parentesi personale, ho portato mio figlio, chiedendo il permesso a un'azienda con cui ho lavorato, a vedere una fabbrica dove si

svolgono dei lavori che non sono scontento che, tutto sommato, mio figlio non possa neanche aspirare a fare, quindi questo è il resto dell'aspetto, cioè il lato oscuro della forza, che, però, i Paesi dovranno gestire.

In merito, c'è uno studio di BCG sulla Germania che dice che il saldo sarà positivo. È chiaro che la Germania si è mossa da tempo e bene in questo percorso, per cui, se una nazione non si muove, il salto ragionevolmente sarà negativo.

CHIARA SCUVERA. A me è noto il fenomeno della desertificazione industriale che ha riguardato il sud, quindi il divario tra nord e sud anche sulla manifattura. Mi sembra che il tema sia quello di governare «Industria 4.0», per cui vi chiedo se ritenete che il buon governo del processo, quindi una strategia italiana, possa contribuire a ridurre questo divario tra nord e sud. Inoltre, vorrei sapere se, da vostro punto di vista, «Manifattura digitale» e «Industria 4.0» stanno riguardando solo il nord, quindi se il trasferimento tecnologico sta riguardando solo il nord, oppure si stanno diffondendo anche al sud.

MARCO MACCHI, *direttore dell'Osservatorio Smart Manufacturing della School of management del Politecnico di Milano*. Per quanto riguarda la *governance*, tra quelle suggerite abbiamo definito le azioni che sostanzialmente possono essere di beneficio, indipendentemente dalla regione, perché sono governate a livello centrale, come la *digital agenda*.

Inoltre, promuovere la sensibilizzazione alla formazione è un elemento chiave per diffondere la conoscenza delle nuove tecnologie e favorirne anche l'impiego in diverse regioni italiane.

Per quanto riguarda il fatto che le nostre evidenze ci permettano di concludere che c'è un divario o meno, le rispondo e poi magari lascio il completamento della risposta al collega Miragliotta.

Direi che la nostra ricerca si è focalizzata su dei casi di studio orientati a un obiettivo: capire cosa si può fare e qual è l'impatto. Noi non avevamo un obiettivo di

natura di distribuzione sul territorio, per cui probabilmente abbiamo una statistica che è ancora limitata, in quanto guidata da un altro obiettivo di studio. Io sinceramente non mi sento di rispondere sulla seconda parte per via della base statistica che abbiamo.

GIOVANNI MIRAGLIOTTA, *direttore dell'Osservatorio Smart Manufacturing della School of management del Politecnico di Milano*. Io faccio solo un commento.

Ogni rivoluzione può potenzialmente mettere fuori mercato i vecchi *leader* e crearne di nuovi. Basta vedere cosa sta succedendo nel mondo dell'automobile, dove è arrivata la necessità della mobilità elettrica. Naturalmente, progettare un'auto elettrica è drammaticamente più facile che non progettare un'auto con motore termico. In questo nuovo mercato, un'azienda che finora ha fatto pagamenti elettronici sta diventando il miglior *player*.

Pertanto, il sud Italia ha una serie di opportunità che, col vecchio modo di rimanere nell'industria, potranno essere colte. Questa è la buona notizia. La cattiva notizia è che il sud non le potrà cogliere per *policy*, ma perché si apre uno spazio competitivo nuovo, quindi grazie a infrastrutture, a competenze di base, a condizioni favorevoli e alla buona fortuna.

Nel nord Italia, la nostra ricerca ha, giocoforza, analizzato di più, dovendo creare un campione di 3 mila aziende. Basta vedere i CAP in cui sono queste aziende; girando per esempio la Lombardia, ne trovo 700. Io ho molti tirocinanti che vengono dalla Puglia o dalla Sicilia eccetera che, se riescono a trovarne due o tre nel loro CAP, hanno già fatto hanno bingo. Come dicevo, è giocoforza il fatto che il tessuto industriale oggi sia principalmente nel nord, ma questo non significa che non si possa creare un ecosistema industriale altrove, anche perché chi fa il prodotto fa un piccolo pezzo della nuova catena del valore industriale. Il grosso pezzo è legato, invece, ai servizi che mettono sopra e che posso mettere dovunque con il *cloud*, con delle *intelligence* e con delle buone competenze.

LORENZO BASSO. Sarò breve, visto che non c'è più tempo, anche se mi farebbe piacere approfondire il tema sul saldo occupazionale. Anche gli storici ci dicono che c'è stato un dibattito non breve su questo tema. Sicuramente gli Stati con l'introduzione degli orari di lavoro o con l'introduzione del *welfare state* hanno mitigato e hanno reso possibile anche questo saldo positivo che, altrimenti, non sarebbe stato tale. In effetti, c'è probabilmente un discorso che sarebbe bello approfondire, ma non ne abbiamo il tempo.

Mi ha molto stimolato l'infografica che ci avete fornito con i vari programmi internazionali. Un vostro collega, nella prima audizione, accennava al fatto che, più che pensare a una via italiana per un programma che riguardi le piccole e medie imprese italiane con le loro specificità di dimensionamento molto basso, si debba andare verso politiche per una crescita del dimensionamento, in modo da dare una prospettiva anche di implementazione della manifattura intelligente rispetto a queste imprese.

A riguardo, vorrei sapere se condividete il fatto che ci sia una precondizione di crescita dimensionale, prima di poter avviare un aumento dell'introduzione dello *smart manufacturing*.

In secondo luogo, vorrei sapere quali programmi esteri che voi avete studiato si possano non tanto adattare, perché ogni Paese fa storia a sé, quanto essere più vicini e meritare anche da parte di questa Commissione un approfondimento.

In particolare, visto che l'avete inserito, vorrei chiedervi se avete maggiori informazioni sul programma che riguarda il Giappone che ha tante diversità ma pure tante similitudini dal punto di vista della nervatura industriale. Inoltre, vi chiedo se poteste anche fornire per via informale alla Commissione maggiori dettagli, anche in un secondo tempo, su programmi internazionali che ritenete possano essere utili. Lo dico perché quello tedesco e quello americano sono molto più conosciuti, ma gli altri che vedo qui citati magari hanno anche una minor rilevanza

mediatica e quindi sono stati meno oggetto di studio e di approfondimento. Grazie.

GIOVANNI MIRAGLIOTTA, *direttore dell'Osservatorio Smart Manufacturing della School of management del Politecnico di Milano*. Per quanto riguarda la seconda domanda, vi manderemo qualche approfondimento e i testi che sono pubblici.

In merito alla sua prima domanda, anzi alla prima parte di quella domanda, le rispondo di sì perché la crescita è una precondizione. Tanto è vero che abbiamo scritto che è quella di favorire, nelle azioni di implementazione, quanto può servire a far crescere in media la dimensione dell'impresa italiana. Questo è evidente. D'altronde, ogni statistica, come qualsiasi *database*, mostra che la produttività è correlata alla dimensione media del soggetto, per cui ne dobbiamo parlare.

Per rispondere alla seconda parte della domanda, le dico che dipende da quanto tempo impieghiamo a far crescere la dimensione media delle imprese, cioè, conoscendo la cultura dell'imprenditore italiano, in quanto tempo riusciamo a far sì che un fornitore e un altro smettano anche di litigare e capiscano che l'unione fa la forza.

Potrei darle la risposta, guardando quanto tempo abbiamo impiegato nel nostro dipartimento per creare dei gruppi ampi. C'è stato bisogno di un trasloco, durante il quale, approfittando della costituzione di un nuovo dipartimento, non ci siamo disposti per piani; da lì in poi, le collaborazioni si sono moltiplicate. La risposta alla seconda parte la domanda, cioè se abbiamo tempo, è «ni» o addirittura «no». Certo, qualcosa va fatto adesso, con questo tessuto, e non possiamo aspettare che fra cinque, sei o sette anni ci siano i processi di consolidamento, perché, nel frattempo, le imprese non vendono, non hanno i prezzi per essere competitive e non sono su *internet*.

MARCO MACCHI, *direttore dell'Osservatorio Smart Manufacturing della School of management del Politecnico di Milano*. Magari faccio solo un commento. Tra gli

ostacoli, c'è sicuramente la diffidenza rispetto a temi nuovi, come il *cloud*, la *security* e la *privacy*, che aprono a un mondo che può essere osservato dall'esterno. Sicuramente è una cosa che sentiamo fortemente in Italia e non è la stessa cosa magari in altri contesti produttivi; da qui l'importanza della sensibilizzazione.

PRESIDENTE. Questo è anche un dato culturale.

GIOVANNI MIRAGLIOTTA, *direttore dell'Osservatorio Smart Manufacturing della School of management del Politecnico di Milano*. Siamo molto d'accordo sulla crescita dimensionale media. Noi siamo dei gruppi, come ricercatori, diventati rilevanti a livello internazionale, quando abbiamo smesso di essere due o tre. Lo dico perché, quando si arriva a 50, 60 o 70, hai la scala per fare ricerca bene e in modo produttivo e per raccogliere finanziamenti, quindi bisogna lasciare la porta aperta. Se occorrono dieci anni, nel frattempo che facciamo? Con queste imprese, con la loro cultura e loro maturità, bisogna mettere in piedi gli incentivi con i nostri fornitori di tecnologia, ovvero con tanti piccoli invece che con uno colossale (Dassault in Francia, SAP in Germania, Oracle IBM negli Stati Uniti).

Ecco, con i nostri cosa facciamo? Queste sono le risposte.

PRESIDENTE. Consideriamo chiusa l'audizione, che è stata davvero molto interessante. Ringraziamo i professori, con i quali resteremo in contatto nel prosieguo del nostro lavoro.

Autorizzo la pubblicazione della documentazione consegnata in calce al resoconto stenografico della seduta odierna (*vedi allegato 3*).

Dichiaro conclusa l'audizione.

La seduta, sospesa alle 11.05, è ripresa alle 11.10.

Audizione del prof. Luca Beltrametti dell'Università degli studi di Genova.

PRESIDENTE. L'ordine del giorno reca, nell'ambito dell'indagine conoscitiva su « Industria 4.0 »: quale modello applicare al tessuto industriale italiano. Strumenti per favorire la digitalizzazione delle filiere industriali nazionali, l'audizione del Prof. Luca Beltrametti dell'Università degli studi di Genova.

Do subito la parola al professore Beltrametti.

LUCA BELTRAMETTI, *ordinario dell'Università degli studi di Genova*. Non sono un ingegnere, ma un economista. Non ho competenze tecnologiche, quindi vi porto un punto di vista leggermente diverso.

Attualmente sono direttore del Dipartimento di economia dell'Università di Genova, membro di una *task force* su Industria 4.0 di Federmeccanica e da qualche giorno di un *advisory board* di Assolombarda sempre su questo tema.

Vi ho portato un piccolo capitolo che ho scritto per « Scenari industriali », un documento che il Centro studi Confindustria pubblica periodicamente.

Non vi farei la storia delle quattro rivoluzioni industriali, che forse avete già sentito in abbondanza, quindi andrei dritto sul punto, sintetizzandovi le idee che mi sono fatto.

Come sappiamo, questa rivoluzione — se di rivoluzione si tratta — è scatenata dal fatto che, a differenza della prima rivoluzione digitale, a guidare la rivoluzione non è il prezzo dei *chip* o la potenza dei computer, ma un qualcosa di più orizzontale che ha a che fare con la disponibilità di sensori sempre più piccoli, che consumano sempre meno energia e sempre meno costosi, i quali grazie a un internet più o meno ubiqua possono, appunto, determinare delle rivoluzioni.

Vi anticipo che la mia opinione è che è ancora troppo presto per capire se è

veramente una rivoluzione di portata epocale. Al di là della retorica, la mia sensazione è che sia troppo presto. Tuttavia, sono altrettanto convinto che si tratti di un fenomeno estremamente interessante.

A mio avviso ci sono tre aspetti interessanti in questa rivoluzione.

Il primo è che è possibile prendere decisioni migliori. Con questo intendo che la disponibilità di masse enormi di dati in tempo reale fa sì che negli ambiti più diversi della vita economica e anche sociale si possono prendere — se uno vuole essere ottimista, ma credo che sia molto ragionevole esserlo — decisioni migliori.

Faccio degli esempi banali (se ho un pregio è che, non essendo ingegnere, ho una comprensione ridotta della tecnologia, per cui mi sono sforzato di avere un'intuizione più economica).

Se ho un terreno agricolo ho la possibilità di avere dei sensori che mi dicono, nei vari punti, qual è il livello di umidità o di concentrazione di certi nutrienti, quindi posso irrigare selettivamente, ovvero usare la risorsa acqua, che è scarsa, in modo più efficiente. In pratica, posso ottenere lo stesso risultato sprestando meno.

Lo posso fare, però, in maniera ancora più sofisticata perché posso avere una centralina che va su internet e in automatico controlla la probabilità che domani o nei prossimi giorni piova su questo terreno, quindi prende la decisione di irrigare, ed eventualmente anche quale porzione di terreno, in base ai dati che arrivano dal terreno stesso e dalla rete. Ecco, questo è un esempio banale, ma ci aiuta a cogliere il senso.

Faccio un altro esempio molto semplice. Se collego un distributore di bibite o merendine alla rete, da remoto posso sapere di ogni distributore che sto gestendo se pieno, se è vuoto, cosa manca e quant'altro, quindi posso riorganizzare la logistica dei miei uomini che vanno a rifornirlo con i furgoncini.

Voi mi direte che non è una rivoluzione epocale, se la guardiamo solo da questo versante. Tuttavia, questo è un esempio

che ci dice che possiamo usare le risorse economiche (come il tempo degli operatori sul territorio) in modo più efficace.

Un altro esempio è la raccolta dei rifiuti. Anche qui, posso sapere in tempo reale quali contenitori dei rifiuti sono pieni e quali no e ottimizzare l'uso delle risorse.

Tutti avete sentito parlare dell'automobile elettrica Tesla. Nei circoli più attenti è stato molto pubblicizzato il fatto che Tesla non produce solo automobili, ma ha venduto una grande batteria delle dimensioni di un calorifero che si mette in casa.

La vicenda tra gli addetti ai lavori ha ricevuto molta attenzione perché è l'anello mancante di un modello di produzione di energia diffuso sul territorio, per cui possiamo immaginare di avere i pannelli solari sul tetto e decidere in tempo reale cosa fare dell'energia che si sta producendo. Possiamo destinarla ad alimentare i consumi correnti, utilizzarla per caricare la batteria e poi usarla di notte per fare una doccia oppure venderla sul mercato. Ecco, è una decisione che può essere presa in modo decentrato e anche automatico da una centralina mentre stiamo facendo tutt'altro.

Pertanto, possiamo immaginare un algoritmo di intelligenza artificiale che operi sulla base del prezzo dall'energia elettrica o delle previsioni meteo che dicono con quale probabilità ci sarà il sole nei giorni successivi, quindi si potrà produrre energia.

Addirittura, c'è chi si spinge a dire, sulla base di algoritmi che cercano di capire gli stili di vita (sanno se il giovedì una persona stira il bucato o meno, quindi se consuma energia; ovviamente qui ci sono anche aspetti di intrusione nella *privacy*), possiamo utilizzare la risorsa energia in modo più efficiente, quindi spreccarne meno per farle percorrere chilometri e chilometri lungo i cavi.

Di nuovo, questi esempi ci dicono che sono tecnologie per certi aspetti anche molto amiche dell'ambiente, almeno potenzialmente, nella misura in cui permet-

tono non solo di aumentare le l'efficienza economica, ma anche di ridurre l'impatto ambientale.

Se passiamo al tema della manifattura, c'è la questione delle manutenzioni, che banalmente si possono fare in tre modi. In primo luogo, quando un pezzo si rompe si può aggiustare, ma a quel punto si ha un danno organizzativo e logistico, senza contare che ci possono anche essere scappati dei morti, se è un aeroplano; in secondo luogo, si può fare una manutenzione programmata, ovvero dopo un certo numero di ore di uso il pezzo si cambia, a prescindere da altre considerazioni; infine, si può fare una manutenzione predittiva, cioè avere un algoritmo che, sulla base di dati, decide se un certo pezzo è da cambiare o meno.

Si può, quindi, avere un motore pieno di sensori, che comunicano in tempo reale delle informazioni (temperatura, vibrazioni e così via) e un algoritmo che da remoto ci dice che quando la temperatura di un certo componente supera una certa soglia o quando una certa vibrazione supera un certo livello quel pezzo va cambiato entro quattro ore o entro due giorni.

In sostanza, può cambiare completamente il modo di fare le manutenzioni, che possono, appunto, diventare predittive.

Inoltre, è possibile fare anche delle manutenzioni senza mandare una persona specializzata sul posto perché da remoto è possibile addestrare *just in time* del personale locale che magari non è superspecializzato per quella funzione, ma che guidato da remoto la può fare.

Poi c'è il tema ancora più fantascientifico (ma neanche tanto) di uno stabilimento produttivo in cui il prodotto dialoga con la macchina che lo produce.

Sul suo sito c'è un video molto interessante di Bosch (che, peraltro, produce questi microfoni) in cui c'è un impianto che deve riempire delle bottiglie e c'è una bottiglia che nasce con un *chip* che le dice che cosa deve diventare. La bottiglia, quindi, dialoga con la macchina e le dice che deve essere riempita di Fanta; poi dialoga con la macchina più avanti e le dice che va sul mercato turco, quindi le

deve mettere un'etichetta in turco; poi ancora con un'altra macchina a cui dice che va nella grande distribuzione turca, quindi deve essere impacchettata in confezioni da 12.

Questo è un esempio semplice, ma dà l'idea di come viene meno la verticalità, che è tipica della prima fase dalla rivoluzione digitale, là dove c'è una persona e un computer che ordina a una macchina a controllo numerico di fare qualcosa. Banalmente, nel caso della stampante, io scrivo un testo e poi dal computer ordino alla stampante di fare qualcosa. C'è, quindi, una verticalità.

Invece, a me sembra che uno degli aspetti di questa rivoluzione è che questa verticalità venga meno. È un fenomeno molto più orizzontale, con decisioni molto più decentrate e anche prese in automatico.

In pratica, negli esempi che abbiamo visto le cose si parlano tra di loro. Quando si sente parlare di internet e delle cose, si intende questo. Grazie a internet non solo le persone entrano in collegamento tra di loro, ma lo fanno anche le cose per scambiarsi grandi quantità di dati che, ovviamente, vanno poi interpretati.

A questo proposito, c'è il grande tema dei *big data* e della *data analytics*, ovvero estrarre delle informazioni che abbiano un significato da una montagna di dati che di per sé non serve a niente.

Secondo me c'è molta retorica su questo. Per esempio, quando si sente dire che l'artigiano 2.0 è una meraviglia o che le economie di scala non contano più niente, per cui piccolo è bello, suggerirei una maggiore calma.

Ho visitato lo stabilimento della Bosch in Baviera, dove producono alla velocità della grande produzione tayloristica 12 mila varianti di impianti ABS per automobili. Pertanto, sulla stessa linea, con la velocità mostruosa di un impianto tradizionale hanno l'agilità di fare 12 mila varianti senza cambiare un pezzo meccanico.

La mia sensazione è che, stante l'attuale, non si può dire se prevalga l'aspetto di minaccia per la piccola e media impresa

italiana o di promessa. Sicuramente è anche una grande promessa, ma potenzialmente è anche una grande minaccia.

Se un colosso come Siemens o come Bosch acquisisce l'agilità, la flessibilità e la rapidità che è tipica delle nostre piccole e medie imprese, è chiaro che ci sono delle nicchie che sono messe in pericolo. Per questo, la vedo come una minaccia, ma — ripeto — anche come una grande potenzialità. Francamente, credo che sia presto per dire quale delle due cose prevalga.

Sicuramente ci saranno degli impatti sull'organizzazione del lavoro, con degli aspetti sicuramente positivi sulla produttività del lavoro, quindi potenzialmente sui salari.

Penso che ci saranno degli aspetti sicuramente positivi anche sulla sicurezza del lavoro perché tanti infortuni si possono prevenire, sapendo che ci può essere un dialogo tra lavoratore e macchina. Il lavoratore può avere un *badge*, per cui quando si avvicina alla macchina questa fissa con chi sta dialogando, quindi può parlare in turco o in italiano o può abilitare certe funzioni e non altre.

Il tema della sicurezza è sicuramente gestibile molto meglio. È chiaro, però, che ci sono anche dei problemi di *privacy* e di diritti dei lavoratori, nel senso che sono tecnologie molto invasive, per cui si può sapere chi sta facendo cosa in ogni istante dentro la fabbrica. Questo pone — ripeto — dei problemi sicuramente non banali.

Il secondo grande aspetto è che questa è una rivoluzione che non solo aumenta la quantità di informazione a disposizione, ma in molti casi riduce le asimmetrie con cui questa informazione è distribuita fra i soggetti. Si dice spesso che il « modello Xerox » diventerà pervasivo.

Da vent'anni nessuno compra più fotocopiatrici in ufficio, ma le affittano. Si paga un canone di *leasing* più una somma per ogni fotocopia che si fa. L'idea è che questo modello diventerà più diffuso.

Già oggi Rolls Royce non vende più i propri motori di aereo, ma li affitta ai produttori e alle compagnie aeree perché può sapere in ogni istante cosa stanno facendo i propri motori, essendo tutti

pieni di sensori che vanno su internet e dialogano in tempo reale con la casa madre. Rolls Royce può sapere quanti decolli, quante ore di volo e in quali condizioni ha fatto il motore, dunque può programmare la manutenzione. Non ha bisogno di rivelare ai suoi clienti i suoi segreti perché può gestirsi i suoi motori. Affitta o vende un'ora di volo, quindi la questione cambia radicalmente.

Procedo per esempi perché mi ha aiutato, quindi spero possa aiutare anche voi.

Qualcuno mi ha detto di collegare a internet una macchina da caffè. La prima reazione che ho avuto è stata che è una solenne stupidaggine. Invece, non lo è. Se collego a internet la mia macchina da caffè da bar, posso proporre a un mio cliente cinese un contratto, con cui gli do in comodato gratuito la macchina, il mio *brand* italiano, i mobili, la formazione del personale e lui in cambio compra la mia miscela. Se ho la macchina collegata a internet, so in tempo reale quanti caffè sta facendo in Cina, quindi so se sta rispettando i patti, ovvero se sta comprando la miscela da un mio concorrente a quattro soldi.

Si riducono, pertanto, le asimmetrie informative, quindi si abilitano nuovi modelli di *business*. Analogamente al modello di *business* della Rolls Royce, può cambiare anche il *business* delle macchine da caffè.

Anche questo è un esempio abbastanza banale, ma credo che dia l'idea di dove andiamo a parare. Si sente dire spesso, infatti, che ci saranno beni meno proprietari e più spesso affittati.

Questo potrebbe avere un impatto positivo sull'ambiente. Se il produttore pianifica di vendere il frigorifero o la lavatrice ai suoi clienti, ne prevede anche la morte perché non vuole che viva cinquant'anni, volendone vendere altri fra dieci anni. Tuttavia, se la lavatrice è affittata al cliente e questo paga un canone fisso per ogni bucato, è interesse del produttore che la lavatrice duri il più possibile e non si rompa.

È possibile — come dicono gli ottimisti incurabili — che i produttori siano meno

interessati a un consumismo per cui gli oggetti sono programmati per morire dopo un tot di anni, ma ci sia più attenzione a creare degli oggetti che durano tanto, quindi di nuovo con un impatto positivo sull'ambiente, sempre se vogliamo essere ottimisti.

Ricapitolando, il primo aspetto è più informazioni, quindi decisioni migliori; il secondo aspetto è relativo a nuovi modelli di *business*; il terzo riguarda le nuove tipologie di beni.

È evidente che la *Google car* che si guida da sola è impensabile senza sensori, senza la connessione a internet e quant'altro. Si tratta di beni completamente nuovi. Per esempio, c'è una *start-up* italiana che, sull'onda di quelle tragedie dei genitori che si sono dimenticati il bimbo in macchina, che poi è morto, si è inventata un seggiolino connesso a internet con un sensore che rileva la presenza del bambino, quindi se la macchina è spenta, i finestrini chiusi, la temperatura sta salendo e così via, manda immediatamente un sms ai genitori e se entro tot minuti non rispondono contatta la polizia, dando la localizzazione geografica precisa di dove si trova la macchina.

È l'internet delle cose: una cosa parla con un'altra cosa.

Inoltre, il seggiolino può ordinare alla centralina elettronica della macchina di aprire tanto così i finestrini. Questo esempio, secondo me, è interessante perché ci porta al tema degli standard. Credo che questa sala lo troverà rilevante. Se io produco un seggiolino che non è in grado di dialogare con l'automobile Volkswagen, perché Volkswagen è proprietaria della sua centralina e non abilita nessun seggiolino che non sia Volkswagen a dialogare con essa, c'è un problema di standard. Chi fissa gli standard? Chi fissa il linguaggio con cui le cose si possono parlare tra di loro? Credo che questo sia un tema rilevante.

C'è una nuova tipologia di beni. Alcuni viaggiano con degli orologi che rilevano il battito del cuore. Questa è fantascienza, c'è chi si appassiona di più e chi di meno (io non tanto, onestamente).

Concludo con una cosa che non sta scritta nella relazione e di cui io mi sono convinto nelle ultime settimane. L'altro giorno mi sono divertito a guardare il documento da noi presentato a Davos, al *World Economic Forum* sull'industria 4.0. Ho cercato le parole *disruptive* e *disruption* e ho visto che compaiono 90 volte nelle prime 70 pagine. Devo dire che mi è sembrato veramente troppo.

Secondo me, è sbagliato rappresentare ai nostri imprenditori e ai nostri *decision maker* in generale l'idea che siamo di fronte a un cambiamento radicale e che il nostro imprenditore deve prendere i suoi macchinari, buttarli via e fare il grande passo verso il futuro, entrando in un mondo di fantascienza fatto di sensori.

C'è un approccio graduale: io posso cominciare a estrarre dati anche da macchinari vecchi. Non è detto che io devo buttare via i miei macchinari; io posso inserire dei sensori e cominciare a estrarre dati anche da macchinari tradizionali, che sono quelli tipici della piccola e media impresa, che magari sono personalizzati e specializzati per fare un tipo particolare di rigatoni. Non è detto che io devo buttare via i miei macchinari che sono lì da 50 anni; posso semplicemente fare una transizione graduale, posso cominciare a estrarre dati da macchinari e posso cominciare a usare questi dati. Spesso le imprese sono piene di dati che oggi non sanno maneggiare e dai quali non sanno estrarre niente di utile.

Come universitario, credo di dover dire che ovviamente ci sono dei grandi pericoli, che sono quelli della sicurezza e della *privacy*, e che ci possono essere degli effetti importanti sulla produttività del lavoro. Credo che queste tecnologie abbiano tendenzialmente un impatto macroeconomico deflattivo, perché, usando meglio le risorse, ci sarà, per esempio, sempre meno spreco di materie prime.

Ritengo che una persona intellettualmente onesta non possa dire oggi quale sarà l'impatto sull'occupazione: potrà essere fortemente negativo oppure no. Io credo che, se una persona si muove al netto dell'ideologia in senso lato, non

possa dire che avremo milioni disoccupati per colpa di questa cosa, ma non potrà neanche affermare il contrario.

Sulla produttività le cose che io vi ho raccontato sono attraenti — spero — però evidenze empirico-scientifiche che misurino l'impatto sulla produttività di queste tecnologie, a mio avviso, ancora non ci sono. Ci sono molte dichiarazioni entusiaste di persone che ci credono, sicuramente in buona fede, e io sono tra questi, però dal punto di vista scientifico tutto questo impatto sulla produttività ancora non si vede.

Pertanto, paragonare questa rivoluzione all'invenzione dell'energia elettrica o all'invenzione della ferrovia a me sembra un po' prematuro.

PRESIDENTE. Professore, la sua relazione è stata davvero molto interessante, la ringraziamo. Prima di passare la parola al collega Benamati vorrei fare un'osservazione.

Dal quadro che emerge e anche dalle conclusioni che adesso lei ci riassume, è evidente quali sono problemi, rischi e vantaggi. Taluni di questi vantaggi di cambiamento sono intuibili. Per esempio, andiamo verso un mondo in cui si sarà più amici dell'ambiente. Questo è abbastanza intuibile e lei ce ne ha portato degli esempi empirici molto semplici.

Inoltre, si parla molto del fatto di andare verso un'economia più circolare, con meno *top down* rispetto ai modelli tradizionali. Anche questo è un tema di cui si è discusso molto.

Allo stesso modo si è discusso e si sta discutendo della *sharing economy*, intendendola come un trasferimento progressivo dalla proprietà all'affitto, cosa che noi vediamo già da alcuni esempi.

Devo dirvi che di queste tre questioni l'ultima mi pare quella più interessante. Si tratterà di capire che cosa porterà nelle scelte delle imprese. Lei ha citato degli esempi, come quello di puntare su macchine o sistemi in grado di durare un po' di più rispetto alla sostituzione.

Io mi domando che cosa ciò determinerà sul lato del consumatore. Non sto

parlando soltanto in termini di condizione (essere proprietari o essere affittuari), ma mi chiedo cosa ciò determinerà culturalmente. Che tipo di rapporto ci sarà in un'economia dove avremo meno proprietari e più affittuari? Ci sarà meno l'idea di possesso e più l'idea di uso.

Volevo sottolineare questo aspetto, perché vedo che è un tema che può determinare anche culturalmente dei salti, rispetto al mondo così come noi lo viviamo, di straordinaria importanza.

Do la parola ai colleghi che intendano intervenire per porre quesiti o formulare osservazioni.

GIANLUCA BENAMATI. Avendo un economista, oggi ci possiamo scatenare, perché stando sempre tra ingegneri restiamo sui temi del bullone.

Ieri sera ho avuto modo di cenare con il collega Basso — è stata una cena molto ricca — e facevamo un'osservazione proprio sul passaggio della ricchezza tra la proprietà e l'accesso ai servizi.

Il fatto che ci sia un economista mi permette di chiedere qualche altra riflessione sul punto. Lei ha trattato molto bene la questione del prodotto e dell'interazione fra questo e la macchina, con gli esempi relativi all'*internet of things*. Secondo me, in un modello che vede il processo come centrale e come piattaforma di gestione, ci si deve porre la questione di come razionalizzare, non solo il processo produttivo nella singola unità produttiva che lei citava, ma anche le catene produttive.

Dico questo perché il mondo delle piccole e medie aziende italiane, che fa spesso parte di un processo produttivo più vasto, può trovare nel sistema dell'industria 4.0 un'operatività diversa: la connessione non è solo all'interno dello stesso stabilimento, come lei citava per averlo visto in Germania, ma anche su spazi più ampi all'interno delle catene del valore.

Le piccole e medie aziende oggi offrono quella flessibilità che domani può essere creata in altre situazioni. Lei ritiene che le piccole e medie aziende italiane possano anche partecipare a un processo di questo tipo, mettendo a

frutto questo schema di lavoro? Questa è la prima questione.

Rispetto all'osservazione degli effetti occupazionali, io sono d'accordo sul fatto che è difficile fare previsioni. Tuttavia, io faccio sempre una previsione per l'Italia e vorrei sapere se lei condivide. Sicuramente non possiamo dire quanto aumenterà o quanto diminuirà l'occupazione se applichiamo questo sistema; possiamo dire però che se non lo applichiamo avremo un declino e, quindi, sicuramente si porrà il tema di una riduzione massiccia degli occupati. Questo è il tema che volevo porre.

LORENZO BECATTINI. A me è piaciuto molto l'approccio del professore. Essendo un economista, come diceva il collega Benamati, mi viene di porre questa domanda. Noi, finora, per quello che conosciamo e anche per le audizioni fatte stamani, ci rendiamo conto che abbiamo alcune diseconomie che non sono proprie dell'industria 4.0, ma che sono problemi un po' vecchi del nostro sistema Paese.

Se parliamo della banda larga, forse questo è un tema nuovo che deve affrontare l'autorità nazionale. Se parliamo della semplificazione, come è stato riferito precedentemente, parliamo di un tema vecchio, che ci auguriamo possa essere affrontato. Tuttavia, ci sono due problemi culturali tipici della nostra impresa, che sono la permanenza di tante piccole imprese che hanno una resistenza culturale a crescere e una scarsa cultura sui temi della digitalizzazione.

Abbiamo capito l'analisi. Non mi riferisco al suo intervento, ma vorrei avere una sua risposta. Abbiamo chiaro tutto questo; ora dobbiamo fare l'ultimo miglio e capire, in un quadro di evoluzione di questo sistema, come riusciamo ad abbattere questa barriera in un tempo ragionevole, perché se lo facciamo in dieci anni non risolviamo niente. In un arco di tempo di tre-quattro anni, come possiamo far sì che le nostre imprese facciano una massa diversa rispetto a quelle che sono? Infatti, il 97-98 per cento delle imprese sono piccole. Come possiamo introdurre una

cultura che sia una sorta di *background* per poter importare queste nuove cose a cui anche lei ha fatto riferimento?

PRESIDENTE. Do la parola al professore per la replica.

LUCA BELTRAMETTI, *professore ordinario dell'Università degli studi di Genova*. A proposito delle catene produttive e delle catene del valore, l'altro giorno mi è venuto da ridere perché ho sentito uno degli uomini di Siemens-Bosch che diceva: « La rivoluzione non si può fare in un solo Paese ». Mi è venuto in mente un dibattito della prima metà del 1900. Questa battuta voleva dire che loro non possono correre da soli, se tutta la catena dei loro fornitori non gli sta dietro. Lei ha perfettamente ragione: loro hanno bisogno che la catena dei loro fornitori si allinei su questo modo produttivo e su questa idea che il dialogo è continuo e in tempo reale anche tra il fornitore dei componenti e la grande impresa che deve assemblare.

La sensazione è che i tedeschi stanno spingendo tanto, anche perché si rendono conto che questa rivoluzione fatta solo in un Paese non sta in piedi, nel senso che diventa un qualcosa di totalmente...

LORENZO BECATTINI. Sono internazionalisti.

LUCA BELTRAMETTI, *professore ordinario dell'Università degli studi di Genova*. Internazionalisti, forse trotskisti, non lo so.

PRESIDENTE. A parte Marx, che era tedesco.

LUCA BELTRAMETTI, *professore ordinario dell'Università degli studi di Genova*. Sul tema dello stare fuori lei ha perfettamente ragione. È vero che abbiamo un dubbio su quanto questa cosa a livello planetario distrugga posti di lavoro. Sicuramente distrugge posti di lavoro di qualità modesta (lavori ripetitivi e lavori potenzialmente esposti a rischi per la salute), quindi una distruzione di posti di lavoro ci

sarà senz'altro. La grande domanda è: i nuovi posti saranno sufficienti a compensare?

Ci sarà, ahimè, una transizione molto dolorosa dal punto di vista sociale, che andrebbe accompagnata. Purtroppo, mi sembra che i tempi per la finanza pubblica non siano esattamente i migliori, nel senso che è difficile che l'operaio cinquantenne che perde il posto di lavoro possa essere messo a fare *data analytics* sui *big data*. È vero che magari si distrugge un posto di lavoro qui e se ne crea un altro da un'altra parte, però è molto difficile pensare che la stessa persona possa andare a occuparlo (in alcuni casi forse sì, ma, ahimè, in altri no).

Sicuramente dal punto di vista sociale sarà una transizione dolorosa, però l'opzione di stare fuori sarebbe folle, poiché a quel punto, non solo avremmo tutta la distruzione di posti di lavoro, ma non ci giocheremmo neanche la *chance* di costruirne di nuovi. Dunque, sono molto d'accordo con lei.

Sul tema delle piccole imprese, lei pone le questioni al centro di tutto. Io onestamente, ahimè, non ho una ricetta. Quale cultura possiamo provare a dare? A me viene da citare sicuramente la cultura digitale. Scherzando con un collega, si diceva che ci vorrebbero le applicazioni tecniche 2.0, cioè qualcosa che fin dall'età della scuola dia delle basi.

Tuttavia, questo è anche un mondo in cui l'aspetto creativo è importante. Immaginare le cose diverse da come oggi sono è fondamentale. La stampante 3D è importante, non perché ci permette di fare gli occhiali con una tecnologia diversa, ma perché occorre ripensare e ottimizzare la forma di molti oggetti per sfruttare appieno queste potenzialità.

Di conseguenza, non mi sento di dire che ci vuole solo una cultura digitale. Secondo me, ci vuole anche una cultura creativa e duttile. Credo che la nostra scuola non dovrebbe solo puntare a insegnare la programmazione digitale, ma dovrebbe aiutare i ragazzi a pensare anche in termini creativi.

PRESIDENTE. Ringrazio il nostro ospite e dichiaro conclusa l'audizione.

Autorizzo la pubblicazione della documentazione consegnata in calce al resoconto stenografico della seduta odierna (*vedi allegato 4*).

Dichiaro conclusa l'audizione.

La seduta, sospesa alle 11.45, è ripresa alle 11.50.

**PRESIDENZA DEL VICEPRESIDENTE
IGNAZIO ABRIGNANI**

**Audizione di rappresentanti dell'Istituto
Italiano di Tecnologia (IIT).**

PRESIDENTE. L'ordine del giorno reca, nell'ambito dell'indagine conoscitiva su « Industria 4.0 »: quale modello applicare al tessuto industriale italiano. Strumenti per favorire la digitalizzazione delle filiere industriali nazionali, l'audizione di rappresentanti dell'Istituto Italiano di Tecnologia (IIT).

Sono presenti il dottor Stefano Desiderio, il dottor Stefano Amoroso, il dottor Salvatore Majorana e il dottor Giorgio Metta.

Come al solito, farete una breve esposizione di 10-15 minuti, in modo da poter dare successivamente ai commissari la possibilità di formulare quesiti ed osservazioni.

Do la parola a Salvatore Majorana per lo svolgimento della sua relazione.

SALVATORE MAJORANA, *Technology transfer dell'Istituto Italiano di Tecnologia.* Grazie, presidente, e buongiorno. Abbiamo preparato una rapida esposizione delle attività della Fondazione Istituto Italiano di Tecnologia e una traduzione delle nostre attività di ricerche nell'ambito dell'industria 4.0.

L'istituto è un centro di ricerca dedicato alla ricerca scientifica e al trasferimento delle tecnologie al mercato e all'industria. Ha una sede principale a Genova, dieci sedi in Italia e due *outstation* nel-

l'area di Boston, al MIT e ad Harvard. Siamo circa 1.400 persone, con provenienza da 54 diverse nazionalità, un profilo molto eterogeneo e un'età media molto giovane.

Le attività caratteristiche si snodano intorno a tre pilastri: le robotiche, le scienze della vita (le neuroscienze) e le scienze dei materiali. L'istituto lavora nell'ottica di indirizzare le esigenze che questo pianeta affronterà in termini di Paesi industrializzati, con una crescita dell'età media della nostra popolazione, l'insorgere della necessità di avere macchine che ci aiutino a vivere meglio la nostra vita, farmaci e metodi per affrontare le tipiche malattie della terza età e, quindi, materiali che collaborino e che facilitino il raggiungimento di questo scopo.

In relazione al sistema delle imprese, la ricerca che svolgiamo si pone un obiettivo tipico di un modello *technology push*. Abbiamo un piano scientifico che indirizza la nostra ricerca. Da qui vengono fuori invenzioni, brevetti e applicazioni dimostrative. È qua che cominciamo a cercare il rapporto con le imprese, che si sostanzia nell'incontrare imprenditori e associazioni di categoria per promuovere le attività che facciamo; nel trovare l'incrocio con i loro fabbisogni, necessità o desideri applicativi; nello sviluppare insieme dei prototipi e nell'accompagnare le imprese verso la scalabilità industriale di tali applicazioni, fintanto che non passiamo la mano e lasciamo che le imprese portino sul mercato le tecnologie.

In sintesi, il nostro coinvolgimento è massimo nella prima fase di questa filiera, mentre tipicamente le imprese sono molto assenti nella fase di ricerca. Assolviamo al compito di trasferire le nostre tecnologie, lavorando a braccetto con le imprese nel portare i risultati della ricerca su applicazioni pratiche.

Questa è una brevissima introduzione su come funziona l'Istituto Italiano di Tecnologia.

Nel contesto dell'industria 4.0 — non devo sicuramente raccontarlo in questa sede — siamo di fronte alla frontiera

dell'*information network*, ovvero la capacità di collegare e di gestire grandi quantità di dati.

A questo proposito, riporto uno schema tratto da una pubblicazione molto efficace di Roland Berger del 2014, in cui si mettono assieme i componenti che sostanziano l'industria 4.0. Mi serve per introdurre la declinazione delle nostre ricerche in quest'ambito.

I componenti che caratterizzano l'industria 4.0 sono sostanzialmente elementi collegati a: nuovi sensori, che acquisiscono informazioni dal sistema produttivo e riescono a scambiarle efficacemente e in maniera automatica con altre stazioni di lavoro; nuovi materiali, che consentono, non solo nuove prestazioni sui sistemi industriali, ma anche la predisposizione di sistemi produttivi basati sul metodo della manifattura additiva, cioè la stampante 3D, la produzione in remoto e la delocalizzazione del sistema produttivo. Questo si accompagna con una maggiore automazione.

Sostanzialmente, nel contesto di fabbriche 4.0, assistiamo al proliferare di sistemi che generano nuove informazioni, producono nuove funzionalità e vanno gestiti in un modo coordinato.

Cosa vuol dire fare ricerca in questo contesto? Fare ricerca in questo contesto vuol dire affrontare il problema di sviluppare un banco di prova dentro cui far convergere sistemi di sensoristica, sistemi di visione e sistemi di interpretazione dei dati, in maniera tale da consentire alle nostre macchine di interagire in modo naturale con l'ambiente circostante.

La ricerca nel campo della robotica umanoide — passerò la parola a Giorgio Metta, che farà un approfondimento su questo tema — ci consente di esplorare nuovi materiali, nuovi sistemi di sensori, ma soprattutto nuovi sistemi per organizzare le informazioni che derivano da macchine evolute.

Si tratta di progetti che oggi hanno un respiro internazionale. ICub è una piattaforma adottata da oltre 30 istituti di ricerca in giro per il mondo; è considerato

il robot umanoide più evoluto ed è il paradigma della palestra per l'intelligenza artificiale.

Ovviamente noi trattiamo sistemi di manipolazione. Suspenderei qui la parte su iCub, perché vorrei che Giorgio ci desse degli approfondimenti mirati. Mi fa piacere dirvi che, se studiamo robot per imparare a interagire con l'uomo, spesso succede che il robot ci restituisce il favore, vale a dire che impariamo a sviluppare, ad esempio, delle macchine che consentono di trattare casi di fisioterapia voluta, in maniera da oggettivizzare, standardizzare, uniformare e protocollare trattamenti che fino a ieri erano manuali, abbattendo il costo per il sistema sanitario e allargando la platea di servizi.

La robotica riabilitativa sviluppata nel contesto del progetto INAIL ci consente di studiare tre filoni fondamentali. Il primo è costituito dalle macchine per la riabilitazione. Il secondo è quello delle protesi poliarticolate. Fino a ieri la protesi era un oggetto *dummy* (non funzionale); oggi — vi mostrerò un video su questo — le protesi consentono di sviluppare funzionalità nuove.

Le funzionalità nuove sono ereditate dall'esperienza fatta sui robot, ma consentono, ad esempio, a un soggetto amputato che mantiene l'uso dei muscoli dell'avambraccio di controllare una protesi esterna che funge da mano. Questo è un esperimento vero, fatto da un signore che da trent'anni non aveva la mano, al quale è stata installata una mano robotica, che ritorna a funzionare.

Poter sviluppare robotica che consenta di migliorare la qualità della vita è una delle missioni essenziali del nostro progetto.

In tal modo, vengono fuori idee tipo miscelare sistemi informativi derivati dalle telecamere classiche con sistemi di acquisizione audio, in maniera tale da tracciare, ad esempio, eventi in un contesto indefinito. Con queste video-audiocamere è possibile sviluppare sistemi tracciamento di droni, anche quando il drone non è visibile; è possibile individuare eventi critici

all'interno di folle; è possibile controllare il passaggio all'interno di un aeroporto.

Passo alla scienza dei materiali, perché ci apre un altro capitolo. Un materiale convenzionale come una spugna, che tipicamente dovrebbe assorbire l'acqua, viene trattato in maniera tale da respingere l'acqua, però al contempo viene trattato in modo che assorba l'olio. Con un semplice strumento, un trattamento del tutto economico, si riesce a generare un prodotto che fa da filtro tra olio e acqua. Immaginate delle spugne che possano galleggiare su un mare inquinato. Questo è un contributo che da un punto di vista d'impatto ambientale possiamo dare con le nuove tecnologie.

Ci sono poi sistemi per il trattamento della carta, sistemi per fare l'*uptake* e il rilascio controllato di farmaci all'interno dell'organismo, metodi per trattare le superfici che tipicamente possono essere, per esempio, un vetro classico in cui l'acqua che scivola rimane e lascia la traccia. Diversamente, un sistema trattato consente all'acqua di scorrere. Aumentare lo scorrimento tra le superfici ci consente di generare vernici che rendano più efficiente l'avanzare delle navi in mare, per esempio, oppure sistemi per trattare catene di produzione che incidentalmente avranno degli accumuli — per esempio, del sistema alimentare — di materiali residui più bassi. Pertanto, si riducono i tempi di fermo macchina per il lavaggio delle filiere e delle catene alimentari.

I materiali consentono anche di guardare un integrale complessivo del ciclo produttivo. Il sistema alimentare genera degli scarti. La lavorazione di bucce od altro produce dei residui. Con i residui siamo riusciti a ottenere la trasformazione in un sistema plastico, che può essere magari reimpiegato per il *packaging*.

Immagino sempre di avere degli spinaci che arrivano dal campo e che vengono ripuliti. Con le foglie che dovrei scartare riesco a creare un foglio plastico con cui incarto gli spinaci e servo gli spinaci in foglio di spinaci al supermercato. Ho cambiato il ciclo produttivo e sono entrato in un meccanismo in cui la tecnologia ha

modificato non solo il sistema del *packaging*, ma anche il sistema di servizio e di fornitura.

Scorro rapidamente sui sistemi che consentono di generare energia. Stiamo parlando di sistemi abilitanti all'alimentare e sensori distribuiti. Di nuovo torniamo nel merito dei grandi dati generati da grandi quantità di apparecchi che autoconsumano energia, come sensori vestibili e *wearable electronics*, o sistemi che producono energia al soffio del vento, magari distribuibili sui *guard-rail* delle autostrade, in maniera tale da consentire il recupero di un'energia disponibile buttata, come il flusso d'aria generato dal passaggio di un'auto.

Chiudo guardando i materiali nuovi, come il grafene, vincitore del Premio Nobel, che ha delle straordinarie caratteristiche. Ebbene, abbiamo imparato a isolarlo, a produrlo e a inserirlo in sistemi produttivi che consentano ai manufatti di acquisire nuove funzionalità. Di nuovo, all'interno di Fabbrica 4.0 l'introduzione di nuovi metodi e di nuovi trattamenti consentirà di sviluppare un ciclo più economico nel trattamento, e non solo, ma anche di introdurre sui sistemi, sui *consumer goods*, elementi che genereranno nuovi dati.

Passo rapidamente a un quadro di insieme. L'IIT si impegna nel proporre al mercato queste soluzioni e molto spesso genera delle nuove aziende. È uno dei tratti fondamentali ed essenziali della nostra missione. Sono 11 le *start-up* finora nate e 4 quelle in fase di nascita. Abbiamo 25 progetti in *pipeline* e forse un sistema al contorno che dovrebbe essere stimolato per prestare attenzione a questo tipo di innovazione.

Mi farebbe piacere, a questo punto, farvi fare un viaggio nell'intelligenza artificiale, che è un po' il cuore del sistema della gestione del dato, passando la parola a Giorgio Metta, che ci racconta di questa dimensione.

GIORGIO METTA, *Deputy Director dell'Istituto Italiano di Tecnologia*. Grazie. Buongiorno a tutti. Nel video che andiamo

a vedere c'è un esempio di integrazione di diverse tecnologie. Dicevamo prima che la robotica umanoide è un po' la palestra nella quale si possono cimentare diverse discipline per realizzare soluzioni intelligenti. In questo video di fatto si vede un'integrazione tra alcune cose che facciamo noi e altre che sono poi disponibili, lo *smartphone* su tutte.

Quello che abbiamo fatto è stato collegare l'interfaccia dello *smartphone*. In questo caso, il *robot* riconosce la persona e la chiama per nome. La persona può parlare. I dati vengono mandati fino a Mountain View perché c'è un sistema che è parte di *Google* e che ci interpreta il linguaggio. Poi noi lo mandiamo al nostro *server*, che elabora quello che è arrivato indietro da *Google*. Il nostro *server*, incidentalmente, sta a Boston, nel nostro laboratorio condiviso. I dati tornano poi indietro fino a Genova. In questo esperimento abbiamo connesso diversi posti nel mondo per realizzare questa funzionalità.

Si possono fare delle domande al *robot*. In questo caso lui fa una ricerca su *Google* per dare la risposta. Quando, però, si ha la frase, essa viene elaborata, invece, da uno dei nostri *server* per capire che cosa sia stato chiesto in effetti al *robot*. In questo caso si fanno domande generiche. Tra un momento vediamo, invece, sempre nella stessa dimostrazione, un'altra applicazione, in cui il *robot* utilizza il suo sistema visivo per elaborare quello che vede in locale.

Anche in questo caso c'è una connessione con l'argomento dei *big data*, perché l'allenamento dei sistemi visivi per queste macchine viene fatto partendo da grosse ruoli di dati. C'è un milione di immagini che sono state preelaborate e che consentono al *robot* di filtrare quello che vede e di riconoscere, per esempio, diversi oggetti. Qui gli viene chiesto dov'è un particolare oggetto. Lui guarda, lo individua e poi indica l'oggetto corretto.

Tutto questo vi dà un'idea di quello che potremo vedere in un prossimo futuro, ossia l'integrazione tra sistemi distribuiti in *cloud*, l'analisi dei *big data*, la robotica e, quindi, la capacità di generare delle

azioni e dei movimenti e l'interfaccia con l'utente, che è un'interfaccia piuttosto naturale, dal momento che avviene attraverso il parlato, in questo caso.

Negli occhi ha le telecamere ed elabora le immagini che vede in tempo reale. Per l'apprendimento le immagini sono state immagazzinate in precedenza. Quello che vede in quel momento è proprio l'immagine che arriva dalla telecamera, che viene elaborata in tempo reale in circa 30 milisecondi. Poi lui produce la risposta.

SALVATORE MAJORANA, *Technology transfer dell'Istituto Italiano di Tecnologia*. Se posso chiudere su questo, avete notato come l'insieme delle attività che facciamo sia propedeutico a mettere assieme tanti pezzi di una catena che troviamo in un sistema produttivo classico. Macchine che si devono parlare dovranno in qualche modo scambiarsi dati, prendere delle decisioni e scegliere. Nell'accezione di Fabbrica 4.0 l'IIT si pone come un fornitore di soluzioni tecnologiche a cui si può attingere.

PRESIDENTE. Grazie. È sicuramente piuttosto impressionante, come prospettiva, ma, come dite voi, questo è il futuro e ci dobbiamo abituare tutti. Certe immagini sono davvero, incredibili. Si vedevano solo in quei film di guerra del futuro dove, a un certo punto, ti applicavano queste apparecchiature e tornavi normale.

Do la parola ai deputati che intendano intervenire per porre quesiti o formulare osservazioni.

LORENZO BASSO. Ho una domanda che, in realtà, riguarda più quelle che sono state le vostre occasioni di interfacciarsi con il mondo industriale. Mi riferisco a ciò che lei prima richiama sul trasferimento tecnologico. Qual è stato l'interesse da parte delle aziende italiane?

Nel corso delle audizioni fatte questa mattina abbiamo visto il problema del dimensionamento come uno dei problemi per poter poi implementare nuove tecnologie che hanno la necessità, prima di tutto, di una cultura aperta da parte

dell'imprenditore e poi anche delle competenze da parte di chi guida le aziende nel cercare di implementare queste nuove tecnologie.

Poiché — conosciamo alcuni dei vostri studi e ricerche che riguardano anche, per esempio, tutta la parte del *packaging* alimentare, ossia qualcosa che può interfacciarsi con alcuni dei settori in cui l'Italia ha ancora una *leadership*, volevamo sapere se c'è un interesse da parte dell'imprenditoria italiana rispetto alle vostre ricerche e ai vostri studi o se siano più le aziende straniere e internazionali a richiedere i vostri brevetti rispetto a quelle del tessuto economico italiano.

PRESIDENTE. Do la parola agli auditi per la replica.

SALVATORE MAJORANA, *Technology transfer dell'Istituto Italiano di Tecnologia*. Grazie, onorevole. Devo dire che abbiamo fatto negli anni un grande lavoro di comunicazione, che ci è servito a farci conoscere. Questo è stato un primo zoccolo da superare.

Ogni volta che, però, entriamo in contatto con aziende che hanno un profilo tecnologico o un'esigenza da risolvere, l'interesse è veramente alto, con — se mi permettete — un po' di stupore da parte di alcune aziende nel trovare un istituto che fa ricerca e che è pronto e, anzi, interessato a vedere le proprie ricerche applicate al mercato.

Il segnale che vi do è che l'Italia è un Paese pronto a capire e a comprendere la tecnologia. Quello che, invece, è mancato spesso — lo riconosco; nel suo intervento c'era un cenno a questo — è la capacità di destinare risorse e tempo a tradurre le tecnologie in prodotti.

Noi facciamo circa un centinaio di progetti con imprese all'anno. Almeno la metà sono aziende italiane e di dimensione media o medio-grande. Le altre sono aziende internazionali di dimensioni grandi, in genere. Il salto tra la dimensione italiana e quella internazionale si percepisce. Si percepisce nel metodo con cui una ricerca che durerà da un anno e

mezzo a tre anni, dai 18 ai 36 mesi, viene considerata normale, mentre è un mal di testa per l'imprenditore italiano, che in sei mesi vuole essere sul mercato e non può destinare risorse per 300-400-500.000 euro per fare ricerca.

Pertanto, si tratta di un sistema che ha, da un lato, delle capacità straordinarie, un'attenzione all'innovazione sviluppata e un desiderio di trovare una ricerca pronta a trasferire la tecnologia. Facciamo un po' di *mea culpa*: il sistema della ricerca non ha abituato bene le imprese molto spesso. Noi cerchiamo di cambiare passo. Dall'altro lato, c'è un sistema al contorno di finanziamenti o dimensione aziendale che non facilita questo percorso.

La creazione di consorzi potrebbe essere un'idea, così come le reti di imprese, ma il tema vero è che la tecnologia è un elemento strategico per qualsiasi azienda. Pertanto, la condivisione di questo *know-how* con gente che si occupa più o meno dello stesso settore è vista come non particolarmente desiderabile.

LORENZO BECATTINI. Il lavoro sulle microturbine l'avete fatto con un'azienda italiana, genovese?

SALVATORE MAJORANA, *Technology transfer dell'Istituto Italiano di Tecnologia*. Il lavoro sulla microturbina l'abbiamo sviluppato internamente. Dopodiché, la *start-up* che è nata ha ottenuto finanziamenti da un gruppo di privati, è andata a certificare la turbina perché potesse lavorare in ambiente esplosivo con i gas e oggi vede un *test* sul campo presso una centrale del gas che tipicamente non utilizza reti elettriche per prevenire possibilità di esplosioni.

L'esperienza fatta ci dice che è un percorso da disegnare, perché, quando andiamo a relazionarci con il sistema normativo che deve approvare la microturbina in un ambiente esplosivo, ci viene opposta la tabella dei dati classici delle turbine dell'Ansaldo. Evidentemente una tolleranza di qualche millimetro su un oggetto grosso quanto una moneta non è ammissibile. Allora abbiamo dovuto in

qualche modo riscrivere anche le tabelle di certificazione. Si tratta, quindi, di un lavoro che parte dalla ricerca, ma che si estende sul sistema normativo, sul sistema impiantistico e via elencando. Ha una propagazione e una percolazione su tutto il sistema.

PRESIDENTE. Vi ringraziamo moltissimo perché siete stati molto istruttivi e continuiamo ad augurarvi buon lavoro, perché riguarda il futuro di tutti. Grazie molte.

Autorizzo la pubblicazione della documentazione consegnata in calce al resoconto stenografico della seduta odierna (*vedi allegati 5 e 6*).

Dichiaro conclusa l'audizione.

La seduta, sospesa alle 12.10, è ripresa alle 12.15.

Audizione di rappresentanti del Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR).

PRESIDENTE. L'ordine del giorno reca, nell'ambito dell'indagine conoscitiva su « Industria 4.0 »: quale modello applicare al tessuto industriale italiano. Strumenti per favorire la digitalizzazione delle filiere industriali nazionali, l'audizione di rappresentanti del Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR).

Sono presenti il direttore del Dipartimento ingegneria e ICT, dottor Marco Conti, e la dottoressa Rosanna Fornasiero, ricercatrice.

Do la parola al dottor Conti la relazione introduttiva.

MARCO CONTI, *direttore del Dipartimento ingegneria, ICT e tecnologie per l'energia e i trasporti del Consiglio Nazionale delle Ricerche*. Buongiorno a tutti. Anche a nome del presidente del Consiglio Nazionale delle Ricerche vi ringrazio per l'invito al CNR a partecipare a quest'audizione su un tema che vede il CNR molto coinvolto, in particolare col dipartimento

che mi trovo a dirigere, il Dipartimento di ingegneria, ICT e tecnologie per l'energia e i trasporti.

Si tratta di un dipartimento che ha una caratteristica un po' unica a livello nazionale. È, infatti, un dipartimento di tipo multidisciplinare, in cui abbiamo competenze fortissime nel settore ICT — andiamo a coprire tutte le tecnologie abilitanti del mondo digitale per quanto riguarda Industria 4.0 — ma, allo stesso tempo, abbiamo una forte competenza e anche una presenza nazionale di *leadership* nel settore della Fabbrica del futuro, delle tecnologie della robotica industriale e di tutte le altre tecnologie in qualche modo correlate con Industria 4.0, che vanno dai materiali alle tecnologie energetiche sostenibili, alle biotecnologie e via elencando.

Tutte le tecnologie citate nel vostro documento introduttivo sono in qualche modo coperte dal nostro dipartimento e tutto questo trova anche una motivazione molto forte ed emergente nel settore dell'innovazione. Quello che sta emergendo a livello di innovazione nel settore dell'ingegneria è l'emergenza della confluenza tra quelli che sono chiamati *Cyber-Physical System* e l'internet delle cose.

Che cosa vuol dire questo? Vuol dire che nell'ingegneria in tutti i settori dell'ingegneria tradizionale (meccanica, *automotive*, costruzioni) sono attesi grossi impatti, grossi cambiamenti e grossa evoluzione, dovuti proprio all'introduzione delle tecnologie ICT. Esse agiscono creando un secondo livello sopra il livello fisico, un livello virtuale, che costruisce una sorta di cervello intelligente della realtà fisica. Viene creata, quindi, una mappatura virtuale della realtà fisica, partendo appunto dalla sensoristica e dall'Internet delle cose, fino ad arrivare al *cloud*, dove tecniche quali *big data analytics*, *machine learning* e intelligenza artificiale permettono di ragionare sulla rappresentazione virtuale della realtà fisica in modo da ottimizzare i sistemi fisici. Può trattarsi della fabbrica, ma anche dell'automobile che si guida da sola o del sistema di trasporti.

Questo è un concetto che è più generale del concetto di Industria 4.0, anche se si

basa esattamente sugli stessi principi. Infatti, quello che volevamo sottolineare è che questa dimensione di innovazione, che è chiaramente riportata nel documento « Industria 4.0 », si trova molto marcata in molti altri settori.

Inoltre, la presenza di questo livello virtuale di rappresentazione del mondo fisico permette facilmente un'interconnessione tra tutte le infrastrutture fisiche, che possono essere fabbriche *smart* connesse tra di loro, ma non solo: posso costruire la catena del valore che comprenda dalla fabbrica, al servizio logistico, alla *smart grid* stessa, in modo da rendere la fabbrica adattiva alla disponibilità eventualmente di risorse energetiche rinnovabili, in modo da renderla più sostenibile. È possibile creare un ecosistema unito integrato *end-to-end* dalle tecnologie digitali.

In questo modello entra in gioco anche una nuova modalità di prodotto, in cui il prodotto stesso diventa intelligente. Anche il prodotto ha una sua dimensione virtuale e porta con sé dati e informazioni su come è stato prodotto e su come è stato utilizzato. Provoca, quindi, anche un *feedback* sulla fabbrica stessa e sulla produzione, perché si sa come è stato utilizzato dai cittadini e come è stato prodotto e, quindi, si può andare ad aggiornare il sistema stesso in maniera dinamica. Si crea anche un ciclo continuo nel sistema di produzione. Questo è lo scenario.

L'ultima cosa che volevo dire relativamente a questo scenario è che si basa fortemente su un *technology push*, ossia sull'introduzione di tecnologie innovative che i recenti *report* del McKinsey hanno definito come *disruptive technologies*, ossia tecnologie che hanno un potenziale economico di trilioni di dollari (mille miliardi di dollari) come ordine del mercato. Si tratta di tecnologie che andranno a cambiare completamente la realtà e che sono anche tecnologie di tipo esponenziale. A una fase iniziale, adesso, di penetrazione lineare del mercato seguirà a breve una crescita esponenziale del loro utilizzo. Andranno, quindi, veramente a cambiare il mercato.

Fra queste tecnologie la prima colonna è fondamentalmente composta da tutte le tecnologie digitali che entrano dentro il modello di Industria 4.0, dall'Internet delle cose, alle reti, all'intelligenza artificiale, al *cloud*, alla *robotics*. Anche nella seconda colonna molte delle tipologie previste sono comunque correlate con Industria 4.0, in particolare l'*additive manufacturing*, il *3D printing* o le tecnologie energetiche innovative.

Sicuramente c'è una dimensione importantissima che sta emergendo, su cui il Paese deve comunque andare a investire, ma c'è un «però»: non è detto che questo modello, che è stato sviluppato per quanto riguarda Industria 4.0 fondamentalmente dalla Germania, pensando a un modello industriale con grosse *corporation*, si possa replicare, *as it is*, in Italia nel settore del manifatturiero.

Il messaggio è che, da una parte, sicuramente queste tecnologie devono essere introdotte nel Paese e portate avanti, ma con qualche livello di cautela per quanto riguarda il manifatturiero. Qui entra in gioco il CNR, il quale agisce come punto di contatto proprio nei settori dominanti Industria 4.0, sia l'ICT, sia tutto quello che avviene a livello di sistemi avanzati di produzione, sia a livello nazionale, sia a livello internazionale.

In particolare, siamo molto presenti a livello europeo. Partecipiamo a tutte le iniziative *Horizon* e abbiamo un *link* molto forte con il Fraunhofer Institute, che è il nostro corrispondente in Germania. Sono loro il *corporate research center* per l'industria tedesca e noi vorremmo aspirare a esserlo per l'industria italiana. Partecipiamo a tutti i tavoli europei in cui viene fatto il *roadmapping* e vengono elaborati i Piani di sviluppo del manifatturiero europeo, ma poi portiamo questo a livello italiano e collaboriamo fondamentalmente con tutta la filiera industriale, sia con le associazioni confindustriali, nel settore ICT, sia con Federmeccanica, nel settore più meccanico. Cerchiamo anche di favorire un congiungimento fra questi due mondi, che tipicamente sono abbastanza separati.

Il punto importante, con cui concludo la mia parte per lasciare poi la parola alla dottoressa Fornasiero, è che, proprio come CNR, abbiamo coordinato due iniziative molto importanti. Il primo è il progetto bandiera Fabbrica del futuro. Attualmente abbiamo anche la *leadership* tecnico-scientifica del *cluster* tecnologico nazionale Fabbrica intelligente, che ha fatto un *roadmapping* italiano sulla rivoluzione del manifatturiero italiano partendo dagli scenari internazionali e i modelli di sviluppo internazionale, ma calandoli sui punti di forza e sui punti di debolezza dell'Italia.

Questo per evitare che, calando il modello Industria 4.0 direttamente com'è in Italia, si vada a favorire l'apertura sul mercato ai nostri *competitor* e, in realtà, a ridurre i nostri punti di forza, quali, per esempio, l'area della mecatronica e della produzione di macchine utensili, in cui abbiamo punti di forza, che potrebbero, però, essere un po' spazzati via se si adotta un indirizzo molto spinto verso Industria 4.0.

Lascio, a questo punto, la parola alla dottoressa Fornasiero, la persona che ha coordinato il gruppo di lavoro che ha fatto la *road map* italiana della Fabbrica intelligente. Prego.

ROSANNA FORNASIERO, *ricercatrice dell'Istituto di tecnologie industriali e automazione (ITIA) del Consiglio Nazionale delle Ricerche*. Buongiorno a tutti. Grazie per l'opportunità di essere qui. Come ha accennato adesso Marco Conti, il CNR è un attore principale in questa iniziativa, oltre a essere attore principale in iniziative come EFFRA, la piattaforma europea per il manifatturiero, o in altre iniziative europee come, per esempio, la *partnership* pubblico-privata FoF. Il CNR, in particolare con l'ITIA, l'Istituto di tecnologie industriali e automazione, è particolarmente coinvolto in questo *cluster* nazionale che è stato avviato tre anni fa dal MIUR insieme ad altri *cluster* nazionali.

L'attività che è stata fatta in quest'ultimo periodo è un'attività che ha visto coinvolti i 300 soci del *cluster*. I soci sono per il 60 per cento aziende PMI e per il 20

per cento grandi imprese. Attraverso un lavoro durato un anno abbiamo definito questa *road map* per la ricerca e l'innovazione, che dovrebbe supportare le aziende del manifatturiero per affrontare le sfide della società.

Come dicevo, il *cluster* rappresenta in effetti questa realtà. Qui vediamo la distribuzione di tutte le aziende che partecipano al *cluster*. Questo è il documento che abbiamo prodotto e che stiamo utilizzando per interfacciarci sia col MIUR, sia con il MISE per spiegare quali sono le necessità delle aziende manifatturiere.

Il modello del *cluster* al suo interno valorizza sia le tecnologie di Industry 4.0, sia altre tecnologie. Le considera come parte di tutte le tecnologie necessarie per il sistema-Paese, che sono tra di loro complementari. Qui abbiamo una lista delle varie tecnologie che abbiamo mappato utilizzando anche le *road map* a livello europeo. Siamo partiti dalle *road map* europee di Fabbrica del futuro, SPIRE, Robotics e di tutte le piattaforme più importanti e abbiamo cercato di capire quali potessero essere le più importanti per il manifatturiero.

Le prime che possiamo considerare sono proprio le tecnologie di produzione e, quindi, i sistemi di produzione. Quello che chiedono le aziende è di poter sviluppare e innovare i sistemi di produzione e di rendere i sistemi di produzione modulari, di puntare su tecnologie *laser*, su micro e nanotecnologie e anche sulla stampa in 3D e su diversi tipi di tecnologie di produzione.

Abbiamo poi i sistemi mecatronici, con tutta la parte di sensoristica per il monitoraggio e il controllo delle macchine, le macchine e i *robot* intelligenti.

Abbiamo poi sistemi per la modellazione e la simulazione integrata di prodotti, processi e sistemi per la previsione delle *performance*, per simulare, capire e prevedere come i sistemi complessi si comporteranno nel futuro.

Ci sono tecnologie che permettono di valorizzare le persone nelle fabbriche e, quindi, sistemi per facilitare l'interazione uomo-macchina e sistemi di realtà vir-

tuale, nonché tecnologie per la sostenibilità industriale, che permettono, per esempio, di migliorare la capacità del sistema Italia di recuperare e riciclare i materiali e i componenti a fine vita.

Ci sono anche tecnologie legate allo sviluppo di materiali innovativi, come materiali *bio-based* o ecocompatibili. Tutto questo è collegato anche allo sviluppo di strategie e strumenti a supporto delle strategie per gestire questi nuovi processi produttivi.

Come vediamo, Industry 4.0 è all'interno di un sistema di tecnologie abilitanti che deve essere considerato nel suo complesso. Se queste tecnologie vengono integrate in modo efficace, possono produrre un impatto significativo per l'Italia e consentire anche alle aziende di raggiungere degli obiettivi strategici legati alla caratterizzazione del sistema Italia. Mettendo insieme le diverse tecnologie, comprese le tecnologie per la digitalizzazione, è possibile quindi raggiungere lo scopo della produzione personalizzata o della sostenibilità industriale.

La produzione personalizzata può essere facilitata, per esempio, dalle tecnologie digitali, ma deve essere supportata anche da altre tecnologie di produzione che devono essere, a loro volta, innovate. Quello che pensiamo noi è di poter supportare le aziende nell'applicare un approccio al mercato che sia, in un certo senso, bidirezionale: da una parte abbiamo l'approccio del *technology push*, che garantisce il pieno sfruttamento degli avanzamenti tecnologici, dall'altra abbiamo un approccio *market pull*, che deve partire dalle esigenze specifiche del mercato e degli utilizzatori per tirare l'innovazione di prodotto e anche di processo.

Alcune azioni di questo tipo sono già state messe in atto anche attraverso progetti europei. Gli stessi progetti europei recenti chiedono di partire dalle sfide sociali, dalle sfide dal mercato, per sviluppare tecnologie adatte a risolvere problemi che la società pone alle aziende.

Un altro aspetto importante da considerare è la caratterizzazione del tessuto industriale italiano. La struttura delle

aziende è mediamente più piccola rispetto a quella di altri Paesi e, quindi, richiede che venga implementato un modello di sviluppo partecipativo e aperto, in modo che tutti, anche i piccoli, possano trarre beneficio da queste trasformazioni in atto. Le tecnologie digitali possono avere un ruolo per supportare la creazione di reti di impresa attraverso delle piattaforme che potrebbero rendere ancora più forte il sistema industriale.

Queste piattaforme devono permettere di integrare verticalmente tra di loro le aziende per gestire la progettazione, le forniture e la logistica, ma devono anche integrare orizzontalmente le aziende per poter gestire dei rapporti di collaborazione e riuscire a fare massa critica tra aziende che da sole non potrebbero riuscire a entrare in determinati mercati. Queste piattaforme ICT, in questo caso, data la dimensione delle aziende, devono riuscire a essere basate su standard aperti, che permettano facilmente alle aziende di collegarsi e, quindi, di attivare i servizi necessari, che possono essere configurati *ad hoc* per ogni singola azienda.

Un altro punto importante da considerare nell'implementazione delle tecnologie digitali è la questione della *circular economy*. Industry 4.0 è nata come sfruttamento di tecnologie in sistemi produttivi che fino adesso sono stati sistemi produttivi lineari. Il paradigma che sta emergendo nella *circular economy* richiede di tener conto del fatto che devo monitorare e devo conoscere che cosa succede al mio prodotto e al mio processo lungo tutto il suo ciclo di vita, non solo nel momento in cui lo produco, ma anche nel momento stesso in cui lo uso e a fine vita. Questo vale sia per il prodotto che va all'utente finale, sia per i sistemi produttivi, per i macchinari e per le macchine utensili, che devono essere abilitati da queste tecnologie a condividere informazioni che possono servire sia alla manutenzione, sia alla gestione della fase di recupero e di dismissione, nonché alla gestione e alla creazione della nuova generazione di prodotti. Grazie a tutte le informazioni che ho raccolto durante la vita del prodotto devo

poter creare la nuova generazione di prodotti abilitata dalle informazioni che ho raccolto dai processi a valle.

Un altro aspetto importante da considerare nell'implementazione delle tecnologie di digitalizzazione è legato alla questione della produzione personalizzata. È necessario lavorare su tecnologie che non irrigidiscano sistemi produttivi, ma che li rendano più trasparenti, in modo da essere facilmente riconfigurabili e adattabili alle esigenze del mercato, che è in continua mutazione. Se queste metodologie e strumenti comportassero un irrigidimento a livello di sviluppo di nuovi prodotti, porterebbero a una difficoltà per le aziende, soprattutto per le PMI, e farebbero loro perdere la flessibilità che le caratterizza e che le rende capaci di essere competitive.

Un altro aspetto importante da non dimenticare è la centralità del fattore umano. In un contesto nazionale e anche europeo in cui una delle maggiori sfide sociali è rappresentata dall'elevato livello di disoccupazione è estremamente importante fare una valutazione attenta delle conseguenze sulle risorse umane legate all'investimento su nuove tecnologie di digitalizzazione.

A questo riguardo, quindi, è necessario privilegiare delle soluzioni che mettano l'uomo al centro della produzione e consentano di valorizzare le sue competenze. Questo significa riconoscere all'uomo la capacità, per esempio, di orchestrare e gestire più funzioni attraverso l'asservimento delle macchine, in modo che sia favorita l'interazione con queste macchine. Sono le macchine che lavorano per l'uomo e non viceversa.

Solo integrando l'approccio Industry 4.0 con le altre tecnologie di produzione si possono riuscire a valorizzare le competenze e la risorsa umana. Per esempio, possono essere sviluppate macchine in grado di dialogare con gli operatori in un linguaggio naturale oppure tramite gesti, oppure macchine e *robot* che condividono lo spazio di lavoro, ossia *robot* non più

isolati in celle dedicate, ma che possono lavorare nello stesso modo e nello stesso ambiente in condizione di sicurezza.

Una visione accorta nello sviluppo di queste tecnologie permette di migliorare la cooperazione uomo-macchina e di supportare l'esecuzione di compiti assegnati all'uomo attraverso tecnologie dedicate. Questo vale soprattutto per le piccole e medie imprese, in cui il fattore umano, le competenze e le conoscenze sono particolarmente importanti.

PRESIDENTE. Grazie. La relazione è stata piuttosto esaustiva da parte di entrambi i nostri oratori sull'argomento, che sta sempre di più prendendo la nostra attenzione.

Do la parola ai deputati che intendano intervenire per porre quesiti o formulare osservazioni.

GIANLUCA BENAMATI. Grazie, presidente. Ho un paio di quesiti da formulare. Grazie agli auditi per l'ampia visione fornita.

Sul tema della produzione personalizzata vorrei se possibile avere un approfondimento. Nel sistema Industria 4.0, sia dal punto di vista dell'Internet delle cose, sia dal punto di vista delle piattaforme di gestione, questo si va a sovrapporre, naturalmente, in termini di capacità di produzione e di risposta sul prodotto, occupandosi questo del processo, alla flessibilità e alla possibilità di risposta delle piccole e medie aziende italiane, che nella catena del valore erano importanti proprio perché introducevano un grado non solo nella qualità del prodotto, ma anche nel sistema di risposta.

Poiché uno dei temi che stiamo trattando è quello, per taluni aspetti, dell'inadeguatezza della taglia dimensionale del sistema produttivo italiano a partecipare in maniera vincente a questa situazione, occorre cercare di capire quale può essere il ruolo e il valore aggiunto di questa nostra struttura dimensionale in questa sfida.

Questa questione della produzione personalizzata come la vedete dal punto di

vista della piccola e media impresa italiana? Vorrei capire bene qual è il ruolo che pensate possa svolgere la piccola e media impresa italiana, nella struttura attuale, all'interno di questo procedimento. In altre parole, vorrei sapere se viene travolta o se può ricavarci ancora un ruolo. Questa è la prima domanda.

La seconda questione che vorrei porre è molto breve. Qual è il ruolo che immaginate del CNR, ma, più in generale, di un ente di ricerca pubblico nell'accompagnamento di questa transizione del nostro sistema-Paese, ancor prima che del sistema industriale, da oggi a una struttura del manifatturiero che sia più collegata al paradigma di Industria 4.0?

PRESIDENTE. Do la parola agli auditi per la replica.

MARCO CONTI, direttore del Dipartimento ingegneria, ICT e tecnologie per l'energia e i trasporti del Consiglio Nazionale delle Ricerche. Per quanto riguarda come evitare che le nostre piccole-medie aziende vengano spazzate via, in parte ha introdotto l'argomento la dottoressa con il concetto di piattaforma. Ebbene, uno degli elementi che stanno emergendo anche a livello europeo nell'ambito del discorso sul *digital single market* e che il Commissario Oettinger sta portando avanti consiste nell'introdurre piattaforme dati che permettano la collaborazione tra le entità produttive o le entità che forniscono servizi.

In questo senso, possiamo abilitare e favorire la nascita di queste piattaforme orizzontali, che permettono di passare da una produzione centralizzata a una produzione quasi completamente distribuita, per cui non c'è più bisogno di avere la grossa fabbrica che fa tutto il ciclo produttivo, ma si possono integrare piccole e medie aziende, ciascuna specializzata in una singola parte. Eventualmente il problema è che esista questa cinghia di trasmissione, ossia questo modo di poter far comunicare e cooperare le aziende.

È l'idea su cui si basa anche quello che sta emergendo a livello europeo. La Germania ha lanciato un'iniziativa che si

chiama *Industrial Data Space*. Si tratta di creare uno spazio dati che permetta alle aziende di cooperare tra di loro nel processo produttivo. Sarebbe utile avere a disposizione questo tipo di piattaforma, aperta però. Deve essere chiaramente aperta. Qui lo Stato ha da fare molto. Si tratta di favorire la nascita di queste piattaforme aperte, non di proprietari di alcuni grossi complessi industriali, ossia grossi *player*, ma di una piattaforma completamente aperta...

GIANLUCA BENAMATI. Un complesso industriale potrebbe avere la sua piattaforma e gestire tutta la sua catena.

MARCO CONTI, *direttore del Dipartimento ingegneria, ICT e tecnologie per l'energia e i trasporti del Consiglio Nazionale delle Ricerche*. Esattamente. Questo è il timore, da una parte, perché questo metterebbe chiaramente fuori gioco le piccole e medie imprese, le quali non avrebbero facilità a entrare nel mercato e potrebbero entrarci solo alle condizioni imposte dai grossi *player*.

Invece, una piattaforma aperta permette l'integrazione di piccoli produttori, ciascuno specializzato in una singola parte del processo produttivo, per farli entrare come *partner* complessivi di un processo, però, *end-to-end*, non più come fornitori di un altro *player*, ma come fornitori di un servizio che viene venduto sul mercato. Si tratta, quindi, di passare dal concetto di produzione centralizzata a quello di produzione completamente distribuita.

In questo senso, si potrebbero avere a disposizione delle piattaforme come queste di cui si sta iniziando a parlare adesso. La prossima settimana sarò a Bruxelles proprio a un *workshop* lanciato dal Commissario Oettinger in cui si parla di *industrial data platform*. Queste *industrial data platform* possono essere esattamente lo strumento che, sponsorizzato dal pubblico, viene creato per far sì che le aziende possono collaborare.

La collaborazione nasce, però, chiaramente, dall'aver introdotto almeno quel metalivello digitale, perché è a quel livello

che posso coordinare le aziende in maniera estremamente dinamica e flessibile. Ho bisogno di questo livello di coordinamento, che però deve essere fondamentalmente di tipo aperto e disponibile a tutti e, quindi, accessibile a tutti.

Passando all'altra domanda, quella sul CNR, che cosa può fare un ente di ricerca? In parte lo stiamo dimostrando in questo settore specifico, perché operiamo già come *trait d'union* rispetto alla ricerca molto avanzata che avviene sul programma *Horizon 2020*. Trasferiamo poi questa conoscenza dentro il *roadmapping* e, quindi, dentro le strategie di evoluzione del manifatturiero, tenendo conto non solo dell'evoluzione tecnologica, ma anche delle esigenze del mercato e delle tipologie di aziende con cui abbiamo a che vedere.

Uno dei messaggi che il CNR sta cercando di far passare in questi ultimi anni è quello di porsi come una sorta di *corporate research center* del Paese. Le aziende piccole e le medie imprese non possono fare ricerca da sole. Noi siamo molto disponibili e stiamo lavorando per affiancarle e fornire loro quel supporto di conoscenze, soprattutto di conoscenze molto avanzate, di cui hanno bisogno. Facciamo una ricerca che ha un orizzonte sia di breve, sia di medio, sia di lungo termine. Il breve vuol dire il momento del trasferimento tecnologico verso le aziende, ma facciamo anche ricerca più a lungo termine. Padroneggiamo, per esempio, le *disruptive technologies* che abbiamo introdotto.

In questo senso ci proponiamo, e l'abbiamo fatto, per esempio, con il *roadmapping*. Abbiamo preso la *leadership*. Il *Cluster* tecnologico nazionale Fabbrica intelligente è a *leadership* totalmente CNR. È il CNR che si è fatto promotore di questo tipo di iniziative, che coinvolgono tutto il tessuto industriale italiano.

PRESIDENTE. Ringraziamo il CNR per la cortesia e per averci spiegato alcune interessanti questioni. Autorizzo la pubblicazione della documentazione consegnata in calce al resoconto stenografico della seduta odierna (*vedi allegati 7 e 8*).

Dichiaro conclusa l'audizione.

La seduta, sospesa alle 12.45, è ripresa alle 12.50.

PRESIDENZA DEL PRESIDENTE
GUGLIELMO EPIFANI

Audizione del prof. Stefano Denicolai dell'Università degli studi di Pavia.

PRESIDENTE. L'ordine del giorno reca, nell'ambito dell'indagine conoscitiva su « Industria 4.0 »: quale modello applicare al tessuto industriale italiano. Strumenti per favorire la digitalizzazione delle filiere industriali nazionali, l'audizione del Prof. Stefano Denicolai dell'Università degli studi di Pavia. È presente anche il professor Auricchio, sempre dell'Università degli studi di Pavia.

Per la gioia del collega Benamati, abbiamo un ingegnere e un economista, il *mix* multidisciplinare perfetto.

Do subito la parola al professore Stefano Denicolai.

STEFANO DENICOLAI, *professore associato dell'Università degli studi di Pavia*. Grazie per l'attenzione che ci dedicate e per l'invito.

Come precedete accennato, sono Stefano Nicolai, professore associato dell'Università degli studi di Pavia per il Dipartimento di economia e *management*. Oggi, sono qui con il professor Ferdinando Auricchio del Dipartimento di ingegneria civile.

Vorrei, molto rapidamente, fare un quadro sui temi che cerchiamo di affrontare.

Una piccola nota: chiediamo scusa se c'è qualche differenza nella presentazione che vi mostriamo perché, all'ultimo, abbiamo apportato alcune piccole modifiche. D'altronde, se fossimo venuti domani, probabilmente ne avremmo apportate delle altre perché succede sempre così.

Faremo una piccola introduzione sul legame fra Industry 4.0 e la stampa 3D

perché il nostro intervento sarà un *focus* sulla stampa a tre dimensioni, quindi cercheremo di ragionare brevemente sul perché noi riteniamo che questo legame sia davvero importante. Inoltre, avremo piacere di presentarvi il piano strategico sulla stampa 3D. L'Università degli studi di Pavia è stata la prima a realizzare un piano strategico *ad hoc* sul tema, quindi vorremmo raccontarvi della nostra esperienza.

Vorremmo anche entrare più nel vivo della nostra visione sull'impatto socio-economico di queste tecnologie perché, a nostro avviso, è davvero importante e significativo. Stavolta, non si tratta di *slogan* perché crediamo ci attendano cambiamenti davvero rilevanti.

Vorremmo presentarvi qualche prima evidenza e qualche primo risultato degli studi che stiamo facendo. Certo, siamo abbastanza agli inizi, quindi chiediamo scusa per l'incompletezza dei dati, per cui, se avete piacere, vi possiamo mantenere aggiornati sui i dati, man mano che li rilasceremo.

Passando al primo argomento, vorrei spiegarvi perché ho parlato di legame con il 3D *printing*. Non vi faccio perdere molto tempo spiegandovi Industry 4.0 che conoscete bene, anche perché penso che stamattina siete già stati inondati definizioni, quindi procederò velocemente. Tuttavia, permettetemi un rapido *flash* per inquadrare l'argomento.

Industry 4.0 è un legame di macchine, di sensori e di qualsiasi cosa sia collegabile a *internet*, quindi, attraverso il *crowdsourcing* e il *crowdcomputing*, c'è un numero davvero grande di macchine e sensori collegati fra loro. Cosa facciamo di tutti questi dati e del *big data* che ci aiuta ad analizzarli? Non ci accontentiamo di collegare qualsiasi soggetto pensabile, Industry 4.0 può essere collegato anche con le infrastrutture che ci circondano. Non solo, c'è anche un nuovo paradigma produttivo *hard*, per cui non parliamo soltanto di dati o di virtuale perché anche la manifattura cambia e lo fa con qualcosa di davvero

interessante, cioè la stampa 3D o manifattura additiva, che è il tema principale del nostro intervento.

In modo molto semplice, la stampa 3D è un ribaltare completamente l'approccio manifatturiero tradizionale: anziché partire per sottrazione, cioè prendendo un cubo di marmo e lavorandolo finché non ho la mia statua o quant'altro, è il contrario perché parto dal nulla e man mano aggiungo e creo elementi (stato solido, liquido e così via), finché non si crea il prodotto.

Per esempio, in questo video, anche se è accelerato, si nota come letteralmente il prodotto nasca dal nulla, per cui, quando dico « il contrario », lo intendo in senso letterale perché è il processo esattamente inverso. Inoltre, questo vuol dire tanto perché è una tecnologia che anzitutto nasce di per sé digitale.

Sappiamo che avvicinarsi a internet a 30, 40, 50 o 60 anni si può, ma i nativi digitali hanno dei margini di vantaggio. Anche qui, non è poi così diverso perché questa tecnologia, che nasce digitale, ha per definizione un passo in più rispetto a quella tradizionale. Tale tecnologia nasce apposta per Industry 4.0, cioè è nativa digitale.

Inoltre, è molto importante per Industry 4.0 questo legame che noi enfatizziamo perché, banalmente, è la concretizzazione di modelli virtuali: faccio un modello a tre dimensioni sul mio PC, schiaccio un pulsante — sto banalizzando un po', per cui vi chiedo scusa — ed è creato il modello.

Questo è micidiale perché salto dei passaggi, infatti con la tecnologia tradizionale magari avevo il disegno in 3D, ma dovevo comunque realizzare degli stampi, creare una catena produttiva e, con calma, avviare la produzione standardizzata. Con la stampa in 3D, c'è un salto molto rilevante perché schiaccio un pulsante e ho saltato, appunto, questi passaggi che ho raccontato.

Si avvicina, quindi, la ricerca e lo sviluppo all'attività produttiva perché molte di queste attività si intrecciano che, grazie anche un rimpallarsi di dati e di

informazioni, diventano molto più strette. Questo è un impatto molto grosso sul quale dovrò ritornare fra poco.

C'è finalmente una cogenerazione di valore fra molti attori coinvolti, fino all'utente finale. C'è già chi fa stampare *on line* oggetti direttamente al consumatore e poi gli vengono consegnati.

In tal senso, la catena del valore, come dicevo prima, si accorcia e diventa più integrata, quindi è davvero la tecnologia ideale, quando si parla di paradigma Industry 4.0.

Permettetemi anche quest'ultimo esempio. Siamo stati un po' abituati a usare l'immaginazione per pensare al progresso tecnologico. Nei film o anche nella realtà, magari vediamo il chirurgo che mette una maschera per la realtà virtuale e fa l'operazione chirurgica o si prepara all'operazione chirurgica con immagini virtuali. In effetti, la realtà ha superato la fantasia perché con la stampa 3D non facciamo vedere i modelli in una stanza virtuale, ma li facciamo toccare.

Questo è solo un accenno di quello che il professor Auricchio vi spiegherà meglio. Certo è che parliamo di modelli reali, non più di virtuale, quindi davvero la realtà ha superato la fantasia.

Passo la parola al mio collega per la seconda parte della relazione, dove vi racconteremo del piano strategico e del centro che abbiamo a Pavia. Grazie.

FERDINANDO AURICCHIO, *professore ordinario dell'Università degli studi di Pavia*. Circa un anno e mezzo fa, il rettore ha avuto l'idea di chiedere di avviare un processo *bottom-up*, chiedendo a tutta l'Università di evidenziare delle possibili linee strategiche. Con tutti i colleghi abbiamo creato delle idee. C'è stato anche un lungo processo di selezione anche con una commissione internazionale. Alla fine, sono state selezionate cinque linee strategiche per l'intera Università, il che non vuol dire che i ricercatori non fossero liberi di concentrarsi anche su altre cose, ma che l'Università di Pavia avesse scelto cinque argomenti nei quali crede e sui quali concentrare le attività. Uno di cinque

temi strategici è quello sulla stampa 3D. Il titolo del progetto è un po' articolato perché si parla di «modellazione virtuale e manifattura additiva in particolare con l'attenzione ai materiali avanzati». Il progetto è multidisciplinare e fa capire anche la ricchezza della tecnologia perché per esempio su diciotto dipartimenti che fanno parte dell'Università degli studi di Pavia, ben sedici partecipano al progetto.

Questo ci fa capire che è una tecnologia manifatturiera, ma anche che è una tecnologia che coinvolge molteplici interessi e ha implicazioni in tantissimi settori, quindi non è solo una tecnologia e basta. Inoltre, abbiamo creato già dei laboratori e ci sono tantissimi ricercatori coinvolti.

Posso dirvi che, da quando abbiamo lanciato questo progetto, la mia vita è completamente cambiata perché prima ero un professore universitario che faceva ricerche e insegnava, mentre attualmente, con questi argomenti, ho anche un contatto con le imprese che è vivacissimo.

In effetti, uno gli obiettivi che il rettore aveva proposto era quello di dare visibilità all'Università degli studi di Pavia sul territorio regionale, nazionale e internazionale, il che è stato molto facile perché abbiamo tantissimi contatti, trattandosi di un argomento caldo. Inoltre, questo ci fa capire che non siamo solo noi ad essere innamorati dell'argomento, ma sono tantissime le aziende che stanno a guardare o che stanno iniziando a fare i primi investimenti.

Abbiamo organizzato questo progetto molto multidisciplinare, come vedete sulla destra della diapositiva, in cinque pilastri che sono secondo me interessanti perché fanno capire la complessità e anche la ricchezza di questa nuova tecnologia.

Abbiamo un primo pilastro di attività che riguarda la modellazione e la simulazione, quindi la creazione di modelli virtuali e l'ottimizzazione degli oggetti. Un secondo pilastro, nel quale l'Italia può giocare moltissimo, è relativo ai nuovi materiali perché questa tecnologia si presta molto all'utilizzo di tanti materiali diversi. Il terzo pilastro è il manifatturiero classico, quindi occorre reinventare il ma-

nifatturiero. Il quarto pilastro riguarda tutto l'impatto socio-economico perché si tratta di una tecnologia che cambia completamente, non solo nei paradigmi di produzione ma anche di distribuzione.

In merito, mi sembra che gli Stati Uniti abbiano investito in un progetto 112 milioni di euro per stampare un oggetto sulla stazione orbitale, quindi cambiano completamente i paradigmi.

Inoltre, quasi come un vezzo, abbiamo inserito tutte le applicazioni in un unico grande pilastro, anche se i campi di applicazione possono essere tantissimi.

Per esempio, a Pavia ci siamo focalizzati su alcune attività. In particolare, una delle attività che ci sta dando grande successo e anche grande visibilità mediatica è la stampa 3D a supporto della chirurgia complessa.

Pavia è nota a livello nazionale e internazionale per la cardiocirurgia, per la chirurgia generale e per l'ortopedia. Quello che facciamo è fornire degli oggetti. Tutto ciò può risultare strano perché si passa dal paziente che è reale a un oggetto virtuale, come le immagini radiologiche, la TAC o la risonanza magnetica, e poi a un oggetto fisico che noi ricreiamo e che diamo in mano al chirurgo per pianificare l'intervento. Il chirurgo in maniera molto semplice capisce perché, come dico sempre, sa essere anche un ottimo ingegnere, qual è l'aorta fisiologia e quale quella patologia, cioè con l'oggetto in mano riesce a capire la patologia molto meglio e sulla situazione patologica riesce a pianificare l'intervento.

Si tratta di oggetti che oggi giorno ci vengono chiesti dalla chirurgia a Pavia e che forniamo. Su tali oggetti, i chirurghi pianificano l'intervento, per esempio, come in questo caso, in ambito vascolare.

C'è un'altra situazione molto interessante. Si tratta di una mandibola dove c'è stata un'asportazione dovuta alla presenza di un tumore. Noi diamo questo oggetto e anche la pianificazione chirurgica, cioè il chirurgo riesce a vedere prima che cosa deve fare in sala chirurgica. Gli elementi arancioni, come vedete, sono delle pia-

strine metalliche che il chirurgo deve modellare sulla chirurgia, cosa che può fare prima.

In effetti, noi siamo molto lanciati su tutte le applicazioni di questa tecnologia in ambito medico.

Certo, quelli che vi ho mostrato sono organi chiaramente in plastica, per cui non funzionanti e non funzionali, però c'è ricerca anche in quel settore e su questo ci stiamo muovendo, come ci sono tantissime attività di ricerca.

Un altro aspetto che è molto interessante riguarda l'ottimizzazione, cioè, cambiando il paradigma di produzione, cambia anche il paradigma di progettazione, quindi si possono ottenere strutture molto ottimizzate. In merito, non entro nel dettaglio.

Un'altra applicazione molto interessante perché si cambia completamente scala e l'oggetto che vedete in basso a destra è una trave in cemento armato di tre metri stampata in 3D. In collaborazione con l'Università Federico II di Napoli, abbiamo una grande stampante con cui stampiamo un concio in calcestruzzo che poi viene post-armato.

Cambia il paradigma di progettazione, quindi cambia il paradigma di distribuzione. C'è un mondo nuovo che si apre e che è ricchissimo di opportunità. Almeno, noi, come Università, ci stiamo lanciando in questa nuova realtà.

Certo, cambia paradigma tecnologico, ma cambia anche quello strategico organizzativo. In merito, il più grosso errore che si potrebbe fare è credere che queste tecnologie servano per fare un meglio quello stato fatto fino a oggi. Questo può essere vero, ma è anche vero che queste tecnologie servono soprattutto per fare cose nuove che prima non si facevano. Questo è un salto non banale.

Sull'impatto socio-economico, noi abbiamo individuato sei ambiti prevalenti su cui stiamo lavorando, su cui stiamo ragionando e su cui stiamo raccogliendo diversi dati e testimonianze. Cambiano i modelli di *business* perché cambia il modello con cui le imprese comprano o affittano le tecnologie. Inoltre, cambia il modello di

ricavo perché, nel momento in cui non ti do più un prodotto standardizzato ma uno che puoi personalizzare, creo anche un modello di pagamento e individuo che queste variabili cambino significativamente.

Un tema che io reputo particolarmente interessante per le implicazioni a livello di politiche industriali particolarmente significativo è quello della riorganizzazione delle catene del valori virtuali.

Certo, abbiamo imparato che il paradigma dominante — semplifico e me ne scuso — è: faccio la ricerca e lo sviluppo in Italia, ma la manifattura in Cina o dove c'è un costo del lavoro basso. In merito, qualcosa sta cambiando perché il tema è ancora aperto e ci sono ancora confini da definire perché riorganizzare la produzione con la stampa 3D ha implicazioni a livello di prototipizzazione rapida, cioè faccio il prototipo rapidamente a costo basso. Inoltre, c'è molto di più: ci sono cambiamenti nella logistica perché molti prodotti vengono fatti direttamente, quando servono e soprattutto se il pezzo non è molto complesso o c'è bisogno di poche quantità, per cui è meglio stamparli.

A riguardo, il caso Boeing è interessantissimo. Si sono riorganizzati radicalmente e hanno dato il benservito a diverse migliaia di aziende asiatiche perché, avendo bisogno di pochi pezzi saltuariamente, ormai se li stampano.

Per quanto riguarda la logistica, Amazon sta facendo degli investimenti enormi in *3D printing* perché, anziché trasferire un prodotto che magari non vale da un punto all'altro, lo si realizza direttamente. Addirittura, hanno rilasciato un brevetto per liberalizzare molti prodotti sul camion. Il camion riceve l'ordine, stampa il pezzo e lo consegna direttamente.

Stiamo vedendo che questo ha un impatto molto rilevante sull'organizzazione dell'attività produttive su scala globale, quindi i confini sono ancora da capire. Inoltre, farei il venditore di fumo, se dicessi che sappiamo già perfettamente come funziona. Certo, il tema è interessante e va capito meglio, anche perché

diventa un'ulteriore grande *chance* per riportare la manifattura nei Paesi avanzati.

Inoltre, se leggete le interviste recenti, il CEO di General Electric dice che i loro investimenti saranno riportare la produzione, grazie alla tecnologia additiva, negli Stati Uniti. Motorola insieme a Google ha fatto il nuovo *smartphone* completamente negli Stati Uniti, cioè il Moto X è completamente fatto negli Stati Uniti e in larga parte con pezzi stampati in 3D.

Riguardo la proprietà intellettuale, andrò veloce, anche se ci sono molti impatti. Ve ne indico uno simpatico, ma ce ne sono ancora altri interessanti. Amazon sta lavorando sul vendere, anziché il prodotto, il *file*. In effetti, se le stampanti 3D diventeranno diffuse in casa, perché ti devo mandare a casa, per esempio, una tazza, quando basta darti il *file* con cui puoi stamparla. Sto forse un po' esagerando, ma la direzione è questa.

Tuttavia, mi chiedo, nel momento in cui ho adottato il *file* che può essere condiviso, quante stampe io posso fare oppure, avendo la possibilità di personalizzare il prodotto, quanto posso personalizzarlo o quanto mi posso ispirare, per esempio, nel fare una montatura di occhiali, cosa che già avviene e che, se volete, possiamo fare oggi stesso, nel copiare lo stile di Luxottica o altri. In merito, ci sono delle implicazioni interessanti e ancora studiare.

Riguardo l'impresa circolare, posso dirvi che costruire un prodotto di questo tipo, significa anzitutto non avere scarti perché, se, anziché partire dal pezzo e togliere quello che non mi serve, parto da zero, non ho scarti.

L'enorme studio sui materiali — per questa tecnologia lo studio sui materiali è fondamentale — porta a migliorare anche l'impatto ambientale.

Su *privacy* ed etica, vorrei riportarvi un elemento curioso per un argomento che magari è ancora più importante. Forse avrete visto anche voi che negli Stati Uniti c'è chi ha stampato la pistola 3D in casa. Mi chiedo come ciò sia possibile.

Concludo con un *flash* di pochi secondi per dirvi con chi stiamo collaborando. Collaboriamo con tantissimi, ma con due su tutti: con la University of Sussex abbiamo un progetto direttamente su questi argomenti e collaboriamo anche con diversi ricercatori di Harvard Business School. Riteniamo, quindi, di avere una rete piuttosto forte.

Certo, siamo un po' in ritardo, ma, rapidamente, vorrei aggiungere che dai primi studi e dai primi dati che stanno emergendo si evidenzia che c'è molto ottimismo, anche se siamo anche molto indietro dove c'è da lavorare.

Punto primo: le imprese italiane vedono uno spettro di applicazioni relativamente ristretto, concentrandosi su due o tre applicazioni, magari non necessariamente le migliori, per cui c'è bisogno di fare cultura per fargli capire che con Industry 4.0 e il *3D printing* si possono fare tante cose.

Vi ripeto che sono costretto a essere rapido perché i tempi sono ristretti. Tuttavia, vorrei dirvi anche che manca la cultura e le competenze che sono da valorizzare, che i processi di comunicazione sono disorganici e che le aziende fanno anche fatica a capire quali siano le opportunità perché tutti raccontano la propria e, forse, anche noi diamo un contributo a creare confusione, quindi chiediamo scusa.

C'è bisogno di fare coordinamento e far capire alle aziende cosa davvero si può fare e dare messaggi più concreti. Abbiamo bisogno di un modello nostro di Industry 4.0, per cui stiamo attenti a non « scimmiettare » gli Stati Uniti o la Germania perché potrebbe essere molto pericoloso. A nostro avviso, abbiamo tutte le carte in regola per puntare innanzitutto sulla creatività perché la stampa additiva che è il nostro secondo pilastro fondamentale rappresenta l'emblema e la concretizzazione delle capacità creative, quindi chi, se non l'Italia, può valorizzare al massimo questo enorme potenziale?

PRESIDENTE. Do la parola ai colleghi che intendano intervenire per porre quesiti o formulare osservazioni.

ADRIANA GALGANO. Grazie per l'interessante relazione. Io ho una curiosità, in merito a quello che avete detto, cioè sul fatto che le merci potranno rientrare in produzione dall'estero, o che potremo stampare, per esempio, una tazza in casa. In questo ambito, sono state fatte delle valutazioni di impatto sulla logistica? Quale sarà il ruolo della logistica in tutto questo, cioè nell'integrazione delle aziende eccetera? Quale sarà il saldo netto?

LORENZO BASSO. Vorrei, velocemente, fare alcune domande, di cui una è sulle tecnologie. Ho sentito per la prima volta parlare di manifattura additiva oltre che di stampa 3D. La stampa 3D — ne discutevamo anche col collega — non è fatta soltanto con plastica, ma, oramai, anche con metalli e con nuove leghe fatte dalla sovrapposizione di strati atomici, quindi con « materiali » mai provati finora. In merito, il tema è: quanto questi possano essere utilizzati all'interno degli attuali processi produttivi e degli attuali macchinari, visto che possiamo creare dei pezzi che prima non erano possibili con le normali lavorazioni, e quanto questo potrebbe essere utilizzato all'interno della nervatura industriale del nostro settore manifatturiero di *medium tech* italiano, se ce ne fosse la possibilità.

L'altra domanda, invece, è più socio-economica. Può essere un'opportunità il fatto di poter stampare ovunque, soprattutto per un Paese come l'Italia dove abbiamo una piccola e media impresa ovvero una micro-impresa in cui contava molto anche il saper fare e la parte manuale, quindi, se non artigianale, la nostra è una via di mezzo tra la produzione industriale e una produzione industriale di pezzi quasi unici e artigianali. Il mettere a sistema e la possibilità di produrre con una produzione creativa che può essere fatta dovunque e una stampa che a quel punto non ha più bisogno una competenza e di una trasmissione per

generazioni di capacità nel saper fare non potrebbe essere un fattore di fortissima penalizzazione rispetto alla nostra struttura delle piccole e medie imprese?

FERDINANDO AURICCHIO, *professore ordinario presso l'Università degli studi di Pavia*. Certo, di tecnologie ce ne sono tantissime: plastica, metalli, nuovi materiali eccetera. Tuttavia, io non penso che questo sia uno svantaggio perché si tratta di una tecnologia — questo è il termine che uso sempre — « abilitante », cioè che permette di fare delle cose. Noi diciamo di essere creativi, quindi, se abbiamo la possibilità di farle, le faremmo.

Naturalmente, ci vuole inventiva e ci vuole creatività perché cambiano i paradigmi e cambiano alcuni schemi. Bisogna reinventare. In tal senso, noi stiamo facendo già alcune attività con delle aziende. Un esempio per tutti: in un'azienda *leader* al mondo di pompe e valvole di Milano, con questa tecnologia, bisogna inventare la nuova progettazione. Tuttavia, questo è anche un sistema per superare dei *gap*. In Italia, ci sono stati dei grandi investimenti, forse non così grandi come in altri Paesi. Questa azienda mi ha detto: « con questa tecnologia che abbiamo portato in casa, riusciamo in tempi rapidissimi a fare prototipi funzionanti, quindi a vincere le gare nel mondo ». In questo, io non vedo una limitazione per il mondo italiano, anzi è uno stimolo a inventare nuove cose. Certo, capisco la paura per l'artigianato.

Vi riporto un'esperienza personale. La stampante 3D, fino a circa un mese fa, si comprava dal giornalaio, ma vi garantisco che, comprandola, non avreste stampato nulla perché, come accade in tutti i processi produttivi, anche questo va ben tarato per funzionare.

Certo, c'è l'idea della stampante che fa tutto, ma va detto che è una macchina che va ben tarata sul processo e sull'oggetto, quindi c'è moltissimo spazio per la capacità dell'artigiano, così come per esempio soprattutto sulle plastiche dove noi abbiamo una grandissima tradizione perché

c'è plastica e plastica e c'è oggetto e oggetto. Si tratta di un mondo che si apre veramente incredibile.

STEFANO DENICOLAI, *professore associato dell'Università degli studi di Pavia*. Vorrei rispondere rapidamente a due domande molto interessanti.

Riguardo la logistica, alcuni degli esempi che ho citato erano emblematici, anche se io per primo non credo tantissimo che la stampa a casa della tazza sarà una rivoluzione.

Fra gli ambiti dove, invece, la rivoluzione è molto vicina e sta diventando molto concreta, c'è quello della logistica. Stiamo facendo alcuni studi per darvi anche dei numeri sull'impatto in percentuale, sui costi relativi e sulle condizioni dove questo è possibile. Purtroppo, a oggi non li abbiamo, però posso dirvi che è uno degli ambiti dove si è più avanti.

Certo, a seconda delle parti o dei pezzi e della loro complessità e della numerosità di cui ho bisogno, ci si può riorganizzare, facendo in modo che la stampa 3D diventi più conveniente. Stiamo studiando i *break even point*, dove queste due variabili principali fanno sì che sia più opportuno un modo più di un altro. Tuttavia, veramente l'impatto, se per le altre cose era più di colore, qui è veramente radicale.

Boeing e General Electric hanno fatto investimenti enormi. La stessa General Electric, nell'ambito dell'*aviation* dove la stampa 3D è più diffusa, ha fatto l'impianto produttivo *additive manufacturing* più grande del mondo in Italia, vicino a Novara. Questo è interessante.

Sulla logistica non vi so ancora dare dei numeri perché siamo agli inizi, ma posso dirvi che sono numeri importanti e che, in quell'ambito, la rivoluzione avanza.

Vorrei rapidamente rispondere a un'altra domanda molto interessante che si collega a quanto vi ho detto in apertura:

se consideriamo questi aspetti per rifare quello che facciamo già oggi, prenderemo delle batoste.

Abbiamo bisogno di sviluppare la cultura e soprattutto le competenze. Certo, si tratta di una sfida, quindi ha ragione lei a dire che è pericoloso. Voglio dire che, se mi chiedete se è una tecnologia pronta, cioè *ready to use*, che ci farà cambiare il tessuto produttivo italiano in meglio, vi rispondo di no perché è una sfida.

Le aziende vanno accompagnate e bisogna offrirgli le competenze e le culture. Stiamo intervistando le aziende che vendono le stampanti 3D e la frase più comune che stiamo raccogliendo è: « io la vendo, ma poi gli acquirenti si rendono conto che non sanno utilizzarla o non sanno utilizzarla come vorrebbero ». Da un lato, c'è un'enorme opportunità, dall'altro è vero che è un pericolo. Sta appunto a tutti noi, ognuno con la sua parte, accompagnare questo processo perché è vero quello che dice lei sul tema degli artigiani, ma è anche vero, se lo vede dall'altra parte, che noi forse abbiamo delle carte in più per fare questo passaggio sul fronte creativo. Questa è la mia opinione.

PRESIDENTE. Vi ringraziamo e vi chiediamo di tenerci aggiornati sulle vostre ricerche.

Autorizzo la pubblicazione della documentazione consegnata in calce al resoconto stenografico della seduta odierna (*vedi allegati 9 e 10*).

Dichiaro conclusa l'audizione.

La seduta termina alle 13.25.

IL CONSIGLIERE CAPO DEL SERVIZIO RESOCONTI
ESTENSORE DEL PROCESSO VERBALE

DOTT. RENZO DICKMANN

*Licenziato per la stampa
il 13 giugno 2016.*

STABILIMENTI TIPOGRAFICI CARLO COLOMBO

ALLEGATO 1

Indagine Conoscitiva Commissione Attività Produttive della Camera dei Deputati

Marco Cantamessa – Politecnico di Torino, I3P S.c.p.a. e Associazione PNICube

Abstract

Il cambiamento associato a “Industria 4.0” costituisce per l’industria e l’economia italiana un’occasione straordinaria di rilancio, potendo far leva su competenze significative e diffuse nel nostro tessuto imprenditoriale e nel sistema nazionale dell’innovazione. Tuttavia, esistono criticità che potrebbero frenare una compiuta transizione verso questo nuovo paradigma industriale, con serie conseguenze sulla competitività del Paese: l’assenza di grandi *player*, un’eccessiva focalizzazione sugli aspetti “digitali” di Industria 4.0, la frammentazione del nostro tessuto industriale, e le difficoltà incontrate dalle imprese a più elevato potenziale di crescita. Ciò richiede l’individuazione di un ampio quadro di *policy* che non si limiti a replicare modelli passati, applicandoli alle tecnologie connesse a Industria 4.0, ma punti a creare le precondizioni, a facilitare le trasformazioni e, soprattutto, a premiare i risultati.

Introduzione

Signor Presidente, Onorevoli membri della Commissione, ringrazio innanzitutto per l’invito a questa audizione, che va a toccare un tema di importanza strategica per il futuro dell’industria del nostro Paese.

Il mio contributo nasce da una duplice prospettiva, che deriva sia dal mio essere docente universitario di “Tecnologie e Sistemi di Lavorazione” presso il Politecnico di Torino, sia dal mio impegno nel settore delle startup e delle spinoff universitarie. In tale ambito, dal 2008 ricopro la carica di Presidente dell’Incubatore d’impresa del Politecnico di Torino, uno dei principali a livello europeo e, dal 2014, di Presidente di PNICube, l’associazione italiana che raccoglie Atenei e incubatori universitari impegnati in percorsi di accompagnamento all’imprenditorialità. I suoi 39 soci contribuiscono, con il supporto dato a spinoff e startup, alla nascita di circa il 20% delle startup innovative italiane, una parte quindi numericamente consistente e, soprattutto, altamente qualificata dal punto di vista degli *asset* tecnici e scientifici che vengono portati sul mercato¹.

Svilupperò la relazione evitando di ripetere definizioni a voi già ben note sulle traiettorie tecnologiche che vanno collettivamente sotto il nome di “Industria 4.0”. Propongo invece di iniziare con una lettura delle opportunità e delle minacce che, per il nostro Paese, conseguono a tale cambiamento, per passare quindi ad alcune considerazioni che spero possano essere utili nel delineare efficaci azioni di politica industriale.

Industria 4.0 e industria italiana – opportunità e minacce

Ciò che oggi va sotto il nome di “Industria 4.0” costituisce un quadro interpretativo di natura pre-paradigmatica, con il quale si individuano gli ingredienti costitutivi di un paradigma industriale emergente, che probabilmente determinerà una rivoluzione industriale paragonabile a quelle che si sono succedute negli ultimi tre secoli. Nel caso di “Industria 4.0” non si ha una singola e rivoluzionaria tecnologia abilitante (es. l’elettrificazione) ma, piuttosto, un *bundle* di tecnologie che vengono ad aggregarsi in modo sistemico – e in parte imprevedibile – in nuovi paradigmi produttivi. Questi paradigmi sottenderanno innovazioni di

¹ In ambito universitario nascono circa 200 start up ogni anno, tra spin off universitari riconosciuti ex DM 168 del 10/10/2011, e start up fondate da neolaureati o da imprenditori esterni, che vengono accompagnate nei percorsi di preincubazione e incubazione attuati dagli Atenei (Rapporto Netval 2014 e stime successive). Negli ultimi anni, il 40% circa di queste start up ha proposto innovazioni pertinenti a “Industria 4.0”.

natura assai diversa, anche a seconda del settore: di processo, organizzative, di prodotto, e di modello di business. Pertanto, stiamo parlando di una *rivoluzione in divenire*.

Una *rivoluzione*, dunque. Come tutte le rivoluzioni, essa determinerà l'emergere di vincitori e il declino di vinti. Vincitori e vinti saranno, a seconda dell'unità di analisi, singole imprese, specifici settori industriali, e anche Paesi. Per avere un'idea della rilevanza di questa rivoluzione, basta guardare agli investimenti previsti nel prossimo futuro da parte di player "industriali"², ma anche a quelli attuati dall'impresa che tutti consideriamo iconica del settore Internet, ovvero Alphabet (ex Google)³.

Una rivoluzione, ma *in divenire*. Pertanto, l'Italia è ancora in tempo non solo per prendervi parte, ma anche per plasmarla. Il paradigma industriale dei prossimi decenni viene infatti oggi prefigurato dai *report* degli analisti, ma non è ancora stato determinato. L'industria italiana ha quindi la *chance* di lavorare su "Industria 4.0" non solo come adottatrice di soluzioni tecnologiche definite altrove ma, almeno in parte, come interprete attivo e capace di proporre innovazioni.

Questa affermazione non deriva da un vago orgoglio patriottico, ma dalla constatazione che l'Italia è rimasta, nonostante la profonda crisi economica di questi anni, una grande potenza manifatturiera. Essa dispone ancora di un elevato *know-how* tecnico diffuso nelle diverse filiere produttive, che è continuamente alimentato da Atenei che preparano laureati STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics) di riconosciuta professionalità, anche se in numero ancora insufficiente⁴. Se opportunamente colta, "Industria 4.0" è dunque una straordinaria opportunità per un Paese "manifatturiero" come il nostro. In una battuta, quando i prodotti che definiranno l'industria del futuro diverranno prodotti di massa, è verosimile che la loro ingegnerizzazione e produzione (così come quella delle macchine che li produrranno) possa avvenire, con significativo vantaggio competitivo, negli uffici tecnici e nelle fabbriche del nostro Paese⁵. Se però queste attività dovessero localizzarsi in altri territori, il fallimento nel cogliere questa opportunità si trasformerebbe in una ennesima e forse definitiva riconferma del declino del nostro Paese.

Non possiamo quindi limitarci a guardare a "Industria 4.0" come a un'opportunità, omettendo di affrontare le debolezze che potrebbero invece impedire di coglierla, rendendola una minaccia. Propongo a questo riguardo quattro elementi di riflessione, i primi due di natura tecnologica, gli altri di natura economica.

- Il primo deriva dalla genesi di "Industria 4.0", che si basa sulle *roadmap* di sviluppo dell'industria tedesca, la quale annovera player "sistemisti" di livello mondiale, quando l'Italia non ha nessuna impresa di questo tipo e calibro. Vi è quindi il rischio che l'eventuale affermazione di tecnologie e standard proprietari porti a divenire passivi adottatori di tecnologie estere, e in particolare delle piattaforme di integrazione sulle quali opereranno macchine e dispositivi⁶. Una tale eventualità potrebbe anche condurre a perdere il controllo sul vasto patrimonio di dati che origineranno da

² PWC stima investimenti, nella sola Germania, pari a 40 miliardi di Euro ogni anno di qui al 2020 (PWC, "Industry 4.0 – Opportunities and challenges of the industrial internet", 2015). Una tale cifra può essere considerata come un *benchmark* in base al quale orientare una politica industriale per il nostro Paese.

³ Nell'annunciare i risultati 2015 il 1/2/16, Alphabet ha per la prima volta scorporato il conto economico di Google, sua principale business unit, dalle cosiddette *other bets*. La spesa 2015 in queste *other bets*, molte dei quali riconducibili ai temi affini a "Industria 4.0", ammontava a circa 4 miliardi di dollari.

⁴ In base alle statistiche OCSE, l'Italia ha uno stock di laureati molto basso (22.7% nell'intervallo 25-34 anni, contro una media OCSE di 40.5%). Per quanto riguarda la frazione di *nuovi* laureati nelle discipline STEM, l'Italia ha da poco iniziato a colmare il gap che la divideva dai partner europei, ma ciò non è ancora sufficiente a recuperare il gap riscontrabile nello stock della forza lavoro e, soprattutto, le future prospettive di crescita (Parlamento Europeo, Encouraging STEM studies for the Labor Market, Marzo 2015).

⁵ Questo potrà avvenire sia ad opera di imprese italiane, sia attraendo unità operative di aziende estere. Già oggi abbiamo evidenza di start up italiane che riescono a passare dalla fase prototipale alle prime produzioni senza la necessità di significativi investimenti, potendo operare in stretta collaborazione con le imprese del territorio. In modo simile, si iniziano a osservare casi di start up estere attratte in Italia da questa medesima prospettiva.

⁶ Henning Kagermann, tra gli attori di maggior spicco nel panorama tedesco di "Industria 4.0" ha recentemente affermato "*whoever controls the platforms will rule the future*" (The Economist, 21 novembre 2015).

“Industria 4.0”. Un’efficace politica industriale per l’Italia dovrà pertanto perseguire l’affermarsi di standard aperti. Dovrà inoltre individuare una sana via di mezzo tra il seguire i trend a livello mondiale, perché non si può certo andare controcorrente, e il ricercare traiettorie che permettano di valorizzare al massimo le competenze e gli *asset* industriali e di conoscenza che il nostro Paese ancora possiede⁷.

- La seconda riflessione deriva dal rischio che il paradigma “Industria 4.0” venga confuso con il più ristretto concetto di “digitalizzazione dell’industria”. È fondamentale che si lavori sull’aspetto “digitale”, ma anche sulle nuove tecnologie di produzione che ne sono complementari. Il primo esempio a venire in mente è quello dell’*additive manufacturing*, che comporta innovazioni nel processo produttivo, nei materiali impiegabili (es. leghe intermetalliche, polimeri e compositi) e nelle geometrie progettabili. L’*additive manufacturing* non è però l’unica tecnologia emergente, e la futura competitività dell’industria si baserà anche sulla capacità di operare altri processi di trasformazione innovativi, capaci di operare anche su materiali non convenzionali (es. lavorazioni di vario tipo con laser o fascio elettronico, microfabbricazione, nuovi processi di giunzione, ecc.), anche integrandoli tra di loro e con i processi più tradizionali. Nasce pertanto l’esigenza di definire una politica industriale che coltivi non solo gli aspetti “digitali”, ma anche quelli più propriamente industriali, che si integrano strettamente con aspetti legati alla componentistica “smart” (sensori, sistemi di *energy harvesting*, ecc.). A questo riguardo sottolineo come, in ambedue questi ambiti, digitale e industriale, l’Italia abbia significative competenze nella ricerca e nel trasferimento tecnologico su tutto il territorio nazionale.
- La terza riflessione nasce dalla natura dell’industria italiana, la quale ha sì significative competenze, ma soffre anche di importanti limitazioni. Come è noto, le imprese italiane sono dimensionalmente frammentate, sottocapitalizzate, poco aperte ad azionisti esterni, tendono a una gestione operativa familistica e scarsamente manageriale, hanno scarsa propensione ad assumere e valorizzare personale laureato e sono assai lente nell’adottare innovazioni relative a tecnologie sulle quali non hanno adeguata esperienza⁸. Vi è pertanto il rischio che questa struttura industriale renda lenta e difficile l’adozione delle innovazioni relative a “Industria 4.0”⁹. Da ciò, nasce l’esigenza che una politica industriale su Industria 4.0 non si limiti all’aspetto tecnologico, ma abbia anche l’obiettivo di irrobustire la struttura delle nostre filiere produttive. Per essere più chiaro, quando leggo che questa Commissione intende “... individuare un modello nazionale di fabbrica digitale che tenga conto di tutti gli aspetti specifici del sistema produttivo nonché delle dimensioni delle imprese italiane” mi chiedo se questo “tener conto” consideri le dimensioni delle imprese italiane come un problematico dato di partenza, oppure come un vincolo. Nel primo caso si tratterebbe di un approccio di *policy* corretto e realista. Nel secondo, di un grave errore strategico, che potrebbe addirittura condurre a frenare la crescita di quelle imprese che hanno il potenziale di divenire *leader* nei prossimi decenni.
- Questo apre all’ultima riflessione, che nasce dalla constatazione che le rivoluzioni tecnologiche sono sempre accompagnate, in modo evolucionistico, da profondi processi di mutamento delle filiere produttive, dall’emergere di nuovi *player* e dal fallimento di imprese *incumbent*. In questi processi, le *start up* hanno un ruolo fondamentale, che siano esse stesse a crescere e a diventare grandi imprese, o che fungano da vettori di innovazione nei confronti delle imprese esistenti, operando come loro fornitrici, o venendone acquisite. È pertanto opportuno che una *policy* su “Industria 4.0” operi in modo coordinato con la positiva politica di supporto alle *start up* e PMI innovative di cui il nostro Paese si è

⁷ Anche se ciò ha solo una valenza simbolica, lo stesso uso del termine “Industria 4.0” denota un appiattimento su un modello “esogeno”, e andrebbe forse sostituito con altri termini.

⁸ Si consiglia vivamente, per una efficace lettura del gap innovativo che deriva dalla struttura industriale del nostro Paese, Bugamelli M., Cannari F., Lotti F., Magri S.G., “Il gap innovativo del sistema produttivo italiano: radici e possibili rimedi”, Quaderni di Economia e Finanza n.121, Banca d’Italia, 2012.

⁹ Qualche osservatore suggerisce che le tecnologie legate a “Industria 4.0” possano attenuare quelle economie di scala che rendono scarsamente competitive le nostre PMI, e creare pertanto interessanti opportunità per imprese piccole e flessibili. Tuttavia, le PMI italiane sono così piccole e arretrate che, senza una loro crescita dimensionale e un aumento della loro propensione all’innovazione, si rischia che le medesime tecnologie di “Industria 4.0” non vengano nemmeno adottate.

recentemente dotato¹⁰. Segnalo però il permanere di significative difficoltà che le *start up* italiane incontrano nella crescita, difficoltà che sono prevalentemente da associarsi alla debolezza della domanda di innovazione. A questo riguardo, ritengo che la ben nota scarsità di *venture capital*¹¹ che caratterizza il nostro Paese non sia la causa della mancata crescita delle *start up*, quanto un suo sintomo, segno gli investitori italiani non vedono sufficiente ritorno dagli investimenti in questa *asset class*. La politica industriale dovrà pertanto agire in modo da stimolare la domanda di innovazione, sia a livello privato che pubblico, con importanti iniziative di *Public Technology Procurement*. Al contempo, dovrà agevolare lo spostamento verso l'economia reale di una parte consistente di quella grande ricchezza privata italiana, che oggi langue in investimenti scarsamente redditizi, o alimenta il PIL di altre economie¹².

Azioni di policy – principi e possibili misure

Stante l'ampiezza dei cambiamenti derivanti dall'emergente paradigma industriale, ma anche l'incertezza sulla sua effettiva evoluzione, la politica industriale di "Industria 4.0" non potrà essere troppo "dirigista", ma dovrà piuttosto favorire l'evoluzione e la diffusione delle tecnologie abilitanti, agevolando i conseguenti cambiamenti. Al contempo, la memoria del programma "Industria 2015" del 2008, con le sue mille problematiche attuative e il suo limitato impatto, dovrebbe suggerire di non ripetere gli errori del passato e, semmai, tentare di portare innovazione anche nelle politiche a supporto dell'innovazione.

Mi permetto pertanto di suggerire l'organizzazione di azioni di *policy* in tre "fasi": creare le condizioni, agevolare i processi di cambiamento, e premiare i risultati.

	Motivazioni	Proposte di <i>policy</i>
Creare le condizioni	<p>Le trasformazioni associate a "Industria 4.0" sono profonde, e rischiano di non decollare a causa di carenze strutturali.</p> <p>E' pertanto necessario assicurarsi che l'industria italiana disponga dei fattori minimali necessari ad avviare il processo.</p> <p>Inoltre, è necessario individuare una <i>roadmap</i> di innovazione che coniughi le opportunità di mercato con le competenze nazionali, senza per questo cadere in un "dirigismo" incoerente con la natura ancora "aperta" del paradigma "Industria 4.0".</p>	<p>Sviluppare una <i>roadmap</i> tecnologica nazionale sul tema Industria 4.0.</p> <p>Stimolare un aumento del numero di laureati STEM.</p> <p>Assicurare la disponibilità di connettività a banda larga nei territori.</p> <p>Operare in campo internazionale per assicurare standard aperti e non proprietari.</p>
Agevolare i processi di cambiamento	<p>"Industria 4.0" richiederà importanti processi di adozione di nuove conoscenze e tecnologie, i quali vanno resi fluidi e rapidi.</p> <p>Inoltre, la transizione richiederà una nuova struttura industriale, con una profonda ricomposizione delle filiere e dei settori, una crescita dimensionale delle imprese, e la loro progressiva managerializzazione. Questi processi possono essere difficilmente pianificati, ma senz'altro agevolati.</p>	<p>Introdurre incentivi fiscali per operazioni di M&A, in particolare se coinvolgenti <i>start up</i>.</p> <p>Ridurre in modo significativo il cuneo fiscale per <i>middle manager</i> e/o personale con elevata qualificazione.</p> <p>Accelerare i processi di trasferimento tecnologico mediante la creazione di fondi <i>proof of concept</i> destinati a <i>startup</i> e</p>

¹⁰ I riferimenti normativi sono numerosi, e si trovano riassunti nell'apposita pagina del Ministero dello Sviluppo Economico <http://www.mise.gov.it/index.php/it/impresa/competitivita-e-nuove-impese/start-up-innovative>

¹¹ Le statistiche AIFI indicano, negli ultimi anni, operazioni *early stage* annue per meno di 100 milioni di Euro. Si tratta di una cifra che è di almeno un ordine di grandezza inferiore a quella dei nostri grandi partner europei.

¹² A fine 2014, la ricchezza finanziaria delle famiglie italiane ammontava a poco meno di 4000 miliardi di Euro (Bollettino Statistico della Banca d'Italia XXV, 29). Non è irragionevole immaginare di poter favorire l'allocazione dell'1% di questa ricchezza nell'arco di 10 anni, vale a dire mobilitare 4 miliardi di investimenti ogni anno.

		<i>spinoff</i> universitarie.
Premiare i risultati	<p>Da soli, i tradizionali meccanismi basati su <i>call for proposal</i> ed erogazione di contributi e finanziamenti a tasso agevolato difficilmente potranno funzionare, a causa della difficoltà di selezione e gestione, e del limitato impatto industriale.</p> <p>E' opportuno affiancare misure basate sulla domanda che, anziché andare a "premiare tante promesse", consentano ai pochi che sono in grado di realizzare risultati concreti (e ai relativi finanziatori) di appropriarsi del valore economico generato.</p>	<p>Introdurre incentivi fiscali e/o contributivi collegati alla crescita aziendale, sul modello delle "<i>PME de croissance</i>" francesi.</p> <p>Abbatte le aliquote sulle rendite finanziarie derivanti da investimenti nell'"economia reale in crescita" (es. fondi di <i>private equity</i> e <i>venture capital</i>).</p> <p>Attuare un programma nazionale di <i>Public Procurement of Innovation</i> sul modello SBIR, e che vada oltre al concetto di <i>Pre-Commercial Procurement</i>. Il programma potrà agire sugli acquisti delle PP.AA. e delle imprese a partecipazione pubblica.</p> <p>Introdurre agevolazioni fiscali alle imprese esportatrici, in quanto riconosciute dal mercato come competitive.</p>

Nel ringraziare per l'attenzione, rimango a disposizione per eventuali approfondimenti.

Roma, 12 febbraio 2016

Marco Cantamessa

ALLEGATO 2

CBA

STUDIO
LEGALE E TRIBUTARIO

La rivoluzione industriale 4.0
X Commissione Camera dei Deputati
Indagine conoscitiva - Audizione

*Luca
Simone
Scarani*

12/02/2016



STUDIO
LEGALE E TRIBUTARIO

Sommario

- Introduzione: focus e prime riflessioni su esigenze e contenuti
- Prima parte: mappatura delle aziende orientate all’innovazione; investimenti pubblici e privati finora messi in campo
- Seconda parte: Quali leve azionare per lo sviluppo di Industria 4.0?
- Sintesi e conclusioni



STUDIO
LEGALE E TRIBUTARIO

Introduzione

Focus e prime riflessioni
su esigenze e contenuti

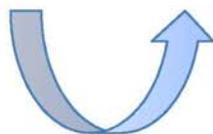
STUDIO
LEGALE E TRIBUTARIO

Premessa

Da dove partire?

Punto di partenza: programma dell'indagine conoscitiva

- Industria 4.0 / IoT = integrazione di oggetti in una rete universale; fusione tra mondo reale e virtuale («sistema misto cyberfisico»)
- Settori centrali: app, mondo finanziario, biotecnologie, nanotecnologie, informatica quantistica, produzione alternativa e accumulo dell'energia, telco, robotica, veicoli autoguidati, scienza dei materiali, droni e loro impiego, biomedica



Caratteristiche comuni?

**PREVALENZA DEL «VALORE AGGIUNTO IMMATERIALE»
RISPETTO ALL'IMPIEGO DI FATTORI PRODUTTIVI MATERIALI**

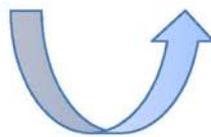
STUDIO
LEGALE E TRIBUTARIO

Premessa

Da dove partire?

Punto di partenza: programma dell'indagine conoscitiva

- Comunicazioni Commissione Europea 2012 e 2014: inversione flusso investimenti industriali, necessario miglioramento di condizioni di mercato, accesso a finanziamenti e mercato dei capitali, miglioramento capitale umano e competenze
- Sostegno verso forme industriali sostenibili e digitalizzazione delle filiere



Quali sono gli attori principali?

**LAVORATORI ALTAMENTE QUALIFICATI; INDUSTRIE CHE VOGLIONO
INVESTIRE IN INNOVAZIONE; BANCHE; INVESTITORI IN EQUITY**

STUDIO
LEGALE E TRIBUTARIO

Premessa

Obiettivo dell’Audizione

Quali leve analizzare? (fra le altre)

- Deliberare strumenti fiscali ad hoc e fare leva sul credito di imposta
- Istituire una cabina di regia in grado di rimuovere eventuali vincoli normativi, effettuare interventi regolatori a sostegno dello sviluppo in specifici ambiti, favorire processi di innovazione.

Quale la finalità dell’Audizione?

- «Appare opportuno acquisire preliminarmente elementi conoscitivi quali una mappatura delle aziende già orientate a questo modello, degli investimenti pubblici e privati finora messi in campo, al fine di effettuare una valutazione dell’impatto della fabbrica digitale sul sistema industriale italiano e sull’occupazione. Ciò al fine di favorire l’evoluzione del tessuto industriale italiano per accrescerne la competitività sui mercati internazionali. Un’analisi dei singoli comparti produttivi può consentire di individuare le priorità di azione e le barriere e ostacoli da rimuovere, partendo dall’impatto che la digitalizzazione della manifattura avrà sul processo e sullo sviluppo del prodotto-servizio.»



STUDIO
LEGALE E TRIBUTARIO

Prima parte

mappatura delle aziende orientate all'innovazione
investimenti pubblici e privati finora messi in campo

Prima parte

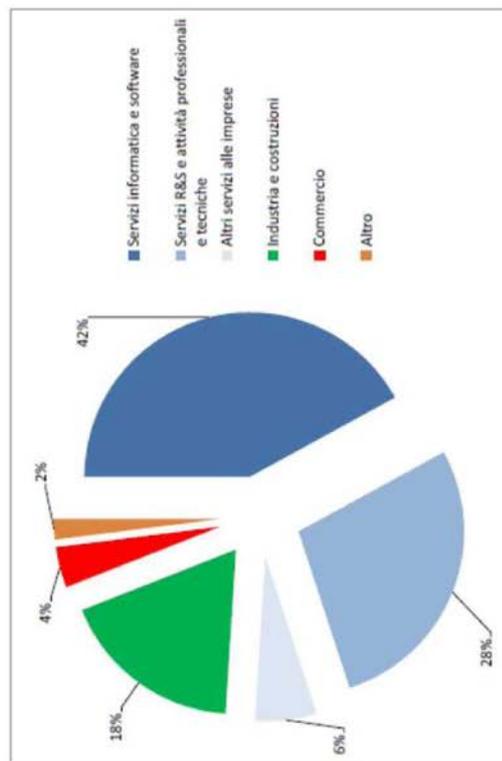
Mappatura delle aziende orientate all'innovazione

- Start-up innovative
- PMI innovative
- Le prime più note, le seconde recenti
- Settori: digitale, servizi, costruzioni, ...
- Giudizio sulla normativa in sé:
 - ❖ Qualche sgravio economico
 - ❖ Molte semplificazioni e facoltà
 - ❖ Apprezzabili incentivi fiscali (detrazione)

Sono buone norme: riguardano una ampia gamma di settori (fiscale / civilistico / fallimentare), consentono la creazione di un «micro-sistema» imprenditoriale favorevole. MA: tali buone condizioni riguardano l'ambiente di impresa, non le relazioni all'esterno...



STUDIO
LEGALE E TRIBUTARIO



Fonte: Relazione MISE

STUDIO
LEGALE E TRIBUTARIO

Prima parte

Mappatura delle aziende orientate all'innovazione

- **Elementi critici:**
- ❖ Ambito applicativo «ristretto»
 - ❖ Nei confronti di diversi enti si lavora «a compartimenti stagni»
 - ✓ Agenzia delle Entrate, INPS, INAIL
 - ✓ Camere di Commercio
 - ✓ Enti Locali
 - ❖ Ancora tanti adempimenti (da spiegare specialmente agli stranieri...)
 - ❖ Scarso supporto da parte del ceto bancario
 - ❖ Assenza di uno «scalino intermedio» tra il BA ed il Venture Capital (cfr. slide seguente)
 - ❖ Tempi lunghi nella monetizzazione dei crediti tributari (rimborsi IVA)
 - ❖ Rapporto carente Università – imprese
 - ❖ *Base Erosion and Profit Shifting (BEPS)*

Alcuni di questi punti sono stati evidenziati nella «Relazione al Parlamento sullo stato di attuazione della normativa a sostegno delle startup e delle PMI innovative» di settembre 2015 a cura del Ministero dello Sviluppo Economico.

STUDIO
LEGALE E TRIBUTARIO

Prima parte

Investimenti pubblici e privati finora messi in campo

Con segnato riferimento alla problematica di cui all'oggetto si evidenzia che, quantomeno nell'esperienza personale, collocando la suddivisione delle fasce in maniera assolutamente arbitraria:

- La fase «seed» è sufficientemente supportata
- Il «primo round» di investimenti (50 K - 200 K) viene coperto da Business Angels
- **Il «secondo round» di investimenti (200 K - 500 K) è pressoché assente e rappresenta oggi un problema nel nostro ecosistema**
- Il «terzo round» di investimenti (> 500 K) è disponibile solo nei casi di intervento di VC che generalmente operano sul mercato internazionale: i fondi italiani di venture capital sono insufficienti. Per questo è nato Invitalia Ventures: nuovo fondo di investimento, che però effettua solo round > 0,5 € M in coinvestimento.

Il problema alla base del «secondo round» è rappresentato da regole rigide per l'effettuazione di investimenti in equity (in termini di requisiti patrimoniali, ad esempio) da parte di soggetti «strutturati» che possano ampliare l'offerta di SF al pubblico. Crowdfunding: soglie di investimento ancora troppo basse e regole rigide.

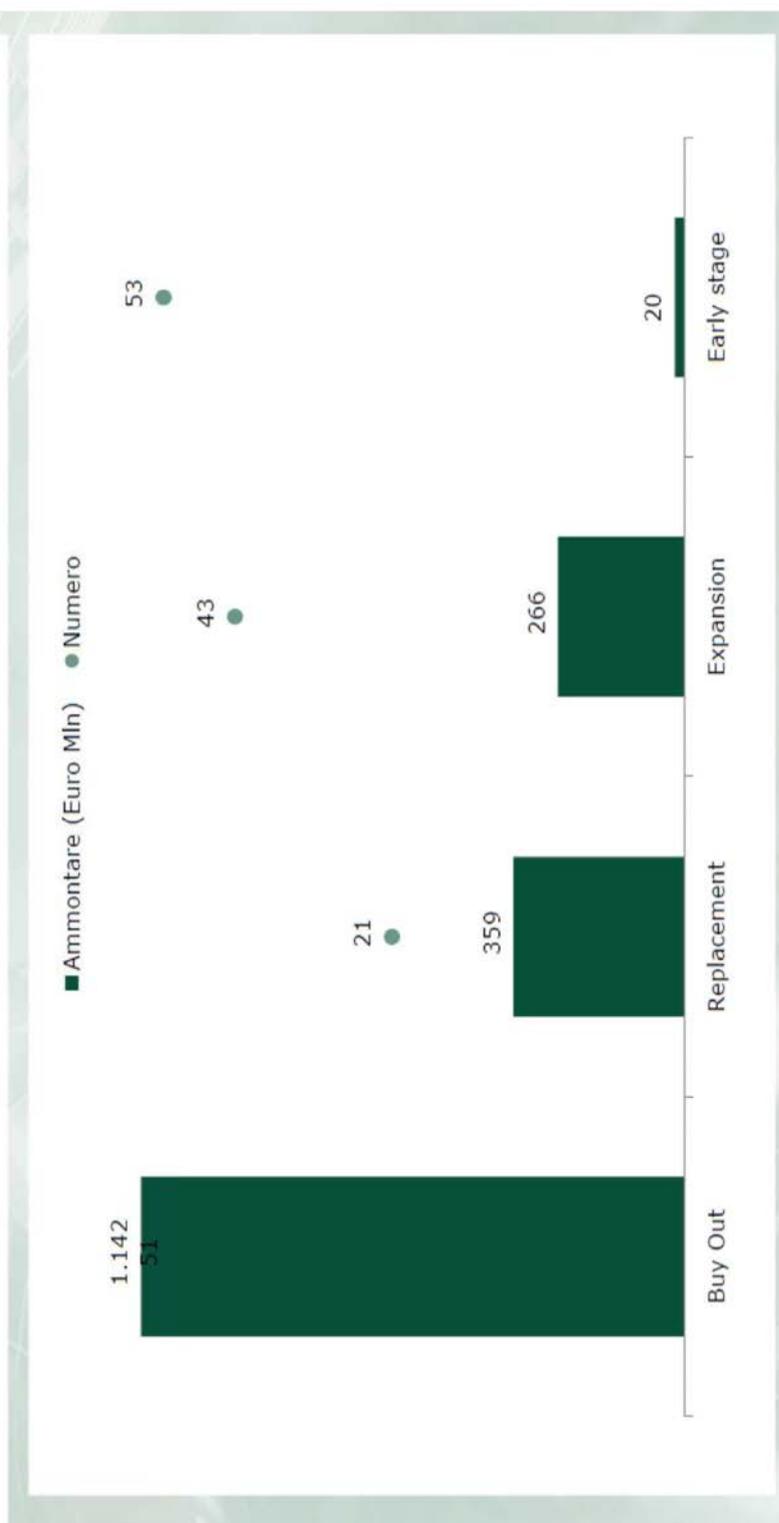


STUDIO
LEGALE E TRIBUTARIO

Prima parte

Investimenti pubblici e privati finora messi in campo

Distribuzione degli investimenti per tipologia



Periodo: I SEMESTRE 2015. Fonte: AIFI - PWC



STUDIO
LEGALE E TRIBUTARIO

Prima parte

Investimenti pubblici e privati finora messi in campo

Distribuzione % del numero di investimenti di early stage per tipologia di operatore



FONTE: AIFI - PWC

© CBA Studio Legale e Tributario. All rights reserved.



STUDIO
LEGALE E TRIBUTARIO

Seconda parte

Quali leve azionare per lo sviluppo di Industria 4.0?

Seconda parte

Quali leve azionare per lo sviluppo di Industria 4.0?



STUDIO
LEGALE E TRIBUTARIO

Proposte «a costo zero»

Le leve di azione per lo sviluppo di Industria 4.0 sono logica e diretta conseguenza delle criticità sin qui emerse con riferimento all'ecosistema oggi esistente.

Talune proposte sono a costo zero, o comunque ridotto, per l'Erario: esse dovrebbero, a parere personale, avere la caratteristica di semplificare o di ampliare l'offerta dell'esistente, non di «introdurre elementi totalmente nuovi».

CRITICITA'	SOLUZIONE	MODALITA'
Ambito applicativo «ristretto»	Ampliamento settoriale della disciplina SUI / PMII	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Individuazione codici ATECO ➤ Nuove previsioni in punto di requisiti per l'accesso alla disciplina
Diversi enti con cui interfacciarsi	Ruolo di supporto degli Enti Pubblici	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Guide e / o servizi di consulenza «base» a cura di Entrate, INPS, INAIL, Camere di Commercio specialmente per stranieri
Adempimenti che ancora «rallentano» e appaiono superflui	Eliminazione di alcuni adempimenti	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Spesometro, almeno per dati non significativi ➤ Comunicazioni semestrali alle Camere di Commercio ➤ No 770 (solo CU) in casi semplificati

Seconda parte

Quali leve azionarie per lo sviluppo di Industria 4.0?



STUDIO
LEGALE E TRIBUTARIO

Proposte «a costo zero» (segue)

CRITICITA'	SOLUZIONE	MODALITA'
Scarso supporto del ceto bancario	Reindirizzamento del ceto creditizio sulle PMI	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Modifiche al calcolo del Solvency Ratio ➤ Introduzione di un meccanismo Dual Income Tax sugli interessi rivenienti da finanziamenti a SUI/PMII
Assenza di «scalino» tra BA e VC	Soggetti istituzionali «leggeri» e/o rivisitazione della disciplina dell'Equity Crowdfunding	<p>Si tratta del punto più spinoso ma anche più importante. Le regole sui fondi di investimento ed SGR impongono requisiti (es: patrimoniali) molto elevati, che si addicono ad investimenti di importo significativo ma non sono adeguati per il mondo «secondo round». Il gap tra BA e Fondi di VC può essere colmato solo con soggetti istituzionali «leggeri» che possano svolgere «servizi e attività di investimento» ex Dlgs 58/1998, magari in coinvestimento con soggetti istituzionali, ritraendo profitto anche per tagli più bassi di investimento di quelli oggi necessari per coprire i costi fissi, o rivedendo il crowdfunding</p>

Si ritiene, altresì, che porterebbe a risultati benefici una estensione della disciplina degli SFP a tutte le S.r.l., indipendentemente dal loro status di azienda «innovativa» o meno: l'attribuzione di una remunerazione variabile ai dipendenti in funzione del risultato dell'azienda (ovvero in termini di partecipazione agli utili) a mezzo di assegnazione di SFP, a titolo di «premio di produzione», amplierebbe l'offerta di strumenti finanziari esistente e quindi già da tempo codificata dal Legislatore, ma in maniera inevitabilmente «rigida» ex art. 2349 [azioni]. L'ipotesi di applicare la medesima disciplina fiscale delle SUI a detti strumenti (detassazione fino al realizzo) potrebbe dare ottimi frutti.

Seconda parte

Quali leve azionare per lo sviluppo di Industria 4.0?



STUDIO
LEGALE E TRIBUTARIO

Proposte onerose

- Nelle leve da utilizzare si fa riferimento all'ipotesi di deliberare «*strumenti fiscali ad hoc*»
- Personalmente non condivido l'ipotesi del «credito di imposta» né l'ipotesi di deliberare nuovi strumenti fiscali *ad hoc*: credo piuttosto che si debba

POTENZIARE E MIGLIORARE L'ESISTENTE RENDENDOLO EFFICIENTE

CRITICITA'	SOLUZIONE	MODALITA'
Tempi lunghi nella monetizzazione dei crediti	Efficientamento dei rimborsi IVA	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Disciplina ad hoc sul modello operazioni Vs. PA? ➤ Altri canali preferenziali?
Scarso rapporto Università / imprese / SUI	Vantaggi contributivi e/o fiscali	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Sgravi contributivi (da definire e coordinare con altre norme) ➤ Eliminazione del meccanismo di deduzione extracontabile del 20% degli investimenti in SUI per soggetti IRES e sostituzione con modifica del regime di indeducibilità delle minusvalenze in regime Pex a mezzo dell'inserimento di un comma ad hoc nel Tuir ➤ Agevolazioni alle Università che supportano la nascita di incubatori
Modifiche obblighi dichiarativi e di sostituti d'imposta	Innalzamento soglie dichiarazione Ritenute acconto	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Ipotesi: innalzamento obbligo presentazione dichiarazione dei redditi PF ad almeno 5.000 € (per solo lavoro occasionale) ➤ Eliminazione obbligo ritenute d'acconto lavoro occasionale

Seconda parte

Quali leve azionare per lo sviluppo di Industria 4.0?



STUDIO
LEGALE E TRIBUTARIO

Proposte onerose

- Ci sono, poi, complessi profili di fiscalità internazionale connessi al mondo dell'economia digitale.
- I colossi che operano sul web possono sfruttare i meccanismi tributari vigenti, vuoi in materia di «luogo di produzione del reddito» e connesse tematiche di TP, vuoi di Convenzioni contro le doppie imposizioni, per conseguire vantaggi con modalità BEPS.
- Tali industrie possono costituire un volano fondamentale per l'Industria 4.0: si pensi (come anche illustrato nel Programma della Commissione) all'indotto che potrebbe generare, ad esempio, la creazione di veicoli con guida automatizzata.
- Si ritiene positivo l'approccio avuto dal Legislatore con il recente Decreto Internazionalizzazione, che potrebbe essere potenziato in futuro combinandolo, magari, a meccanismi di incentivazione fiscale che non siano delle mere «esenzioni da imposizione fiscale» ma che prevedano vantaggi tributari e/o contributivi per operazioni realmente svolte in Italia e/o per assunzioni di dipendenti effettivamente operanti in Italia.
- Scopo di tutto ciò è catturare il «valore aggiunto immateriale» che costituisce la ricchezza del futuro dell'Industria 4.0.



STUDIO
LEGALE E TRIBUTARIO

Sintesi e conclusioni

Sintesi e conclusioni



STUDIO
LEGALE E TRIBUTARIO

- L'odierno ecosistema innovativo nazionale ha risposto agli stimoli forniti dal Legislatore con calibrati strumenti legislativi, tributari, giuslavoristici, fallimentari
- Tuttavia, ancora molti sono i problemi, specie nell'approccio all'ecosistema esterno:
 - ❖ Stato ed enti pubblici
 - ❖ Finanziatori di debito e di equity
- Se pertanto si aspira a creare un nuovo sistema Industria 4.0, potrebbe essere opportuno non creare strumenti diversi, ma potenziare, ampliare e migliorare quelli esistenti:
 - ❖ Estendere la disciplina SUI/PMII e l'applicabilità di strumenti giuridici (SFP)
 - ❖ Eliminare adempimenti / oneri superflui in base ad un criterio di rilevanza
 - ❖ Incentivare l'erogazione di finanziamenti bancari
 - ❖ Spinta sui fondi early stage: supporto ai Business Angels anche per favorire le exit
 - ❖ Velocizzare i rimborsi di tributi e fornire supporto «di prima consulenza»
 - ❖ Creare collegamenti forti tra studenti e mondo imprenditoriale con incentivi ad Università
 - ❖ Concentrazione delle risorse pubbliche a vantaggio dei lavoratori qualificati, sotto il profilo contributivo e/o fiscale, incrementando le dotazioni finanziarie già esistenti per meccanismi già risultati vincenti.



STUDIO
LEGALE E TRIBUTARIO

Luca Simone Scarani

luca.scarani@cbalex.com

www.cbalex.com

20122 **MILANO**
Galleria San Carlo, 6
Tel. +39 02 778061
Fax +39 02 76021816
Email: milano@cbalex.com

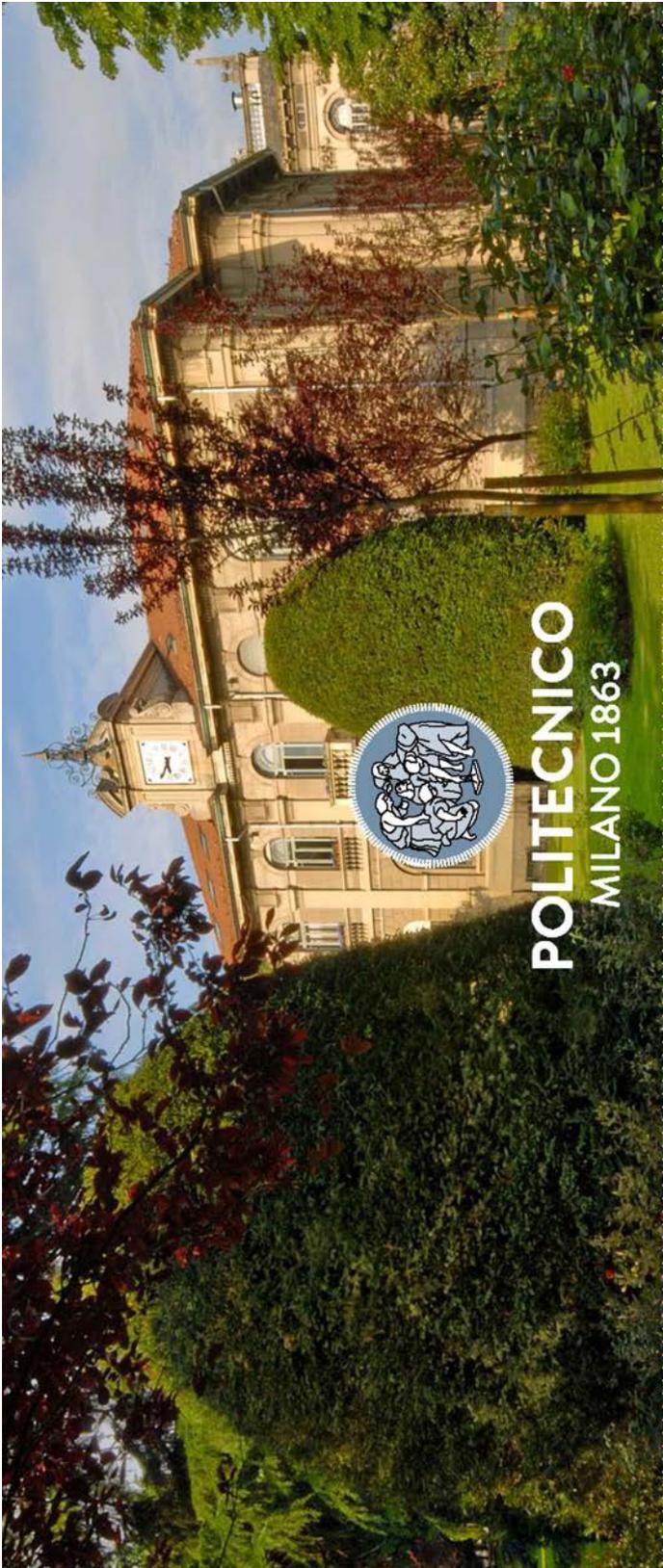
00196 **ROMA**
Via Flaminia, 135
Tel. +39 06 89262900
Fax +39 06 89262921
Email: roma@cbalex.com

35137 **PADOVA**
Galleria dei Borromeo, 3
Tel. +39 049 0979500
Fax +39 049 0979521
Email: padova@cbalex.com

30135 **VENEZIA**
Santa Croce, 251
Tel. +39 041 2440266
Fax +39 041 2448469
Email: venezia@cbalex.com

D-80539 **MÜNCHEN**
Ludwigstrasse 10
Tel. +49 (0)89 9901 6090
Fax +49 (0)89 9901 60999
Email: muenchen@cbalex.com

ALLEGATO 3



**POLITECNICO**
MILANO 1863

Smart Manufacturing: situazione e prospettive per l'industria Italiana

Audizione Commissione X Camera dei Deputati
12 Febbraio 2016

Prof. Marco Macchi — marco.macchi@polimi.it
Prof. Giovanni Miragliotta — giovanni.miragliotta@polimi.it
Prof. Sergio Terzi — sergio.terzi@polimi.it

Agenda

- Politecnico di Milano
- Executive Summary
- Manufacturing e Smart Manufacturing
- Una mappatura applicativa
- Le opportunità e le criticità
- Le azioni necessarie

Politecnico di Milano



2015 QS World University Rankings - Engineering and Technology Faculties
24° Università al Mondo, 1° Università in Italia

4 dipartimenti sono coinvolti nella ricerca su Smart Manufacturing:

- School of Management (Ingegneria Gestionale)
- Dipartimento di Ingegneria Meccanica
- Dipartimento di Elettronica, Informazione e Bioingegneria (DEIB)
- Design

Osservatorio Smart Manufacturing

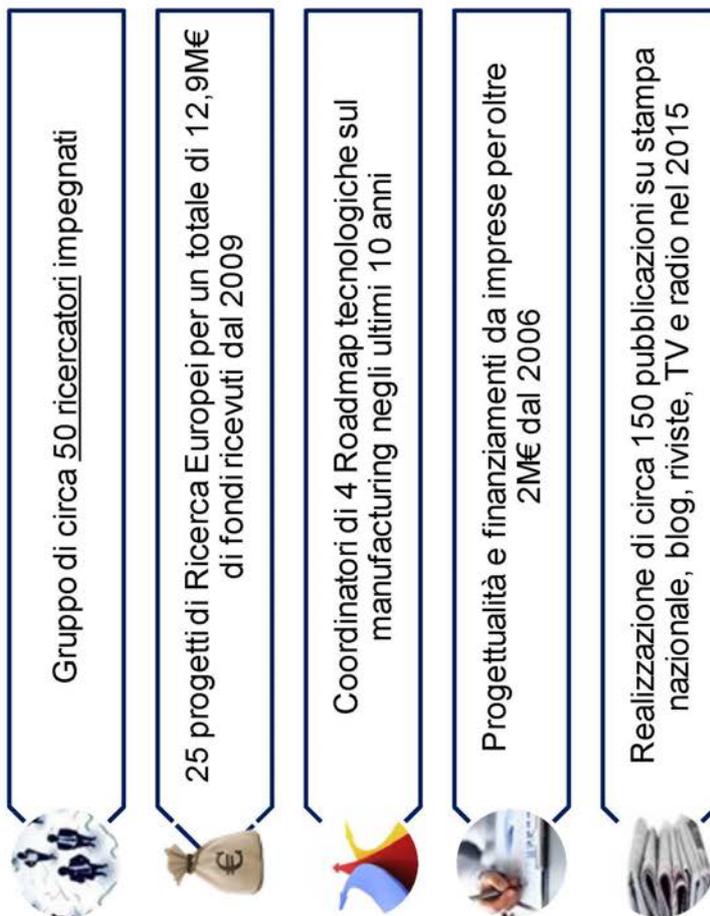
POLITECNICO MILANO 1863

School of Management La storia (recente) in area Manufacturing

- Dal 2010 – Membro del Board di EFFRA
- Dal 2011 – Organizzatore del World Manufacturing Forum
- Dal 2014 - Socio Fondatore di Associazione Fabbrica Intelligente Lombardia
- Dal 2014 - Coordinatore del Cluster Nazionale Fabbrica Intelligente
- Dal 2006 – Trasferimento tecnologico e servizi alle imprese con Laboratori e Spin-off focalizzate sul tema
- Dal 1999 – Fondatore degli Osservatori Digital Innovation
 - Dal 2004 – Radio Frequency Identification
 - Dal 2010 – Internet of Things
 - Dal 2012 – Gestione dei Processi Collaborativi
 - Dal 2010 – Tecnologie e Servizi per la manutenzione
 - Dal 2014 – Smart Manufacturing



School of Management Le attività in area Smart Manufacturing



Executive Summary (1 di 2)

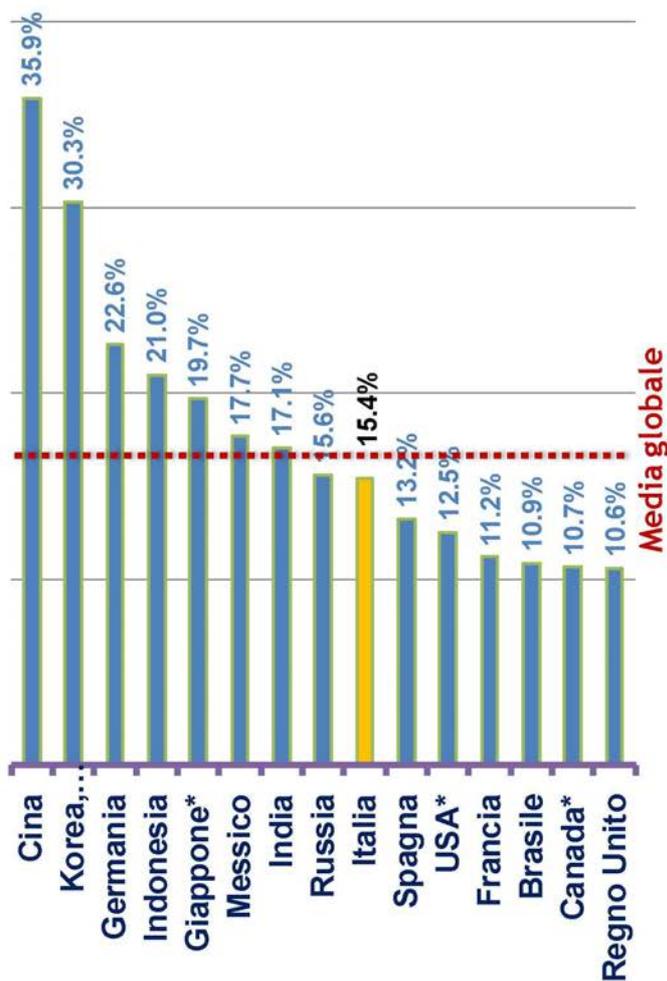
- L'Italia è un paese industriale: insieme l'industria ed i servizi correlati (indotto industriale) rappresentano oltre il 50% del PIL. Altre eccellenze riconosciute al nostro Paese (es. la ricerca scientifica e tecnologia ed il design) sono anch'esse strettamente correlate al nostro tessuto industriale.
- L'industria sta cambiando rapidamente, spinta da cambiamenti di contesto e tecnologici: tra questi ultimi, la rivoluzione digitale sarà, con ogni probabilità, la più importante discontinuità nell'immediato.
- L'Italia manifatturiera ha perso competitività, in misura sensibilmente maggiore rispetto agli altri grandi paesi. Non cogliere le nuove opportunità competitive date dalla trasformazione digitale dell'industria rappresenterebbe il definitivo declino del nostro Paese.
- La trasformazione digitale dell'industria pone le sue basi su tecnologie e soluzioni tradizionali, ancora oggi non adeguatamente diffuse e comprese nella realtà italiana, e viene drasticamente accelerata da alcune nuove tecnologie che lavorano sia a livello fisico (produzione e logistica) sia a livello sistemi informativi (sviluppo prodotto, gestione della filiera produttiva).
- Il quadro delle tecnologie (di base e innovative) e del loro impatto sui processi, almeno nel breve-medio termine, sufficientemente delineato

Executive Summary (2 di 2)

- L'Italia sta sperimentando e soffrendo un nuovo *digital divide* causato dalla dimensione medio-piccola del nostro tessuto industriale, che rischia di essere non più competitivo rispetto a quelle imprese (e filiere) che abbiano risorse, cultura e competenze per applicare con intelligenza il digitale ai processi industriali. A questo si aggiunge il nostro cronico ritardo sulle infrastrutture di base (e.g. banda larga)
- Al contrario, i grandi paesi industriali hanno messo a fuoco da alcuni anni questo cambio di scenario, e hanno sviluppato già dei piani di trasformazione, che diventano anche elementi nazionali identitari e di marketing del proprio comparto industriale (e.g. Industrie 4.0)
- La Politica deve prendere consapevolezza di questo non favorevole scenario, e agire con decisione lungo tre direzioni:
 - Digital Agenda for Digital Industry: rileggere le iniziative già in atto sul tema dell'agenda digitale (reti a banda larga, security, nuova imprenditorialità in primis) alla luce delle esigenze dell'ecosistema industriale italiano (aziende manifatturiere e loro fornitori di servizi operativi ed IT);
 - Awareness of Digital Industry: promuovere azioni di sensibilizzazione delle imprese (e.g. formazione, dimostratori), coordinarsi con le roadmap di trasformazione promosse dall'Europa, dentro cui rafforzare le nostre posizioni;
 - Implementing Digital Industry: defiscalizzazione degli investimenti, accesso al credito, incentivo alla crescita dimensionale, soprattutto coinvolgendo le aziende a capo di alcune filiere strategiche per la nostra nazione.
- Più che l'originalità del "cosa fare" e del "perché fare", sarà cruciale il "come fare": la capacità di progettare le azioni sul contesto italiano, senza fotocopiare i modelli esteri, e agire con estrema rapidità

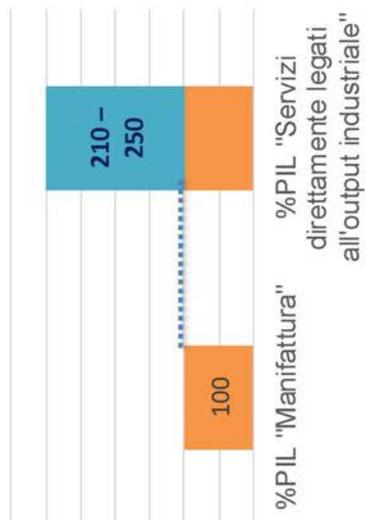
Manufacturing Peso del settore manifatturiero

Incidenza del settore manifatturiero sul PIL – Anno 2014



Fonte: The World Bank
*Ultimo anno con informazione disponibile (2013)

Il peso dei servizi legati al manifatturiero

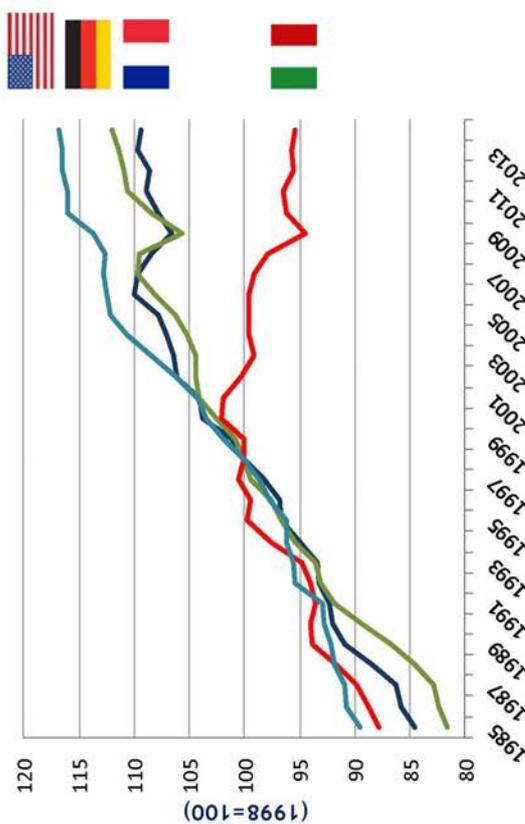


Fonte: ISTAT, Rapporto di competitività 2014

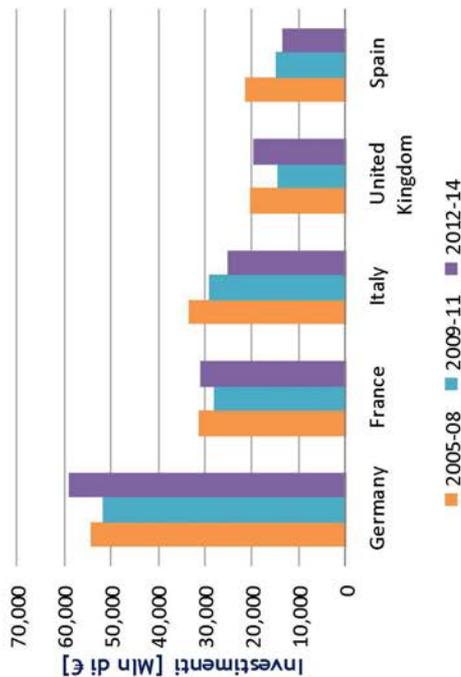
Manufacturing

La perdita di competitività dell'Italia

Produttività del lavoro



Investimenti in immobilizzazioni



Fonte: OECD

Osservatorio Smart Manufacturing

POLITECNICO MILANO 1863

Come cambia il Manufacturing I trend principali

Sostenibilità



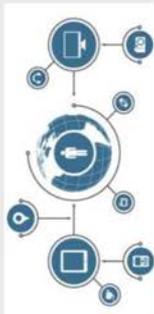
Circular Economy



Nuovi modelli di business



Prodotto connesso



Nuovi materiali



Nanotecnologie



Tecnologie manifatturiere



Osservatorio Smart Manufacturing

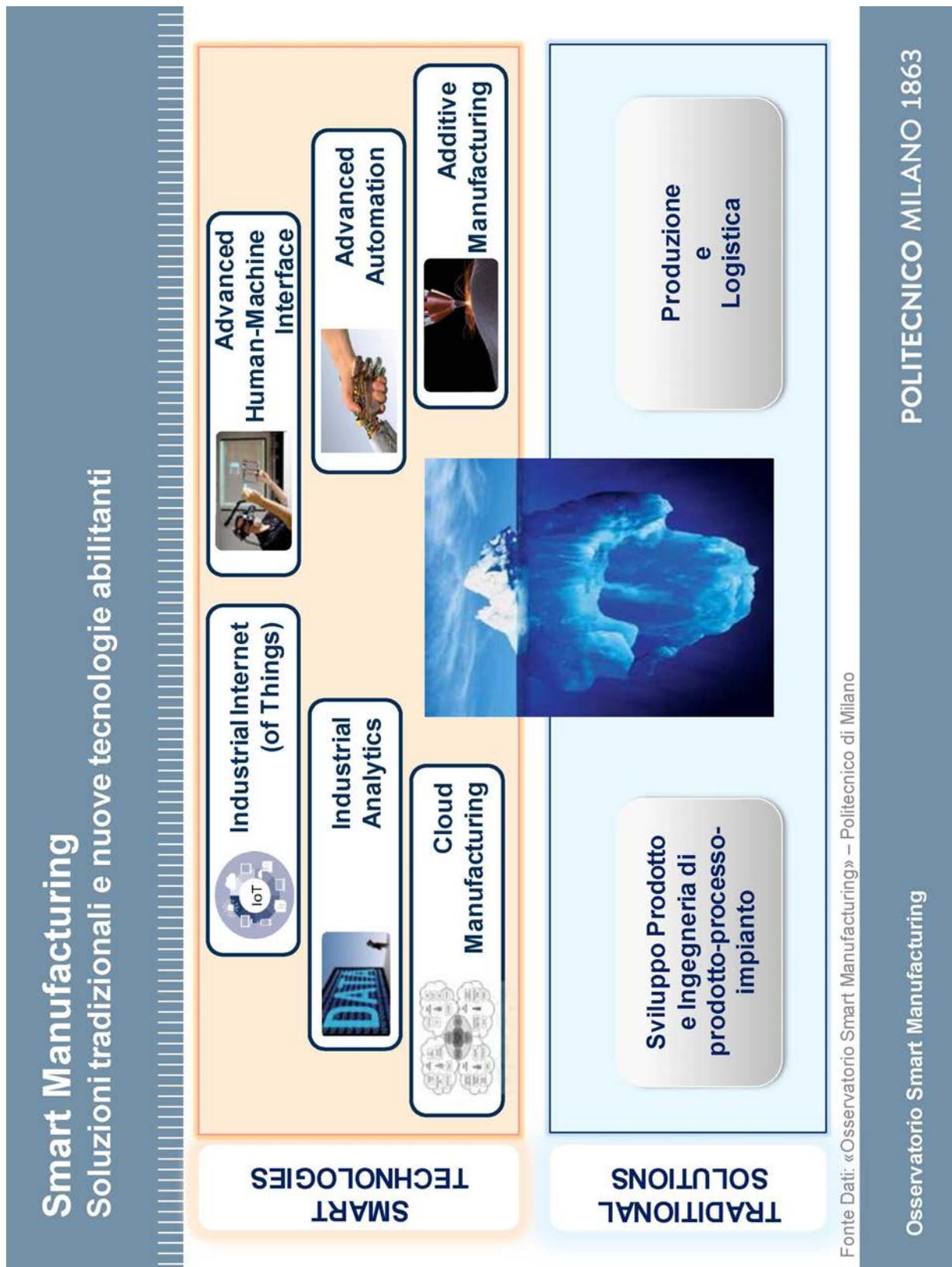
POLITECNICO MILANO 1863

Smart Manufacturing

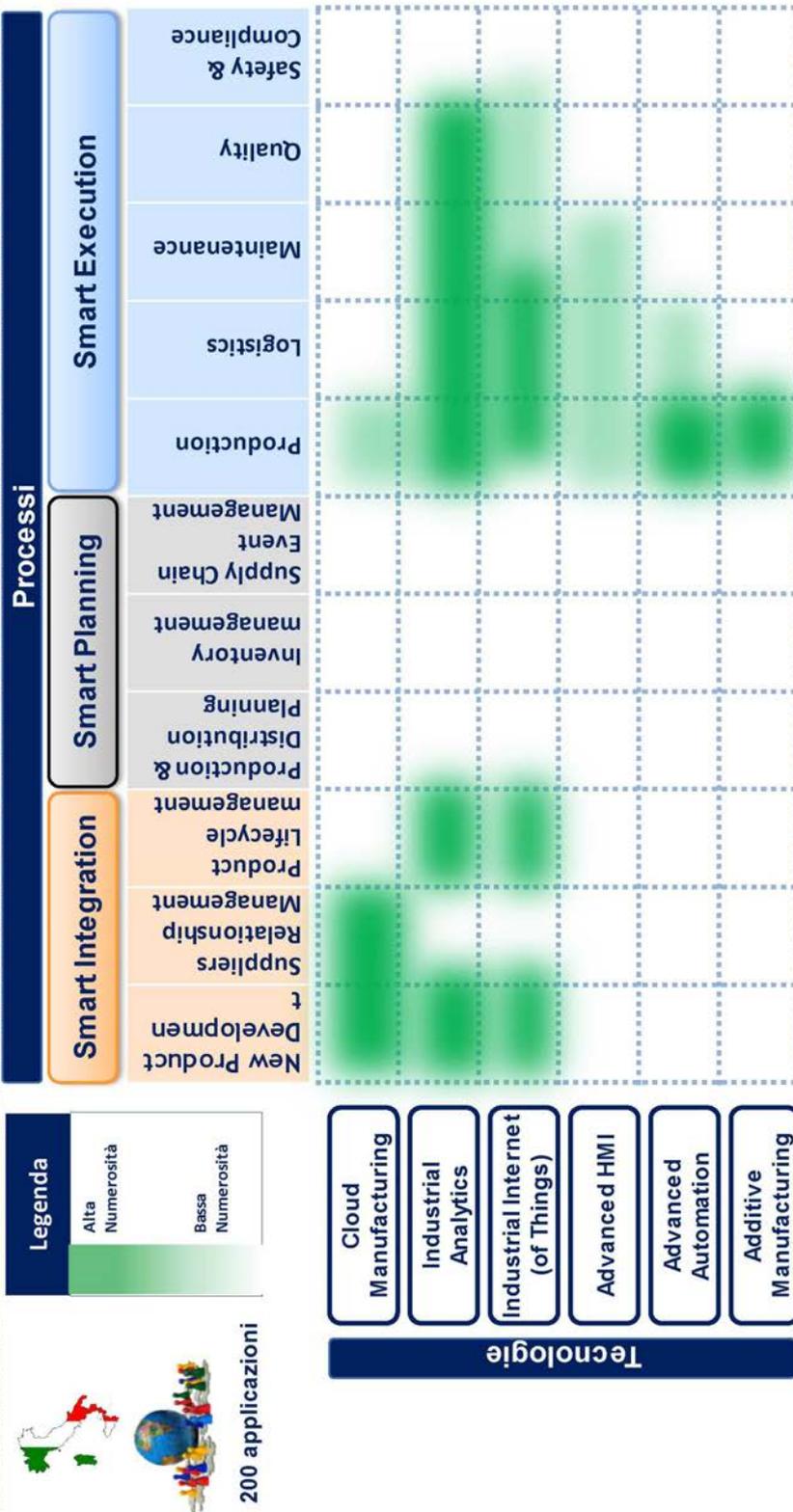
Definizione



L'espressione **Smart Manufacturing** esprime una visione del futuro della manifattura secondo cui, grazie alle tecnologie digitali, le imprese manifatturiere aumenteranno la propria **competitività ed efficienza** tramite l'accresciuta **interconnessione e cooperazione** delle loro risorse (asset fisici, persone, informazioni), siano esse interne alla Fabbrica oppure distribuite lungo la Value Chain.



Mappa applicativa Tecnologie e impatto sui processi



Fonte Dati: «Osservatorio Smart Manufacturing 2015» – Politecnico di Milano

POLITECNICO MILANO 1863

Osservatorio Smart Manufacturing

Mapa applicativa La situazione in Italia

- Meno di un'azienda su due è digitalizzata nello sviluppo nuovo prodotto
- Circa un'azienda su due utilizza sistemi informativi per la manutenzione del tipo CMMS/ERP
- Meno di un'azienda su tre utilizza strumenti per la manutenzione su condizione
- In un'azienda su tre il parco macchine ha un'età media superiore a 20 anni.
- Sui 38 studi di caso condotti nel 2015, solo 10 imprese avevano sviluppato un programma di formazione sul tema delle e-skills
- Nel 2014 solo 60.000 aziende in Italia sono connesse tra loro tramite Extranet e portali B2b, e solo 10.000 utilizzano un formato elettronico strutturato per lo scambio dati



Fonte Ucima, Osservatori.net (Gestione Collaborativa dei Processi di Sviluppo Prodotto, Tecnologie e Servizi per la Manutenzione, Smart Manufacturing, Fatturazione Elettronica)

Le opportunità Migliorare o scomparire

- Proteggere i settori manifatturieri italiani più innovativi (spesa in innovazione – ISTAT 2014)

Settore	Incidenza % su VA Manifatturiero	Occupati (migliaia)
Macchinari	14,9%	467
Autoveicoli	7,6%	257
Metallurgia	15,3%	676
Food & Beverage	11,1%	452



- Cogliere appieno la trasformazione da industria processo-centrica a prodotto-centrica
- Ridurre i costi energetici fino al 40%
- Abilitare oltre 30 fonti di recupero di produttività nella gestione di stabilimento grazie all'utilizzo dei Cyber Physical Systems (campione di esperti)
- Far crescere le oltre 1000 aziende italiane con più di 50 dipendenti, fornitrici di soluzioni per la digitalizzazione dell'industria
- Innalzare la capacità di raccolta media delle Startup italiane in area Smart Manufacturing, ad oggi ferma a circa 1 mln di €

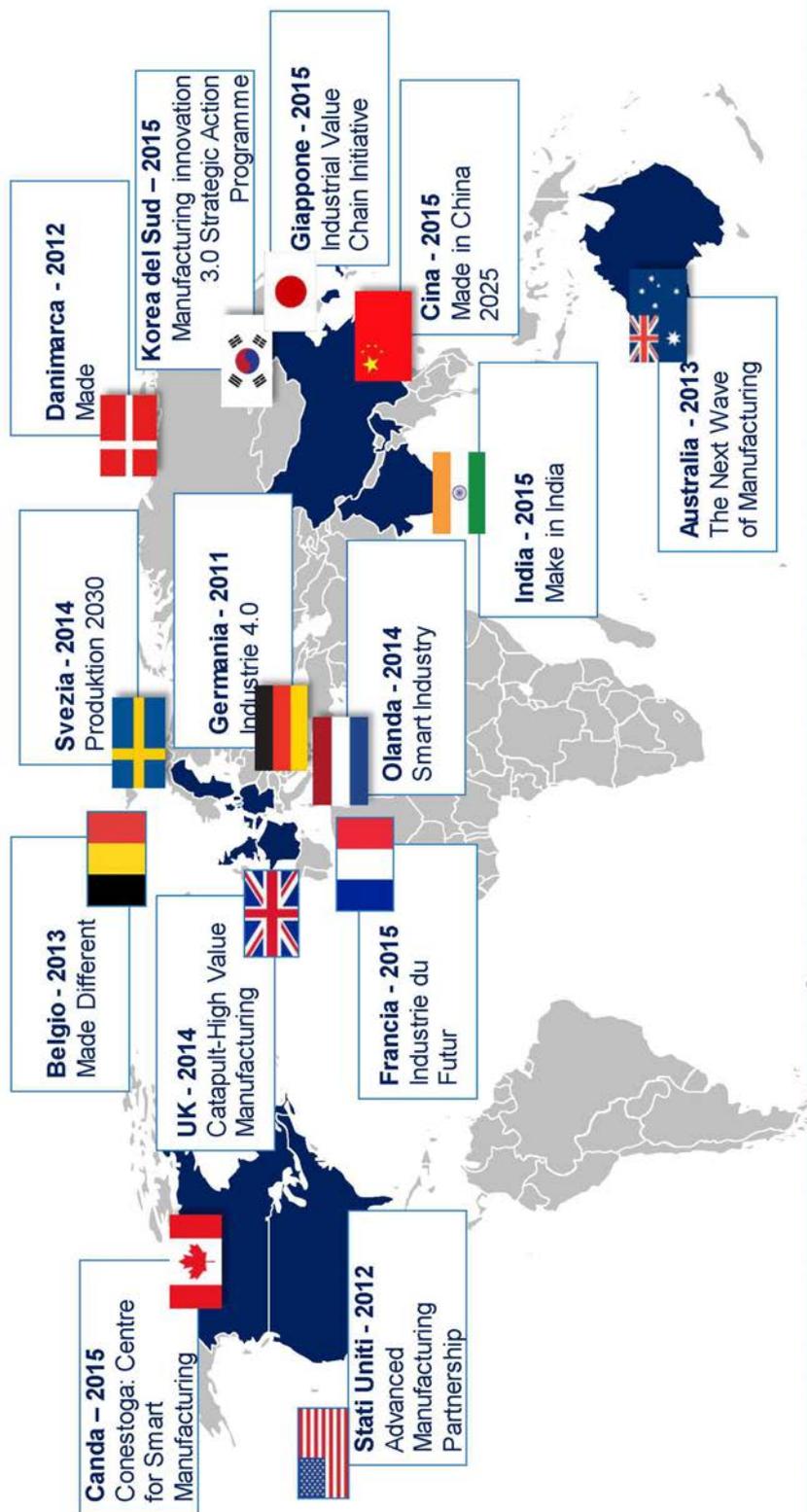
Fonte Dati: «Osservatorio Smart Manufacturing» – Politecnico di Milano

Le criticità Superarle o scomparire



- Infrastrutture di comunicazione a banda ultralarga non adeguate
- Rischio crescente di divario, i.e. «digital divide», tra le piccole e le grandi aziende
- Dimensione media dell'impresa manifatturiera italiana limitata, sia sotto il profilo economico che manageriale
- Assenza di aziende nazionali di rilievo globale nel mondo dei sistemi informativi di produzione
- Limitata diffusione delle tradizionali soluzioni IT di supporto ai processi industriali
- Debolezza finanziaria delle imprese italiane: le più "sane" (medie e grandi) sono state acquisite da gruppi multinazionali, che centralizzano (e razionalizzano) gli investimenti in innovazione su scala globale
- Poca consapevolezza del tema in azienda
- Diffidenza rispetto al tema cloud computing, security e privacy
- Il mondo della fabbrica è uno dei mondi più "conservatori" dell'intera azienda, con impianti con decine di anni di servizio sulle spalle
- In molte aziende il mondo IT e il mondo OT sono nettamente separati e manca la necessaria comunicazione
- L'offerta di soluzioni appare talvolta tarata sulle esigenze e sulle possibilità delle grandi imprese

Il confronto con gli altri paesi



Osservatorio Smart Manufacturing

POLITECNICO MILANO 1863

Le azioni necessarie Tre direzioni di lavoro



- Digital Agenda for Digital Industry: rileggere le iniziative già in atto sul tema dell'agenda digitale (reti a banda larga, security, nuova imprenditorialità in primis) alla luce delle esigenze dell'ecosistema industriale italiano (aziende manifatturiere e loro fornitori di servizi operativi ed IT)
- Awareness of Digital Industry: promuovere azioni di formazione e sensibilizzazione delle imprese, potenziare il trasferimento tecnologico (laboratori, dimostratori) coordinarsi con le roadmap di trasformazione promosse dall'Europa, dentro cui rafforzare le nostre esigenze
- Implementing Digital Industry: defiscalizzazione degli investimenti, accesso al credito, incentivo alla crescita dimensionale, soprattutto coinvolgendo le aziende a capo di alcune filiere strategiche per la nostra industria.

Tutti devono fare la propria parte:

- Politica
- Fornitori
- Aziende manifatturiere
- Università e Ricerca



**Troviamo la «via italiana»
per tenere il passo in
questa discontinuità e
cogliere le opportunità**



POLITECNICO
MILANO 1863

Osservatorio Smart Manufacturing

12 Febbraio 2016

Prof. Marco Macchi – marco.macchi@polimi.it
Prof. Giovanni Miragliotta – giovanni.miragliotta@polimi.it
Prof. Sergio Terzi – sergio.terzi@polimi.it

ALLEGATO 4



CONFINDUSTRIA
Centro Studi

SCENARI INDUSTRIALI

Prof. Luca Beltrametti dell'Università degli Studi di Genova

PRODUZIONE
E COMMERCIO:
COME CAMBIA
LA GLOBALIZZAZIONE

LA MANIFATTURA
ITALIANA RIPARTE
SU BUONE BASI

Novembre 2015
N. 6

In copertina disegno di Domenico Rosa.

La pubblicazione è stata coordinata da Luca Paolazzi e Fabrizio Traù, ed è stata realizzata da un gruppo di lavoro composto da Giovanna Labartino, Cristina Pensa, Matteo Pignatti, Ciro Rapacciuolo, Massimo Rodà, Livio Romano e Lorena Scaperrotta, con la collaborazione di Valeria Patella. Il lavoro si è avvalso dei contributi di Luca Beltrametti (Università di Genova), Andrea Bianchi, Valentina Carlini, Eleonora Faina e Giuseppe Mele (Confindustria, Area Politiche Industriali) e Marco Felisati (Confindustria, Area Europa e Internazionalizzazione).

La presente pubblicazione è stata chiusa con le informazioni disponibili al 29 ottobre 2015.

INDICE

Premessa	pag. 5
1. I fattori che spingono verso una nuova fase della globalizzazione	» 11
1.1 Più stabili le quote nazionali sulla produzione globale	» 13
1.2 Il commercio mondiale di manufatti perde peso	» 18
1.3 Prezzi più bassi, a lungo, per molte materie prime	» 27
2. Moneta unica, paesi emergenti e crisi hanno cambiato l'industria europea	» 31
2.1 Le tre forze all'origine della trasformazione	» 33
2.2 Cresce la specializzazione settoriale dei sistemi manifatturieri europei	» 39
2.3 Con la crisi l'import a basso costo ha spiazzato l'industria italiana	» 42
Appendice metodologica	» 50
3. La manifattura italiana riparte lentamente ma su buone basi	» 53
3.1 Sull'attività produttiva i segni profondi della crisi	» 55
3.2 La propensione a investire e innovare nella manifattura italiana	» 59
3.3 Migliora il commercio estero	» 65
3.4 Occupazione, produttività, costi e margini industriali	» 71
3.5 Rimangono scarse le possibilità di finanziamento delle imprese	» 75
Appendice metodologica	» 80
4. L'Industria 4.0: stato dell'arte, prospettive e implicazioni	» 83
4.1 Informazioni più abbondanti e in tempo reale: aumento della produttività, rischi	» 85
4.2 Informazione meno asimmetrica e nuovi modelli di business	» 90
4.3 Nuove tipologie di beni	» 91
4.4 Conclusioni: una rivoluzione radicale con grandi opportunità e alcuni rischi.	» 92

5. Regia unica, continuità, driver di sviluppo: i fondamenti di una nuova politica industriale anche in Italia.....	»	95
5.1 Il ritorno alla politica industriale.....	»	97
5.2 Il quadro di riferimento internazionale.....	»	98
5.3 In Italia scarse risorse e interventi frammentati.....	»	100
5.4 Gli attuali strumenti statali di sostegno delle imprese.....	»	105
5.5 Indicazioni per una nuova politica industriale.....	»	108
Riferimenti bibliografici.....	»	113
<i>Riquadri</i>		
Il TTIP nel quadro della regionalizzazione degli scambi commerciali.....	»	19
Le conseguenze economiche del caso Volkswagen.....	»	45
La specializzazione italiana nelle analisi CMS.....	»	67
Quali sono le componenti di costo più onerose per le imprese manifatturiere italiane?..	»	77

4 L'INDUSTRIA 4.0: STATO DELL'ARTE, PROSPETTIVE E IMPLICAZIONI

Il termine "Industria 4.0" è sempre più spesso evocato negli ambienti industriali e allude a sviluppi tecnologici che derivano dalla digitalizzazione dei processi produttivi unita alla capillare diffusione di internet: si tratterebbe della quarta rivoluzione industriale.

Una rivoluzione industriale che si caratterizza per la connessione tra oggetti attraverso internet e che è resa possibile congiuntamente: dalla disponibilità di sensori e di attuatori sempre più piccoli, sempre meno costosi e con consumi sempre più ridotti; dalla presenza di connessioni a internet (anche wireless) a basso costo e pressoché ubiquo; e dalla disponibilità di indirizzi sulla rete in numero praticamente illimitato e quindi attribuibili anche a oggetti di poco valore.

I microprocessori incorporati negli oggetti danno a questi ultimi "intelligenza" perché consentono di raccogliere e veicolare in tempo reale informazioni sugli oggetti stessi ad altri oggetti, senza la mediazione necessaria dell'uomo. La separazione gerarchica netta tra chi ordina e chi esegue, che ha caratterizzato anche l'avvento delle tecnologie di informazione e comunicazione a partire dagli anni 80, viene meno.

La natura di questa rivoluzione tecnologica implica che il confine tra manifattura e servizi divenga sempre meno netto, con un crescente coinvolgimento delle imprese manifatturiere in attività di servizio; a ciò si associa anche una separazione meno netta tra parte fisica e parte digitale della manifattura: i sistemi produttivi evolvono verso modelli "cyber-fisici".

* Il capitolo è stato redatto da Luca Beltrametti (Università di Genova). L'autore ringrazia Fabrizio Barberis (Università di Genova), Fabrizio Bozzarelli (Cisco Systems Italia), Paolo Filauro (Gruppo Fos), Giancarlo Gaimari (TalenTour), Angelo Gasparre (Dipartimento di Economia, Università di Genova), Nicola Intini (Aresi Spa, Gruppo Bosch), Luca Magnanelli (TalenTour), Marcello Morchio (TalenTour), Giorgio Murrone (Plat.One), Luca Paolazzi (Centro Studi Confindustria), Livio Romano (Centro Studi Confindustria), Flavio Tonelli (Università di Genova), Fabrizio Traù (Centro Studi Confindustria) per commenti e/o suggerimenti. La responsabilità per eventuali errori è solo dell'autore.

L'Industria 4.0 offre alle imprese enormi margini per aumentare l'efficienza dei processi produttivi. Le decisioni infatti possono diventare non solo più accurate, in quanto prese sulla base di una massa di informazioni più ampia e disponibile in tempo reale, ma anche più frequenti, sostituendo procedure fisse e standardizzate con altre variabili in funzione delle condizioni "ambientali" in un dato istante temporale.

Inoltre, le nuove tecnologie possono diventare abilitanti rispetto a nuovi modelli di business, grazie alla possibilità per le imprese di avere informazioni puntuali sul livello e le condizioni di utilizzo del bene prodotto da parte del consumatore.

Infine, un grande impatto sulle imprese deriverà anche dalla radicale modificazione dei prodotti tradizionali e dalla nascita di una vasta gamma (in buona parte difficile da immaginare oggi) di prodotti "intelligenti".

La digitalizzazione dell'economia offre dunque alle imprese nuove opportunità per aumentare la loro capacità competitiva e, ai lavoratori più qualificati, prospettive di crescita delle retribuzioni. Al tempo stesso, ad essa si associano possibili impatti negativi sul piano dei livelli occupazionali, rischi associati all'utilizzo illegale delle informazioni e, più in generale, alla vulnerabilità dei sistemi produttivi rispetto ad attacchi informatici esterni.

4.1 Informazioni più abbondanti e in tempo reale: aumento della produttività, rischi

Negli ambienti industriali si evoca sempre più spesso l'avvento della quarta rivoluzione industriale, come risultato degli sviluppi tecnologici in corso sin dagli inizi degli anni 2000 e derivanti dalla digitalizzazione dei processi produttivi e dalla capillare diffusione di internet. I termini "Industria 4.0" e *Internet of Things* (IoT) sono oramai entrati nel lessico comune per descrivere questa fase di trasformazione dei processi industriali¹.

La prima fase (fine del XVIII° secolo) è stata caratterizzata dall'introduzione del telaio meccanico ed allo sfruttamento dell'energia del vapore; la seconda (inizio del XX° secolo) è stata segnata dall'avvento dell'energia elettrica e della produzione di massa con metodi tayloristici.

Con la terza fase (seconda metà del XX° secolo) si è entrati nell'era digitale, con il computer che ha rivoluzionato i processi produttivi grazie al progressivo crollo del costo dell'elaborazione, dell'immagazzinamento e della trasmissione dei dati. Questa fase ha portato alla progressiva automazione dei processi industriali e alla possibilità di progettare gli oggetti in modo virtuale grazie ad un software apposito (CAD). Il processo produttivo, in questo quadro, è governato dall'uomo, che impartisce a una macchina (a controllo numerico, robot, stampante 3D²...), tramite computer, le istruzioni su come trasformare l'oggetto virtuale in oggetto reale. Si tratta della stessa procedura attraverso la quale un testo scritto sul personal computer viene successivamente trasferito, tramite comando manuale, ad una stampante che trasforma su un foglio di carta reale ciò che è nato in forma digitale. Una caratteristica di questa fase è la presenza di una gerarchia verticale (il computer "ordina", la macchina utensile esegue) e di un confine netto tra mondo digitale e mondo reale (la parte *cyber* sta nel computer, la macchina utensile appartiene al modo fisico) e tra servizi e manifattura.

La quarta fase si associa invece alla connessione tra oggetti³ (computer, attuatori e sensori) attraverso internet che è resa possibile, congiuntamente: dalla disponibilità di sensori⁴ e di attuatori⁵ sempre più piccoli, sempre meno costosi e con consumi sempre più ridotti; dalla presenza di connessioni a internet (anche wireless) a basso costo e pressoché ubiquo; e dalla di-

¹ Il termine "Industria 4.0" deriva dalla dizione tedesca ed è comunemente usato sia dal Governo federale sia dai maggiori gruppi industriali di quel Paese (Industrie 4.0 Working Group 2013, Roland Berger 2014, Bosch 2015). Il termine *Internet of Things* o *Internet of Everything* è utilizzato soprattutto negli USA (Cisco, 2015) in associazione a *Industrial Internet* (Accenture e General Electric 2015, Annunziata e Evans 2013, Annunziata 2014, Annunziata e Biller 2013, Cisco 2013, General Electric 2013, Siemens 2015).

² Le stampanti 3D per prototipazione in plastica esistono dagli anni '80 del secolo scorso; quelle per produzioni finali in vari materiali (tra i quali i metalli) si sono diffuse all'inizio di questo secolo.

³ Ogni oggetto fisico ha una sua controparte "digitale" nel cyberspazio cosicché ogni interazione virtuale corrisponde ad una interazione reale.

⁴ Particolarmente importanti sono i MEMS, sensori allo stato solido capaci di misurare non soltanto elementari grandezze fisiche quali temperatura e umidità ma anche accelerazioni, campi magnetici, posizione geografica etc., integrandoli con capacità di elaborazione e di memorizzazione e di comunicazione.

⁵ Con questo termine ci si riferisce a congegni in grado di "collegare" la componente digitale con quella meccanica degli oggetti; Arduino è un esempio assai famoso.

sponibilità di indirizzi sulla rete in numero praticamente illimitato e quindi attribuibili anche ad oggetti di poco valore⁶.

Gli sviluppi tecnologici che caratterizzano l'“Industria 4.0” fanno sì che gli oggetti più vari possano contenere sensori e generare informazioni enormemente abbondanti e disponibili in tempo reale (*big data*). Ciò impatta la qualità delle decisioni delle imprese dal momento che esse possono essere prese in tempo reale e sulla base di informazioni più dettagliate, che riguardano anche i comportamenti degli attori economici, soprattutto dei consumatori.

La possibilità di prendere decisioni migliori grazie a masse enormi di dati disponibili in tempo reale non è scontata: essa passa dall'utilizzo di sistemi di analisi automatici dei dati (*data analytics*) che trasformino tale massa di dati in informazione realmente fruibile e dall'uso di forme di intelligenza artificiale che implementino alcune decisioni, anche sulla base di algoritmi automatici di apprendimento. Ciò ci introduce in scenari, ritenuti fino a pochi anni fa fantascientifici, che oggi sono invece reali e (anche) densi di incredibili sviluppi ma anche di pericoli, in particolare in relazione alla sicurezza.

Il fatto che le decisioni possano essere prese sulla base di una massa di informazioni più ampia e possano quindi essere più accurate implica una diffusa possibilità di ridurre gli sprechi di risorse. Per esempio, la presenza in un terreno agricolo di sensori capaci di rilevare (e di comunicare) i livelli di umidità può consentire di circoscrivere l'area di irrigazione ad alcune porzioni del terreno; tale decisione può essere presa anche tenendo conto delle previsioni meteo per i giorni successivi e di dati circa la scarsità di acqua e del suo prezzo. Sensori posizionati direttamente sulle piante possono fornire informazioni a un sistema che decide se procedere all'uso generalizzato o localizzato di fertilizzanti/antiparassitari. Questi esempi evidenziano che gli aumenti di efficienza associati a un uso migliore delle risorse possono avere importanti ricadute positive sull'ambiente.

La disponibilità di dati in tempo reale permette decisioni più tempestive che si possono tradurre in risparmi derivanti dall'ottimizzazione nella logistica. Si consideri, ad esempio, l'utilizzo di sensori che rilevano e comunicano in tempo reale dati relativi alla misura in cui ciascun distributore automatico di bibite (o anche contenitore dell'immondizia) è pieno: è possibile ottimizzare il lavoro di riempimento dei distributori di bevande (o la raccolta dell'immondizia) interagendo direttamente con gli operatori dislocati sul territorio.

Ha recentemente ricevuto attenzione da parte dei media specializzati il lancio sul mercato di una batteria per uso domestico da parte di Tesla, l'azienda americana leader nel settore delle auto sportive elettriche. Tale attenzione si giustifica con il fatto che questa batteria costituirebbe l'anello mancante verso un nuovo modo di gestione di impianti fotovoltaici per la produzione di energia elettrica: una centralina può decidere in tempo reale se utilizzare l'energia prodotta per caricare la batteria e/o per alimentare i consumi correnti oppure vendere tale energia sul

⁶ Il protocollo IPv6 ha l'incredibile possibilità di generare $340 \cdot 10^{36}$ indirizzi, ovvero 4,8 miliardi di indirizzi per ciascuna delle stelle che ci sono nell'universo (Cisco 2013).

mercato. Tale decisione può essere presa sulla base di un modello che tenga conto del prezzo corrente dell'energia elettrica, del livello di carica della batteria, delle previsioni di soleggiamento per i giorni successivi e di stime dei consumi di energia dell'utente nelle ore successive ottenute sulla base di *pattern* rilevati nel passato. Questo inedito meccanismo decisionale, reso possibile dal "dialogo tra cose", può rendere complessivamente più efficiente la gestione dell'energia prodotta localmente e ridurre gli sprechi.

L'internet delle cose (IoT)⁷ può avere importanti implicazioni sulla gestione delle manutenzioni industriali. Come è noto, oggi le sostituzioni di pezzi sono attuate o "ex-post" (ovvero quando il pezzo si rompe) oppure "in modo programmato" (per esempio, il pezzo viene sostituito dopo un certo numero di chilometri percorsi oppure dopo un certo numero di ore di utilizzo). Nel primo caso ai costi della manutenzione si aggiungono i costi indiretti associati al fermo imprevisto dell'impianto o del mezzo; nel secondo caso, vi sono costi associati alla sostituzione di pezzi che non necessariamente erano sul punto di rompersi. La presenza di sensori all'interno dei più vari componenti meccanici (es., motori), con la possibilità di trasmettere un flusso enorme di dati in tempo reale, permette una modalità di manutenzione predittiva: conoscendo nel dettaglio le condizioni di utilizzo di una macchina (di un motore) e disponendo di sensori che comunicano i livelli di usura di singoli componenti e/o anomalie di funzionamento (es., una vibrazione eccessiva) si può stimare la probabilità di guasto e attuare la manutenzione nel momento che ottimizza la sicurezza e l'efficienza complessiva del business riducendo al minimo i tempi di fermo macchina (Pew Research Center, 2014).

La presenza di sensori può segnalare malfunzionamenti ai quali si può provare a porre rimedio con interventi "da remoto" rendendo addirittura superfluo l'intervento di manutenzione. La possibilità di raccogliere dati da remoto e di dialogare in tempo reale con un operatore sul luogo può anche permettere una "formazione *just in time*" che permetta a un tecnico di attuare un intervento per il quale non ha una competenza specifica. Qualora ciò non sia possibile, un tecnico specializzato potrà essere inviato con il pezzo da sostituire e un'idea già definita del tipo di intervento da realizzare. Il "dialogo tra cose" fa anche sì che molte attività oggi svolte da tecnici specializzati (es., la reportistica sull'attività svolta) possano essere sostituite da documenti digitali prodotti automaticamente dalle macchine: in tal modo il tempo delle persone viene dedicato alle attività per le quali esse sono specializzate e sulle quali sono quindi massimamente produttive riducendo il tempo dedicato ad attività "burocratiche". Ciò è particolarmente importante in contesti nei quali la regolazione pubblica o anche una regolazione auto-imposta dall'impresa (es., adesione a un protocollo di controllo di qualità certificato da un ente terzo) è sempre più pressante. In termini più generali, è possibile che queste tecnologie aumentino le abilità dei lavori a diversi livelli di competenza aumentandone la produttività.

La capacità di elaborare grandi masse di dati renderà anche possibile mettere in relazione fenomeni e grandezze che oggi difficilmente riusciamo a collegare: ad esempio, si potrebbe sco-

⁷ Si dice che IoT ci sarà realmente quando il numero di oggetti autonomi connessi a internet supererà il numero di persone connesse attraverso *smartphones*, *computers* etc.

prire che la qualità di un prodotto potrebbe essere influenzata dall'umidità dell'aria o da una particolare vibrazione di un sistema meccanico che pur sarebbe tollerabile se si badasse solo agli aspetti manutentivi.

L'impatto più radicale dell'IoT sulla manifattura deriva, però, probabilmente dalla possibilità di "dialogo" tra il prodotto e la macchina che lo produce e tra questa e l'ambiente nel quale opera. Se il prodotto "contiene informazioni su se stesso" ed è in grado di comunicare con la macchina che esegue le lavorazioni, si apre una prospettiva nuova nella quale diventano possibili livelli di personalizzazione senza precedenti e cambiamenti dei processi produttivi in tempo reale per rispondere a specifiche richieste del consumatore e per rispondere in modo flessibile alla mancata fornitura di qualche componente⁸. Ciò aumenta la flessibilità della cosiddetta "fabbrica integrata".

Da tale punto di vista, queste tecnologie possono rappresentare una minaccia per il made in Italy nella misura in cui imprese straniere di grandi dimensioni possano acquisire capacità che oggi sono tipiche delle nostre PMI: è possibile infatti che le tecnologie dell'Industria 4.0 attribuiscono anche a competitori che producono su scale maggiori la flessibilità, la rapidità di cambiamento e la capacità di personalizzare il prodotto che sono punti di forza storici delle PMI italiane. Tuttavia, se ben utilizzate queste tecnologie rappresentano opportunità per potenziare capacità già presenti, portando il made in Italy a nuovi livelli di eccellenza attraverso un ulteriore efficientamento dei processi produttivi e lo sviluppo di nuovi business (vedi seguito). In ogni caso, le nuove tecnologie e l'IoT si diffonderanno e la chiusura a difesa dell'esistente rappresenta una strategia perdente.

Queste tecnologie hanno implicazioni relative alla gestione della *privacy* e delle relazioni sul luogo di lavoro. Le violazioni della *privacy* riguardano principalmente la possibilità di tracciare costantemente i consumatori arrivando a conoscere in tempo reale la loro posizione geografica e il tipo di utilizzo che fanno del bene; in termini generali, sarà sempre più diffuso un *trade-off* tra rinuncia alla *privacy* e possibilità di accedere a servizi personalizzati.

Inedite problematiche e opportunità possono emergere anche nell'ambito dell'organizzazione del lavoro e delle relazioni industriali: se, per esempio, si mettesse in condizione ogni macchina di identificare il lavoratore con il quale si sta interfacciando, questa potrebbe usare un linguaggio diverso in termini di complessità fornendo un set di informazioni specifico e abilitando manovre predefinite in relazione al livello di qualificazione della singola persona. Ciò dovrebbe garantire maggiore produttività del lavoro (e quindi maggiori salari) e maggiore sicurezza per i lavoratori; non sono però da trascurare aspetti anche delicati relativi al rispetto della *privacy* dei lavoratori.

⁸ La Quarta Rivoluzione Industriale sviluppa ovviamente importanti sinergie con tecnologie già note e appartenenti alla prima fase della rivoluzione digitale: per esempio, la manifattura additiva ("stampa 3D") può avere un ruolo nell'implementazione della cosiddetta personalizzazione di massa promessa dall'Industria 4.0 e nella produzione di oggetti con sensori inclusi (*embedded*).

Gli esempi visti confermano che le decisioni non solo possono divenire più accurate, in quanto prese sulla base di una massa di informazioni più ampia e disponibile in tempo reale, ma divengono anche più frequenti: spesso si sostituisce un'azione fissa ("irrigo il campo ogni 24 ore") con un'azione variabile decisa in tempo reale ("irrigo se si verifica una serie complessa di condizioni"). Tali decisioni dovranno essere sempre più spesso prese in modalità automatica da macchine programmate e capaci di apprendimento autonomo⁹.

In termini generali, decisioni più rapide possono determinare *time to market* più breve e dunque un vantaggio competitivo. Per esempio, un sensore posto a valle del processo produttivo può rilevare che l'1% dei pezzi prodotti è difettoso: ciò può indurre una centralina automatica a ordinare alla macchina di produrne una quantità maggiore in modo che il numero finale di pezzi buoni sia quello desiderato; in tal modo si evita di avviare in un momento successivo un nuovo processo produttivo *ad hoc* per produrre i pezzi mancanti.

Molti degli esempi fatti evidenziano che il confine tra manifattura e servizio diviene sempre meno netto e talvolta impossibile da tracciare. Si consideri il caso della manutenzione predittiva: senza un sistema di sensori è impossibile sviluppare un modello che individui il momento ottimo per l'intervento di manutenzione e la costruzione di tale modello costituisce un elemento imprescindibile per tale intervento. Ciò è da ricondurre a un'altra caratteristica molto spesso evocata in letteratura sull'Industria 4.0: la presenza di sistemi "cyber-fisici" nei quali diviene impossibile tracciare un confine netto tra la parte digitale (*cyber*) e la parte fisica dei processi produttivi. Come si è detto, nella terza fase della rivoluzione industriale tale confine era piuttosto netto: nel computer ha luogo la parte digitale e nella macchina utensile la parte fisica del processo produttivo. Al contrario, nell'Industria 4.0 la gerarchia tra fasi produttive diviene meno rigida e meno "verticale": il "dialogo tra cose" avviene in modo sistematico, con flussi di dati in direzione variabile e tra molteplici parti del processo produttivo. Ciò implica anche una crescente esposizione a rischi relativi alla cosiddetta cyber-sicurezza, essendo possibili attacchi tesi a manipolare il funzionamento degli oggetti per i fini più diversi (sabotaggio, terrorismo, spionaggio...). L'ambiguità del confine tra mondo reale e mondo digitale espone anche a rischi di manipolazione dei prodotti da parte dello stesso produttore: la recente vicenda relativa ad alcuni motori diesel della Volkswagen evidenzia come dal "dialogo tra macchine" possano emergere (complici i sensori) manipolazioni fraudolente anche gravi.

⁹ Ha avuto una certa visibilità mediatica il caso di Vital, l'algoritmo che "siede" nel consiglio di amministrazione della *Deep Knowledge Ventures* (una società finanziaria di Hong Kong), con gli stessi poteri di voto dei suoi colleghi umani. In sanità si sta diffondendo in alcuni ospedali la pratica di "sentire anche il parere di un computer" che analizza in tempo brevissimo milioni di dati relativi a cartelle cliniche digitali e suggerisce una diagnosi e una terapia partendo dai dati delle analisi del paziente.

4.2 Informazione meno asimmetrica e nuovi modelli di business

Dunque, la disponibilità in tempo reale di una massa maggiore di informazioni si può associare ad aumenti di efficienza. Inoltre, quando le nuove informazioni disponibili riducono o eliminano le asimmetrie nella distribuzione dell'informazione, allora le nuove tecnologie possono diventare abilitanti rispetto a nuovi modelli di business. In particolare, ciò avviene grazie alla possibilità di avere informazione più simmetrica tra il proprietario di un bene e l'utente di quel bene circa il livello e le condizioni di utilizzo del bene stesso. Si parla a questo proposito del cosiddetto "modello Xerox": la proprietà della fotocopiatrice non è dell'utente finale che paga invece un canone di locazione con una componente fissa e una variabile legata al numero di copie fatte; il proprietario della fotocopiatrice si fa carico della manutenzione del bene e della sostituzione delle parti usurate. La Rolls Royce ha già adottato un modello di questo tipo per i motori aeronautici: la possibilità di avere motori che comunicano in tempo reale dati relativi al loro utilizzo e all'usura dei diversi componenti rende possibile un modello di business in cui il produttore affitta i motori alla compagnia aerea e ne cura la manutenzione.

In modo analogo, è stato immaginato di costruire macchine per il caffè da bar collegate a internet e capaci di abilitare un modello di business nuovo: il produttore di caffè può siglare con esercizi commerciali, anche lontanissimi, un contratto che preveda la concessione in uso della macchina e di un brand, la formazione del personale e altro assieme all'obbligo di uso esclusivo di una certa miscela di caffè. Collegando a internet la macchina diventa possibile conoscere in tempo reale il numero di caffè fatti e verificare quindi il rispetto dei patti. In linea di principio, questa logica può essere estesa agli ambiti più diversi, si pensi per esempio al noleggio di una lavatrice domestica. È evidente tuttavia che il semplice fatto che un certo modello di business sia reso possibile dalle nuove tecnologie non implica che esso sia anche profittevole: ciò dipenderà da molte condizioni a contorno.

Il fatto che nuovi modelli di business siano associati a una diversa allocazione della proprietà dei beni e a diversi modelli contrattuali tra fornitore e utente del macchinario può avere importanti implicazioni sulla capitalizzazione delle imprese (anche con risvolti importanti sulla finanza) e sulla natura delle filiere produttive.

La diffusione di nuovi modelli di business associati a uno spostamento della proprietà dei beni e a un mutamento del titolo giuridico in base al quale i beni verranno fruiti potrà avere anche implicazioni sul modo in cui i beni saranno progettati e prodotti: ci si aspetta che i beni saranno realizzati per durare di più con alcuni moduli, più soggetti a usura, da sostituire a intervalli più frequenti e altri destinati a resistere maggiormente nel tempo. Anche in questo caso, quindi, nuovi e profittevoli modelli di business possono associarsi a implicazioni positive per l'ambiente.

È interessante chiedersi in termini più generali quale sia l'impatto di queste tecnologie sulla capacità delle imprese di gestire e controllare il proprio vantaggio competitivo. Nei casi illustrati fin qui, nei quali le produzioni sono sempre più connesse "in senso orizzontale", è possibile che le imprese si trovino costrette a condividere in misura maggiore rispetto al passato pezzi proprietari della propria conoscenza, con erosione di vantaggi competitivi acquisiti. Al contrario,

nel caso di nuovi business resi possibili da minori asimmetrie informative è possibile che l'impresa (si pensi all'esempio Rolls Royce) possa esercitare un controllo più stretto del proprio vantaggio competitivo: non deve delegare a terzi operazioni sui propri prodotti e può quindi conservare una maggiore quota di conoscenza proprietaria. È probabile che le imprese italiane, soprattutto le PMI fortemente orientate all'internazionalizzazione, possano trarre vantaggio dalle opportunità offerte da tali nuovi modelli di business. Si tratta di immaginare in modo creativo estensioni e varianti dei propri prodotti, cosa che gli imprenditori italiani hanno dimostrato di saper fare assai bene.

4.3 Nuove tipologie di beni

Oltre alle principali implicazioni che le nuove tecnologie digitali possono avere sull'efficienza dei processi produttivi e a possibili nuovi modelli di business, un grande impatto sull'attività manifatturiera deriverà anche dalla radicale modificazione di prodotti tradizionali e dalla nascita di una vasta gamma (oggi impossibile da immaginare) di prodotti nuovi.

Un esempio clamoroso riguarda l'auto che si guida da sola: se supererà tutte le sfide di ordine tecnologico e anche sociale, essa ridefinirà totalmente il mercato, con la probabile nascita di nuovi protagonisti. Un esempio meno clamoroso ma di più vicina implementazione può essere un seggiolino per auto per bimbi connesso con la centralina elettronica dell'automobile, con la rete internet e con la rete telefonica: se il sedile rileva la presenza del bambino e rileva che l'auto è spenta e senza conducente, ordina all'auto di aprire un poco i finestrini e manda un sms ai cellulari dei genitori; se questi non intervengono entro un certo intervallo di tempo, parte una chiamata alla polizia in cui si segnala la localizzazione esatta dell'auto¹⁰. Un altro esempio riguarda una nuova tipologia di termostati "intelligenti" alla quale sta lavorando, tra gli altri, Nest, una società dedicata creata da Google. Dispositivi totalmente nuovi sono indossabili e hanno la capacità di integrare e monitorare attività di fitness, condizioni di salute, abilitazione all'accesso a edifici, hotel, voli aerei....

La diffusione di prodotti radicalmente nuovi modificherà le filiere produttive e i rapporti di sub-fornitura in direzioni che oggi non sembra possibile identificare con chiarezza. Anche la difesa di posizioni di vantaggio competitivo dovrà avvenire in forme nuove in un mondo nel quale, come si è detto, in alcuni ambiti più conoscenze saranno condivise e i confini della conoscenza proprietaria saranno più ambigui. Sul terreno dell'ideazione di prodotti radicalmente nuovi e sulla frontiera della tecnologia forse le imprese italiane potranno, in media, trovarsi in maggiore difficoltà: occorrono importanti investimenti in R&S che spesso sono fuori dalla portata delle PMI e già si vanno definendo a livello internazionale alcune posizioni di leadership che sarà molto difficile scalzare. Naturalmente ciò non esclude che le imprese italiane possano svolgere un ruolo anche importante lungo le filiere produttive di tali beni e che possano con-

¹⁰ Un progetto di questo tipo, vincitore del premio "Inv-Factor" del CNR, è stato realizzato dai ragazzi dell'Istituto secondario di istruzione superiore Enrico Fermi di Bibbiena (AR): il seggiolino intelligente è stato battezzato "Ricordati di me".

quistare posizioni anche di eccellenza nell'applicazione di queste nuove tecnologie a settori industriali tradizionali (si pensi, ad esempio, al settore del *packaging*); in tal caso infatti le soglie di investimento in R&S sono molto inferiori e le imprese spesso partono da posizioni di forza nei propri mercati di riferimento.

4.4 Conclusioni: una rivoluzione radicale con grandi opportunità e alcuni rischi

La cosiddetta Industria 4.0 rappresenta una svolta radicale per le attività manifatturiere: essa promette importanti aumenti di efficienza nei processi produttivi, abilita nuovi modelli di business e apre la strada a grandi novità nel campo dei prodotti per i consumatori sia in termini di evoluzione di prodotti esistenti sia in termini di prodotti completamente nuovi.

Le implicazioni macroeconomiche sono certamente molto complesse e difficili da prevedere. L'efficiamento dei processi produttivi avrà un impatto positivo sulla produttività del lavoro, un impatto deflattivo sui prezzi (anche delle materie prime) e potenzialmente negativo sull'occupazione. Lo sviluppo di nuovi modelli di business può rendere possibili forme inedite di internazionalizzazione delle imprese e potrà avere un impatto positivo sul reddito¹¹ e l'occupazione. Lo sviluppo di beni totalmente nuovi potrà stimolare la domanda aggregata e con essa l'occupazione.

La questione più controversa e potenzialmente molto rilevante riguarda l'impatto sull'occupazione: certamente aumenterà la domanda per lavoratori con alcune qualifiche ma fortemente in dubbio è il segno del saldo netto tra posti di lavoro (di bassa ma anche di media e alta qualificazione) perduti e posti di lavoro creati. Certamente aumenterà la sicurezza sul lavoro e si ridurranno posti di lavoro ripetitivi, ma il costo sociale di questa transizione tecnologica potrà essere importante, anche in relazione agli effetti distributivi a essa associati.

Un possibile punto di debolezza delle tecnologie legate all'IoT è che i sistemi informatici si sono sempre rivelati vulnerabili ad attacchi. Potenzialmente anche le connessioni tra cose rappresentano punti di accesso per attacchi informatici.

La relazione tra manifattura e servizio diviene più ricca sia nel senso che il settore manifatturiero chiede al settore terziario nuovi e più complessi servizi sia nel senso che il settore manifatturiero diventerà inevitabilmente sempre più produttore anche di servizi che, per loro natura, non sarà possibile separare nettamente dalla produzione industriale¹².

In termini di politica economica le principali implicazioni riguardano la creazione di una infrastruttura a banda larga, l'adozione di politiche di formazione che sviluppino nei giovani adeguate competenze scientifiche e tecnologiche ma non disgiunte da capacità di tipo creativo.

¹¹ Cisco (2015) prevede che, per merito dell'Internet delle cose, la manifattura in Europa crescerà di ulteriori 1.200 miliardi di euro entro il 2020. Tali stime possono essere ovviamente viziare da *wishful thinking* di un soggetto direttamente coinvolto nel *business*.

¹² Ciò implica, tra l'altro, che il responsabile IT dell'azienda non deve limitarsi a gestire i PC, i sistemi ERP e così via, ma deve cominciare a dialogare in modo nuovo con la produzione.



ALLEGATO 5

Fondazione Istituto Italiano di Tecnologia

relazione per l'audizione presso la

X Commissione Permanente

(Attività produttive, commercio, turismo)

* * *

Indagine conoscitiva sulla rivoluzione industriale 4.0:

quale modello applicare al tessuto industriale italiano.

Strumenti per favorire la digitalizzazione delle filiere industriali nazionali.

Roma 12 febbraio 2016

* * *

La presente relazione è stata redatta al fine di contribuire all'indagine conoscitiva avviata dalla Commissione Parlamentare Permanente sulle Attività Produttive, Commercio e Turismo in relazione al fenomeno della "quarta rivoluzione industriale" (Industria 4.0).

In particolare, la Fondazione Istituto Italiano di Tecnologia (IIT), nella sua veste di ente dedicato alla ricerca scientifica, espone con il presente documento

- gli aspetti scientifici e tecnologici trattati nelle proprie attività di ricerca e rilevanti nell'ottica Industria 4.0;
- l'esperienza su metodi, strumenti e dinamiche prevalenti considerate strategiche per facilitare l'adozione delle tecnologie abilitanti da parte del sistema produttivo.

Il Piano Scientifico di IIT

Il modello di funzionamento di IIT prevede la formulazione di un Piano Scientifico che traccia le linee guida dell'attività di ricerca dell'ente. Tale Piano Scientifico, rielaborato su base triennale, è sottoposto al vaglio di un organismo terzo ed indipendente costituito da personalità di rilievo del mondo della ricerca internazionale, che ne approvano i contenuti e ne verificano la effettiva realizzazione nel tempo. Esso è disegnato con l'obiettivo di coniugare attività scientifica che abbia un orizzonte di medio/lungo periodo, affrontando ricerca di tecnologie per la sostenibilità ambientale e il miglioramento delle condizioni di vita



nel pianeta, con la missione di generare ricadute tecnologiche nel breve periodo. Quest'ultimo obiettivo, elemento essenziale della missione dell'IIT, ha portato alla creazione di una Direzione per il Trasferimento Tecnologico che ha la compito di facilitare e accelerare il passaggio dei risultati della ricerca al sistema produttivo.

Il piano di lavoro dell'IIT, improntato all'interdisciplinarietà, si articola in undici programmi di ricerca, così definiti:

Core Programs	1. Material Chemistry
	2. Smart Materials
	3. Robotics
	4. Brain Science
Technology Programs	5. Graphene
	6. Portable Energy
	7. Assistive & Rehabilitation Robotics
Cross-disciplinary Programs	8. Compunet
	9. NanoBioPhotonics
	10. Health Technologies
	11. Interactions

Core Programs: in questa categoria rientrano i programmi scientifici originari di IIT, istituiti sin dalla creazione della Fondazione. I lavori sviluppati nell'ambito di questi programmi, su cui l'Istituto ha costruito una robusta reputazione scientifica negli anni, mantengono un carattere esplorativo (curiosity-driven) e permettono all'IIT di posizionarsi sulla frontiera della conoscenza scientifica, generando nuovi approcci per superare i limiti tecnologici di oggi. Così ne derivano **nuovi materiali** nano-strutturati da impiegare nel settore della diagnostica, della medicina e dell'optoelettronica; nuovi materiali multi-funzionali e biocompatibili, capaci di realizzare funzioni tradizionali abbattendo l'impatto ambientale su intere filiere produttive. Lo studio della **Robotica** si confronta con la creazione di un ecosistema ispirato alla natura (umanoidi, animaloidi, plantoidi), sviluppando macchine in grado di gestire l'interazione con l'ambiente in cui si trovano, acquisendo informazioni ed elaborando strategie comportamentali ottimali. Quest'area di ricerca consente di far convergere su una piattaforma robotica competenze e ricerca nell'ambito della sensoristica, dei sistemi di visione, dei sistemi cognitivi e dell'intelligenza artificiale. Grazie al programma **Brain Sciences** si sviluppa la capacità di comprendere come il cervello acquisisce ed elabora gli stimoli esterni, a partire dai meccanismi biologici a livello cellulare e neuronale, fino all'organizzazione di queste informazioni in forma compiuta. La comprensione di tali dinamiche ha ricadute, ad esempio, sul trattamento di malattie neurodegenerative (come il morbo di Alzheimer) e sulla individuazione di metodi di prevenzione, così come sullo sviluppo di sistemi di intelligenza artificiale.



Technology Programs in questa categoria sono elencate tre aree di ricerca con immediati risvolti industriali. Il programma **Graphenes** sviluppa – *da un lato* – metodi e strumenti per la produzione del grafene, materiale dalle straordinarie proprietà meccaniche, elettriche e ottiche, e – *dall'altro* – processi per far emergere tali proprietà nelle applicazioni industriali, miscelato con materiali convenzionali, per estendere le potenzialità d'impiego dei materiali oggi utilizzati in svariati ambiti industriali. Il programma **Portable Energy** è orientato allo sviluppo di tecnologie per la generazione di energia, destinata ad alimentare robot, sensori, elettronica indossabile, etc. Si tratta di un approccio complementare al sistema oggi dominante: dove oggi vi sono grandi centrali capaci di generare migliaia di GWh distribuiti su reti che consegnano l'energia in punti (fissi) prestabiliti, emerge l'esigenza di soddisfare una domanda enormemente frammentata di utenti che consumano di poche centinaia di Wh, da produrre e utilizzare in mobilità. Questa nuova domanda potrà sfruttare l'energia disponibile nell'ambiente tramite le tecnologie ultra leggere dei materiali piezoelettrici, polimeri fotovoltaici, sistemi vibrazionali. La **Robotica Riabilitativa** sviluppata con l'importante contributo di INAIL, è focalizzata sullo sviluppo di soluzioni capaci di far evolvere la riabilitazione fisioterapica verso una sistema di cura oggettivo, con standard tracciabili e protocolli confrontabili, innalzando sia la professionalità del medico che il livello di servizio all'utente finale. Sotto questo filone progettuale sono ricompresi gli studi per lo sviluppo di protesi robotiche per restituire agli amputati un arto (robotico) funzionale, e la progettazione di un esoscheletro per pazienti tetraplegici.

Cross-Disciplinary Programs: programmi di ricerca di questa categoria raccolgono la sfida di mettere a fattor comune competenze diverse su ricerche scientifiche di nuova concezione. Così **Compunet** mira a sviluppare un network internazionale di scienziati dedicati alla creazione di una facility di Multiscale Modelling per lo sviluppo di sistemi di simulazione che spaziano dal livello atomico ai sistemi continui. L'impatto di queste tecnologie si misurerà sulla capacità di impiegare sistemi informatici per progettare farmaci, studiare nuove strutture della materia, sviluppare previsioni sull'assetto idrogeologico del territorio, ottenere modelli dei sistemi stellari, etc. La ricerca nel campo **Nano-Bio Photonics** esplora tecnologie e strumenti per la diagnostica avanzata che include, tra le altre, tecniche di imaging, super-microscopia per l'osservazione del singolo bio-evento, sensori ad effetto plasmonico e vanta la collaborazione di Nikon che ha contribuito alla creazione di un centro dedicato alla creazione di microscopi a super-risoluzione per la diagnostica nell'uomo. Il programma **Health Technologies** si occupa di sviluppare sistemi basati su nano-particelle opportunamente funzionalizzate per svolgere la duplice azione di somministrazione intelligente del farmaco unitamente alla diagnostica clinica (teranostica= terapia + diagnostica). La piattaforma di ricerca denominata **Interactions** racchiude i lavori nel campo dell'interazione uomo-macchina, mettendo assieme gli studi di robotica, visione, cognizione, apprendimento e comportamento.



La ricerca di IIT nel contesto di Industry 4.0

Lo sviluppo del piano di ricerca di IIT ha generato negli anni numerose tecnologie che potrebbero impattare direttamente la trasformazione dell'industria nazionale. La varietà e diversità di soluzioni disponibili dipende largamente dal diverso contesto applicativo, è un patrimonio in continua evoluzione e sarebbe difficile produrne una mappa esaustiva. Si propone di seguito una breve sintesi delle tecnologie più rilevanti nel quadro di Industry 4.0 tra quelle sviluppate in IIT:

- **Robotica:** lo sviluppo di sistemi robotici interattivi, capaci di operare in ambiente destrutturato, alla presenza dell'operatore umano e in piena sicurezza. Si tratta di robot concepiti per la soluzione di compiti articolati, e pertanto programmati per “scegliere” le azioni e le traiettorie più idonee per il raggiungimento di un obiettivo in maniera collaborativa. In particolare in quest'ambito di ricerca si ritrovano famiglie tecnologiche quali
 - **Sensoristica:** al fine di permettere ai robot di “sentire” l'ambiente in cui operano, sono state sviluppate famiglie di sensori che possono essere immediatamente inserite su macchinari e sistemi industriali convenzionali, restituendo informazioni arricchite a chi governa il processo. I sensori possono essere miniaturizzati e distribuiti, applicati per stampa o sviluppati come oggetti a sé stanti, e così via.
 - **Machine Learning e Artificial Intelligence:** per permettere ai robot di coordinare stimoli diversi, riconoscerli, classificarli, archivarli, combinarli tra loro e sviluppare dei comportamenti in risposta, sono state sviluppate strutture di software che realizzano, complessivamente, logiche molto elaborate e immediatamente riadattabili alla gestione di stazioni di lavoro di un sito produttivo. Si tratta di contesti in cui sono generate e analizzate grandi quantità di dati (Big Data), gestite con tecniche di Machine Learning che possono essere applicate con successo in contesti molto diversi (catene di montaggio e sistemi produttivi in genere, sistemi biologici, analisi di una customer base, organizzazione del sistema sanitario finalizzata alla predizione dell'incidenza di malattie sulla popolazione, etc.).
- **Sistemi di visione:** uno dei domini della ricerca di IIT è quello dei sistemi di visione e riconoscimento dei fenomeni osservati. Sono tecnologie che permettono di utilizzare telecamere disponibili in commercio per ricavare informazioni più ricche di quanto oggi non si riesca a fare. Ad esempio è possibile effettuare controlli sulla movimentazione di oggetti e/o persone in un dato contesto (magazzini, sistemi di assemblaggio, oppure persone in centri commerciali, aeroporti, etc.) finalizzati al controllo della qualità della produzione, a pilotare l'intervento di un sistema robotico, a verificare l'efficacia della disposizione dell'offerta al pubblico, a comprendere i meccanismi di acquisto dei consumatori, a monitorare la sicurezza dei grandi ambienti effettuando il tracciamento su una rete di punti di acquisizione.



- Nuovi materiali: nel capo dei materiali si aprono delle straordinarie opportunità di innovazione
 - La capacità di isolare cristalli bidimensionali come il grafene, nonché la capacità di miscelarli con materiali convenzionali, restituirà all'industria una nuova gamma di proprietà meccaniche, elettriche, di dispersione termica, ottiche, permettendo di aumentare le funzionalità dei prodotti offerti al mercato. La capacità di sfruttare tali tecnologie per stampare su superfici rigide o su tessuti dei sistemi per il trasporto di dati e segnali, potenzierà la penetrazione dell'*IoT*.
 - Le tecnologie per la trasformazione degli scarti del ciclo alimentare (scarti della produzione agricola e della trasformazione dei vegetali) in materiali dal comportamento plastico, permetterà di pensare ad una nuova generazione del packaging, interamente biodegradabile, sensorizzato e in grado di comunicare.
 - I trattamenti superficiali nelle linee di confezionamento degli alimenti potranno cambiare la pianificazione del fermo macchina: le superfici delle macchine potranno essere rese antibatteriche, riducendo l'insorgenza di batteri che costringono al fermo macchina per lavaggio.
 - Nuovi trattamenti polimerici permetteranno di trasformare carta e tessuti rendendoli al contempo impermeabili ma traspiranti ed idonei a nuovi impieghi, anche aggiungendo nuove funzionalità come, ad esempio, l'inserimento di un identificativo univoco e segreto (smart tags), o il conferimento di proprietà antibatteriche, etc.
 - Produzione di nuovi materiali per la manifattura additiva, settore nel quale in IIT è presente un centro di competenza specifica.

- Dai Big Data ai Modelli Predittivi: lo sviluppo di tecniche di simulazione avanzate e multi-scala permetterà la simulazione di sistemi di complessità crescente, sviluppando modelli predittivi che permetteranno la programmazione delle scelte industriali e finanziarie, favorendo una allocazione efficace ed efficiente delle risorse umane, finanziarie e tecniche. Tali tecniche, in combinazione con la crescente disponibilità di dati (Big Data), consentirà di esplorare nuovi modelli organizzativi a vantaggio di una maggiore efficienza e qualità del lavoro e della vita in generale.

Considerazioni conclusive

La recente attenzione da parte dell'industria e dei governi dei Paesi industrializzati all'introduzione delle nuove tecnologie nei sistemi produttivi segna un passaggio cruciale, e straordinariamente prezioso, per l'intero sistema di innovazione.

Senza avere la pretesa di trattare il tema in maniera esaustiva, si ritiene utile all'indagine riportare qui di seguito alcune considerazioni di carattere sistemico osservate nella attività di trasferimento tecnologico della Fondazione.



Infatti, dall'osservatorio di chi come l'IIT fa della ricerca scientifica, e del suo trasferimento alle imprese la propria missione, il fenomeno Industry 4.0 acquista una duplice lettura: da un lato vi si legge la conferma, semmai vi fosse stato qualche dubbio, della rilevanza strategica degli investimenti in innovazione nella generazione del benessere sociale e, dall'altro, si legge l'esigenza di sviluppare modelli collaborativi diffusi, solidi e "densi" di relazioni tra molteplici attori, quali la ricerca scientifica, le imprese, il sistema finanziario, i sistemi di governo dei territori (europeo, nazionale, regionale, etc.), la formazione dei lavoratori.

Il caso di Industry 4.0 è in questo senso emblematico. Stiamo infatti assistendo alla graduale trasformazione del sistema produttivo tramite l'introduzione di tecnologie che il settore della ricerca scientifica ha sviluppato più di quindici anni fa. La vera novità di questo processo è, dal punto di vista del ricercatore, il risveglio dell'Impresa e dei Governi.

Mentre non v'è dubbio che la disponibilità della tecnologia sia il fattore abilitante del cambiamento, tuttavia non è possibile alcuna opera di cambiamento se questa tecnologia non riesce a migrare al sistema produttivo in maniera efficace ed in tempi brevi.

La realizzazione di questo obiettivo, nell'esperienza dell'IIT, è fortemente dipendente da:

- Fattori culturali all'interno dell'impresa: spesso si ricercano recuperi di marginalità produttiva con visioni di medio/breve periodo, trascurando la possibilità di posizionarsi su vantaggi competitivi di lungo periodo tramite investimenti in nuove tecnologie. È doveroso tuttavia riconoscere che, a parziale spiegazione del fenomeno osservato, il sistema delle imprese italiane è altamente frammentato e notoriamente costituito da aziende di piccole dimensioni;
- Fattori culturali all'interno del sistema ricerca: in generale, si osserva in Italia una modesta attenzione alle tematiche del trasferimento tecnologico da parte del settore della ricerca. Questo ci appare legato a due fenomeni prevalenti: (i) tempi lunghi con cui un ritrovato della ricerca scientifica viene mediamente impiegato dall'impresa e, (ii) la limitata adozione di sistemi e metriche di incentivazione dei ricercatori alla realizzazione del trasferimento tecnologico;
- Disponibilità di infrastrutture e sistema normativo: la carenza di infrastrutture abilitanti, quali ad esempio sistemi di comunicazione a larga banda nel caso di Industry 4.0, rappresenta un elemento critico che dissuade l'impresa dal fare i necessari investimenti. È alto il rischio di distogliere risorse da altri progetti aziendali a favore di iniziative che potrebbero rimanere bloccate per cause fuori dal controllo dell'impresa. In questo la capacità di intervento dei governi è determinate. Analogamente, un sistema normativo che permetta una lettura più semplice e una stabilità nel medio periodo permetterebbe alle imprese di pianificare investimenti di medio termine con maggiore sicurezza;
- Carenza di un adeguato ecosistema finanziario: in diverse occasioni i risultati della ricerca hanno suscitato un profondo interesse da parte dell'impresa, ma troppo spesso questi interessi si sono spenti contro il muro della indisponibilità di capitali per



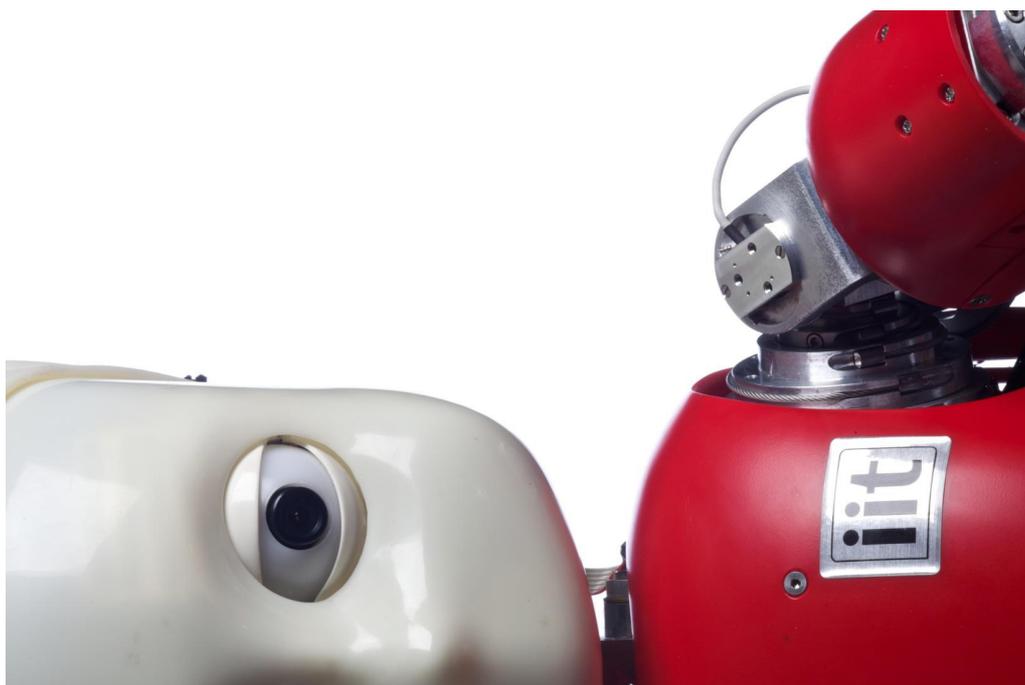
industrializzare e mettere in produzione una tal tecnologia. Su questo versante, è auspicabile che venga incentivato lo sviluppo di un ecosistema dei capitali privati che possano intervenire nelle prime fasi di ingegnerizzazione di una tecnologia, onde facilitare il meccanismo di trasferimento tecnologico alle piccole imprese che, pur dotate di uno straordinario know-how, non riescono a finanziare i propri progetti di innovazione.

L'intervento sui diversi elementi che rallentano lo sviluppo delle tecnologie sul mercato dovrà certamente coinvolgere gli esponenti di tutti gli attori interessati.

ALLEGATO 6



(ENG) <http://www.youtube.com/watch?v=nieE2xJU2Yk#t=37>
(ITA) <https://www.youtube.com/watch?v=PjCksa3ZYQM>

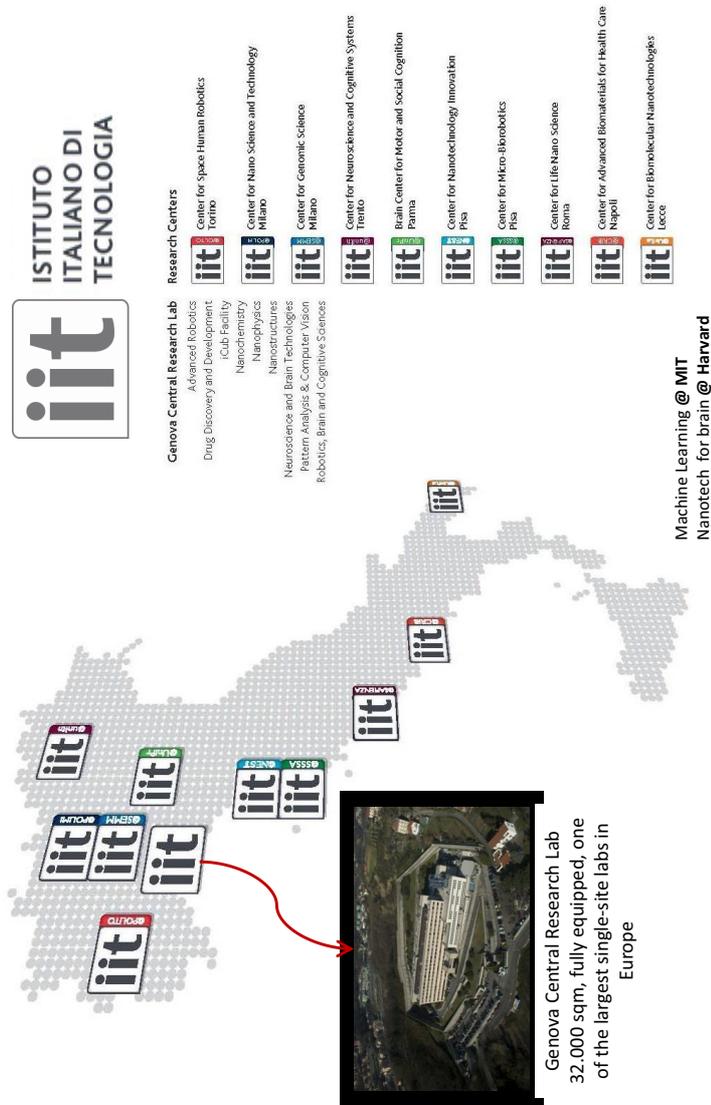




Istituto Italiano di Tecnologia

is a Foundation that promotes excellence in fundamental and applied research, develops higher education in the area of science and technology and fosters the evolution of industry towards the forefront areas of technological innovation.

Mission and Network

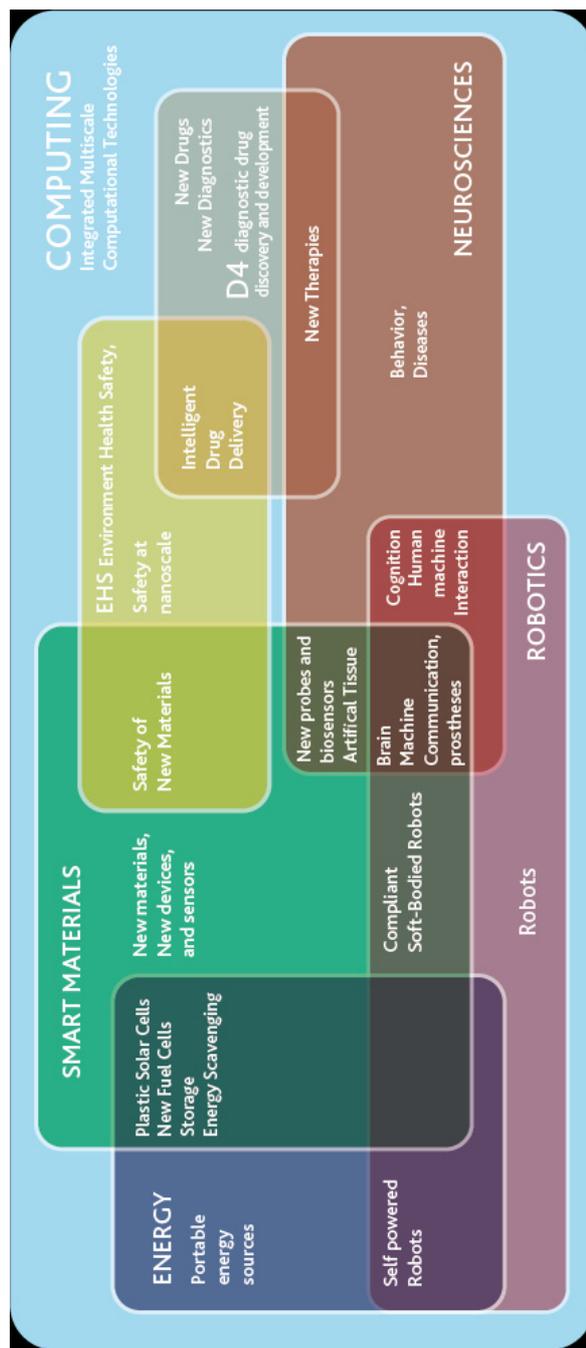




The Start-Up Phase



Research Platforms



Aimed at maximizing cross fertilization between disciplines, the scientific plan addresses some of the main trends that will impact the planet in the next decades, namely demographic shift, quality of life, and resource scarcity. To do so, scientific activity revolves around Robotics & Mechatronics, Neuroscience and Smart/Green Materials.



Governance

Executive Committee

Gabriele Galateri (Presidente), Roberto Cingolani (Direttore Scientifico), Giuseppe Pericu, Francesca Pasinelli, Alberto Sangiovanni Vincentelli.

Scientific Committee

Giorgio Margaritondo	(EPFL, Switzerland), <u>Chairman</u>
Emilio Bizzi	(MIT, USA)
Lia Addadi	(Weizmann Institute, Israel)
Adriano Aguzzi	(University Hospital Zürich, Switzerland)
Yasuhiko Arakawa	(Tokyo University, Japan)
Uri Banin	(Hebrew University, Israel)
Martin Chalfie [◇]	(Columbia University, USA)
Oussama Khatib	(Stanford University, USA)
Alex Zunger	(National Renewable Energy Laboratory, USA)
Jean-Jacques Slotine	(MIT, USA)
Arto Nurmikko	(Brown University, USA)
Takeo Kanade	(Carnegie Mellon University, USA)
Kenji Doja	(Okinawa Inst. of Science, Japan)

Board of Trustees

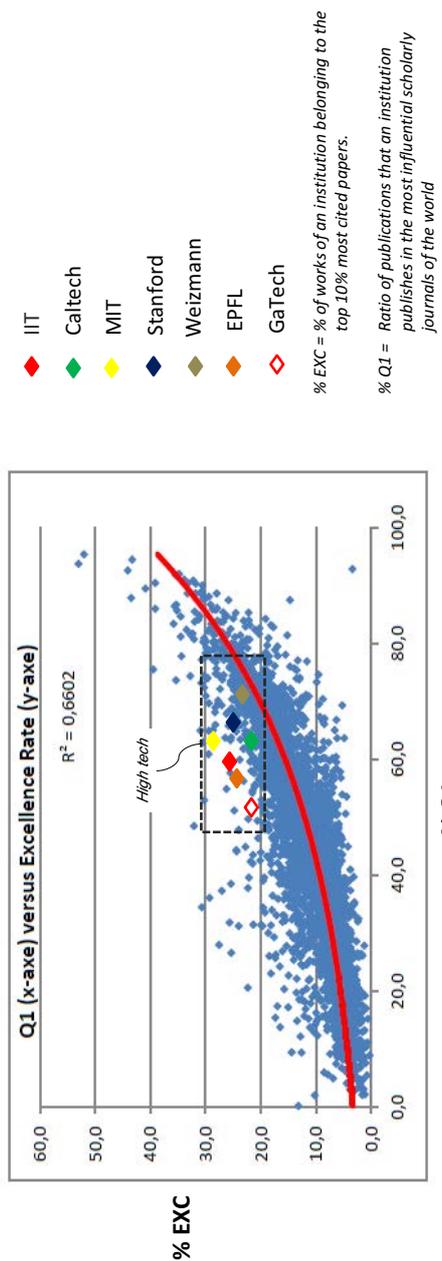
Vittorio Grilli (President)
Vittorio Terzi
Fulvio Conti
Alberto Quadrio Curzio
Sergio Dompé
Adrienne Corboud Fumagalli
Pietro Guindani
Pierre J. Magistretti
Alessandro Ovi
Francesco Profumo
Giuseppe Recchi
Lucrezia Reichlin
Rodolfo Zich
Gian Felice Rocca*
Giuseppe Vita*

* *honorary members*



Ranking

- Based on SCOPUS bibliometry referred to the 2006 - 2010 period, the SIR 2012 rankings confirm IIT positioning among the world's excellence of scientific research, evaluating the Foundation performance in the same range of the long established top institutions of the world.

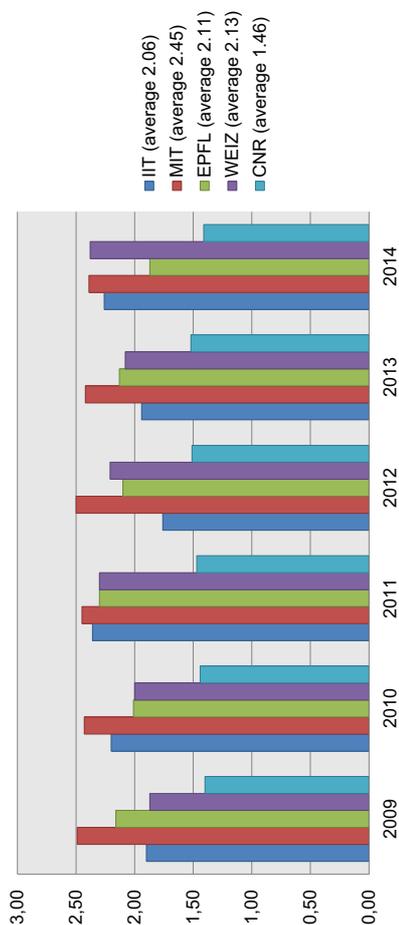
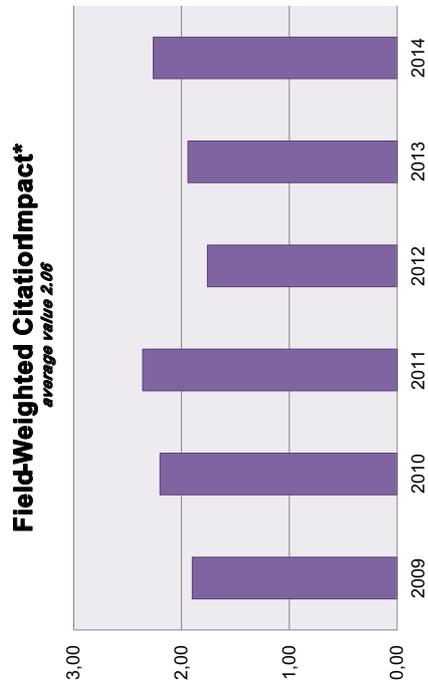


- ANVUR – Evaluation Agency of the Italian Ministry of Education and Research, ranked IIT no. 1 among the research institutions in Italy in its categories



Field-Weighted Citation Impact: IIT vs ...

Field-Weighted Citation Impact indicates how the N° of citations received by an entity's publication compares with the average n° of citations received by all other similar publications in the date universe (same year, publication type and discipline)



*SciVal 2014



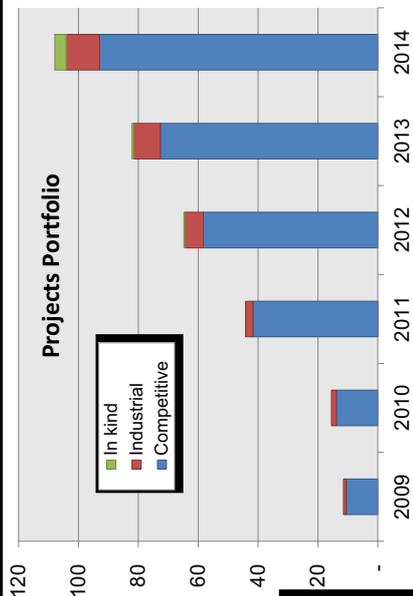
Performance Evaluation and Funding

PERFORMANCE MONITORING:

1. **Individual evaluation**, on a yearly base, referred to assigned targets (Management by Objectives 20% of gross wage)
2. **Departmental evaluation**, every three years. Panel made of Chairman and selected members of Scientific Committee, plus international independent experts
3. **Global evaluation**: Evaluation Committee (external scientists and managers)

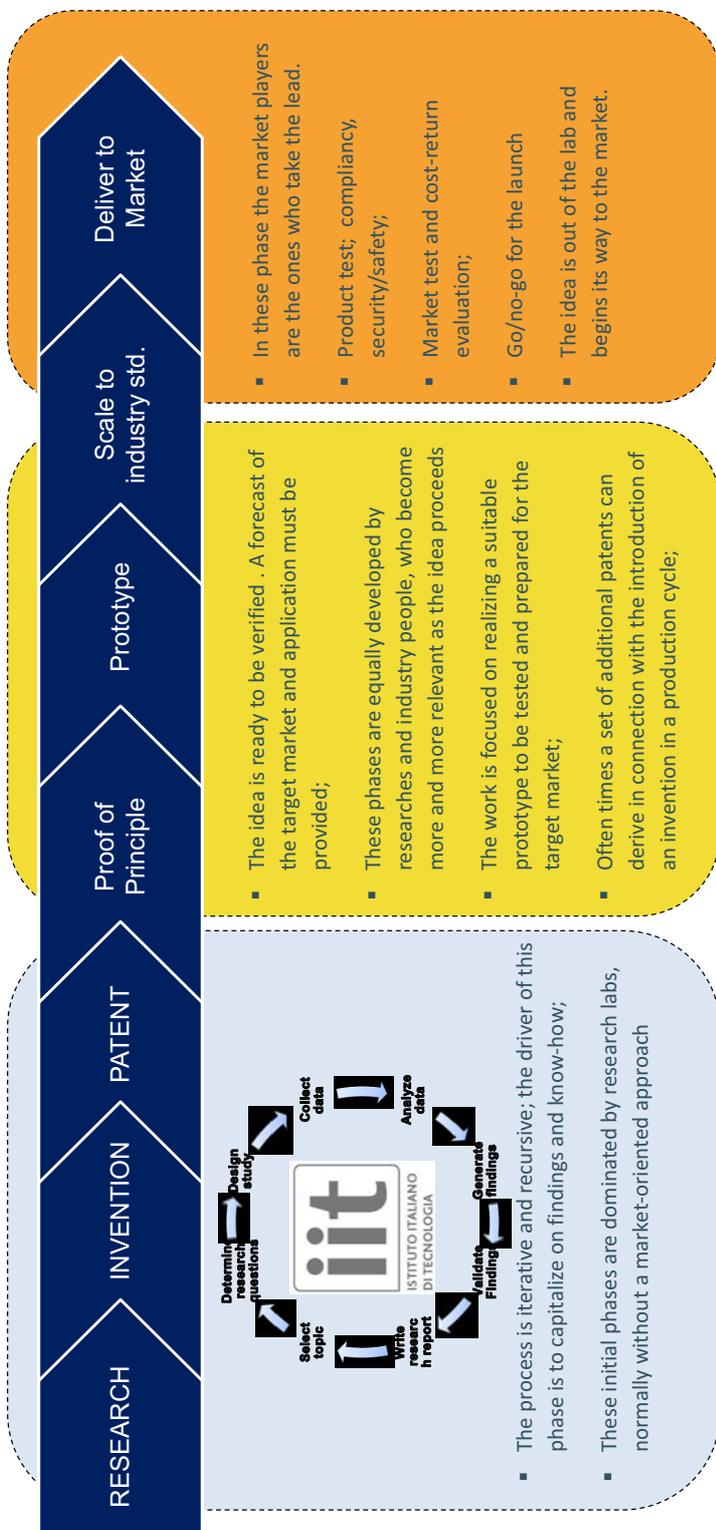
FUNDING:

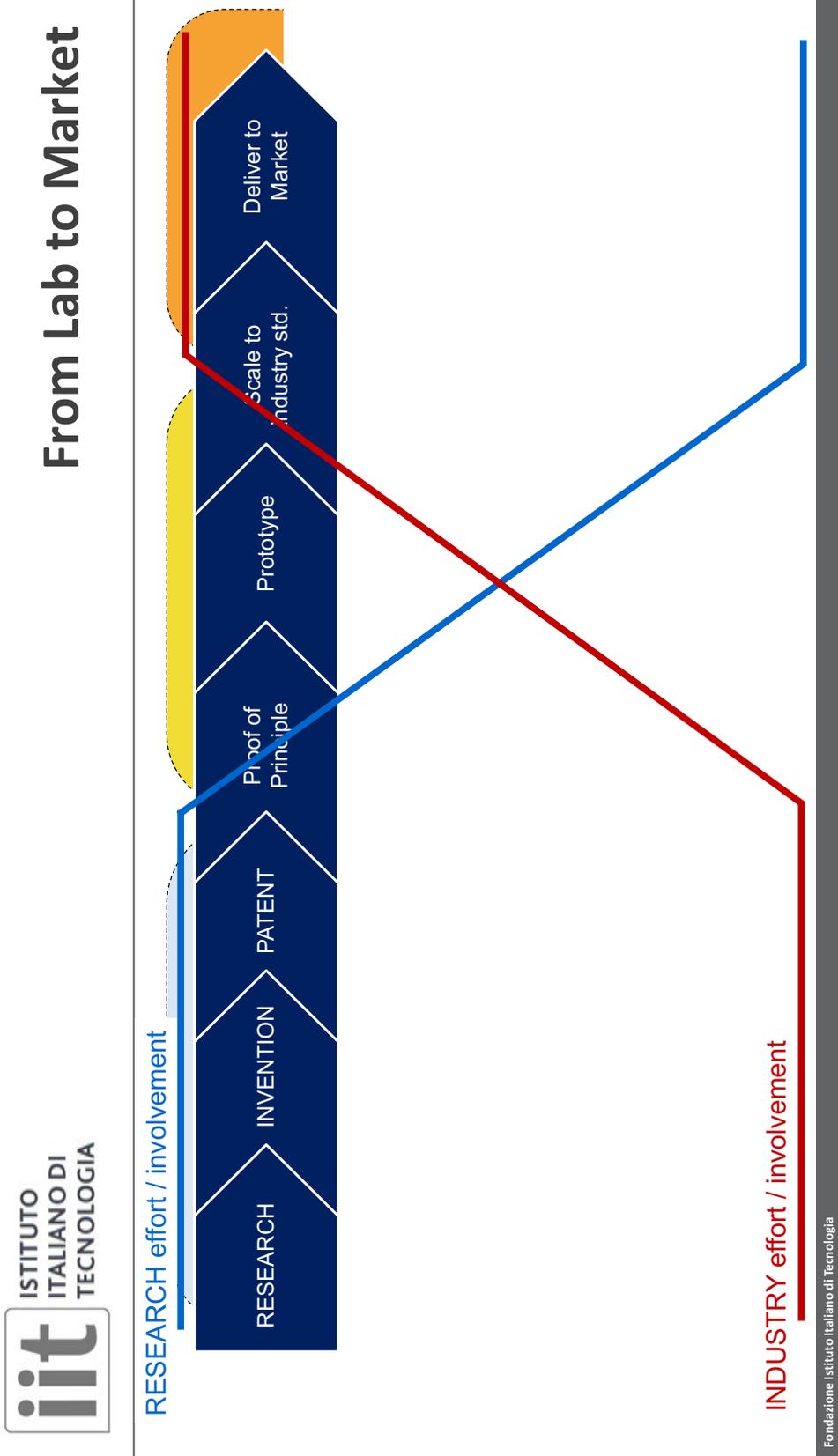
- IIT is a Private Foundation, funded by the Italian Government, with annual budget of €95 million, and jointly supervised by the Italian Ministry of Finance and Ministry of Education
 - In addition, IIT competes on international level for additional funding
- Funding on a competitive base from EU, National and International institutions and Industry



iiit ISTITUTO ITALIANO DI TECNOLOGIA

From Lab to Market





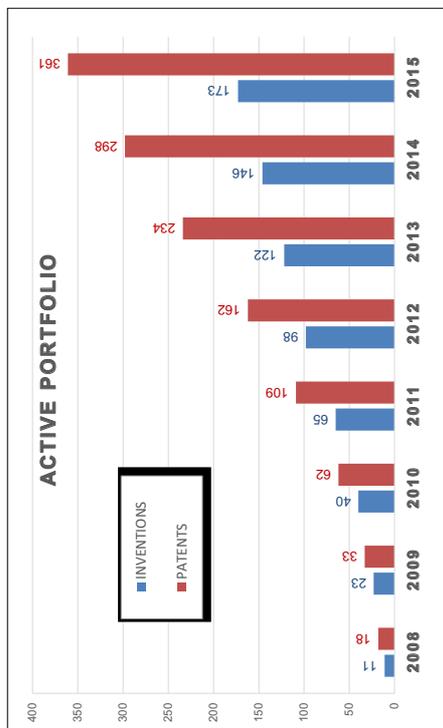


TT in practice

- **Technology Transfer is part of the mission of IIT, and is realized through**
 - Feasibility studies and applied technology project developed together with industry players
 - Joint Labs between IIT and Corporations/Firms
 - Licensing of IIT technologies, based on know-how or patented technologies
 - Creation of technology-based spin-off companies

▪ **IP protection is one key activity of IIT**, being the starting point for technology transfer. To this purpose, a dedicated Patent Office has been established.

▪ **A dedicated team** and over €1,0M invested in patent protection in 2015, looking into a growing trend.





Spin Off's

Name	Topic	Name	Topic
 3Brain	Med-Tech & Drug Discovery: HW & SW platform for in vitro response	 Biki Tech	Drug Discovery: SW platform to design new drugs
 Circle Garage	Robotics and ICT: wearable sensors network	 iCub	Robotics: intelligent interactive robotic solutions
 HiQ-Nano	Smart Materials: High quality nano particles production	 Rehab Tech	Robotics and Healthcare: rehabilitation robotics
 Advanced Microturbines	Clean Energy Harvesting: micro converter from fluid to electric power	 CompAct	Robotics: workforce support solutions
 Sensing Echo Magnetic Plus	Robotics and ICT: flexible tactile sensors	 Dual Cam	Computer Vision: combined audio and video camera
 Optogenix	Smart Materials & Neuroscience: production of patented probes for brain stimulation	 Ribes Technologies	Energy and Smart Materials: roll-to-roll printed polymeric solar cells
 Artificial Retina	Neuroscience and Smart Materials: biocompatible polymeric implant to repair blind retina	 viBe	Computer Vision: customer behaviour analysis technology.
		 Politronica	Smart materials: nano-structured inks for printed electronics
		 qbRobotics	Robotics: robotic modules to be assembled



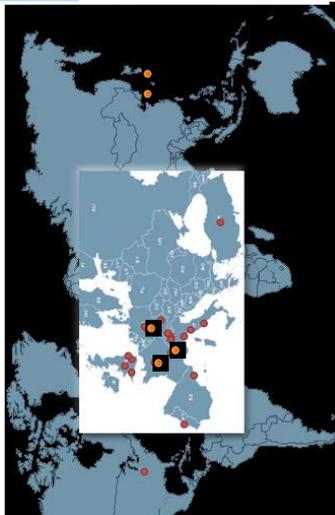
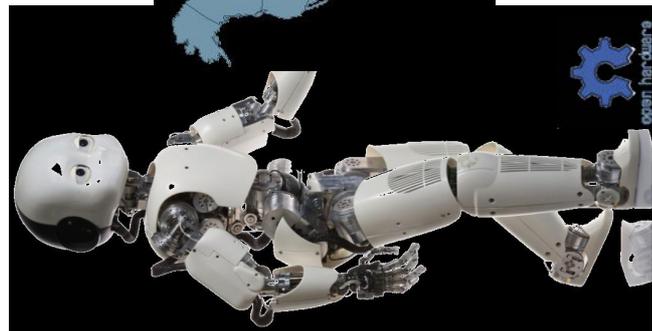
Research

Humanoid Robotic assistant



www.icub.org

- <http://www.youtube.com/watch?v=Zc1wO2dpX8A>
- <http://www.youtube.com/watch?v=EtRfgF0uwUo>
- http://www.youtube.com/watch?v=i8TEbCsFp_M



sale price: €250K
28 robots
distributed since 2008
about 3-4 iCub's/year



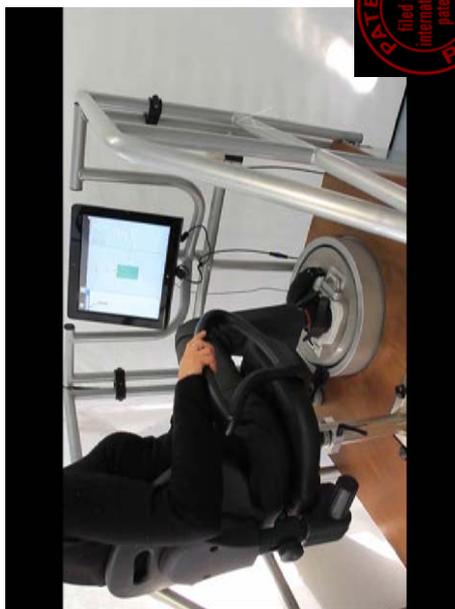


Rehabilitation Robotics



The INAIL-IIT joint lab is focused on developing robotic solutions for people rehabilitation

<http://www.youtube.com/watch?v=5h8HQbvKNeA&sns=em>



Developing active robotic prosthesis to allow amputees recovering a large portion of their movements, thus improving the quality of life and work

Coman and HyQ

- **CoMan** is a robotic platform focused on compliant behavior. It develops of a new set of mechanic joints and actuators, along with control logic to mimic humans
- **HyQ** is a robotic platform focused hydraulic actuation and a quadruped morphology. Torque and force control allow the robot deal with various situations, making it suitable for operations in hostile environment.

<http://www.youtube.com/watch?v=AnwetZpRtFE>



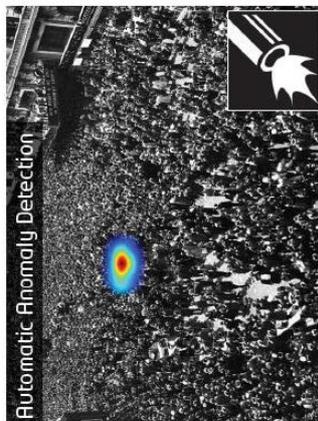
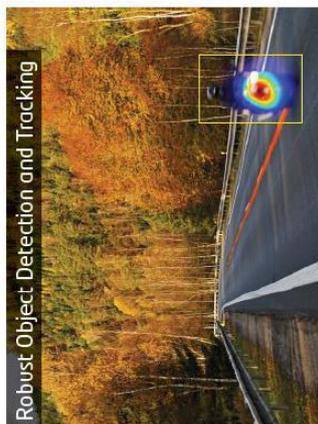


DualCam: Seeing the Sound

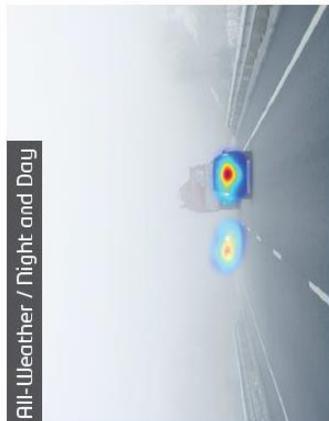
- A real-time audio & video image provides enhanced information and timely automated response to observed events.

Markets

- ▶ Security & Surveillance
- ▶ Transportation Systems
- ▶ 24/7 Asset Monitoring
- ▶ Multimedia & Entertainment



DUAL CAM
sound and light imaging





Smart Materials

Combination of nanoparticles and polymers
allows to change material properties

A simple sponge becomes an

OIL-WATER separator



By treating the sponge surface with appropriate nanoparticles the sponge absorbs oil (blue drop) dispersed in water, leaving the latter clean, on top of the hydrophobic surface



Paper treatments & encapsulation methods

Cellulose fibers treated with acrylate nanocomposites

Application of the polymer solution on paper by drop casting or dipping or spraying

Microscopic images of Untreated and Treated Cellulose Fibers

Textile & Paper Industry
Constructions
Cultural Heritage
Counterfeit Packaging

Encapsulation of PVP-I in Natural Polymer Beads

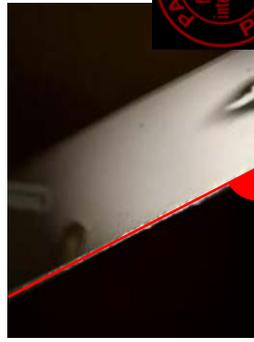
Special wettability treatments

Glass substrate response to water drops



WCA ~ 60°

Acrylic coating on glass: self cleaning effect and enhanced surface properties



WCA ~ 60°

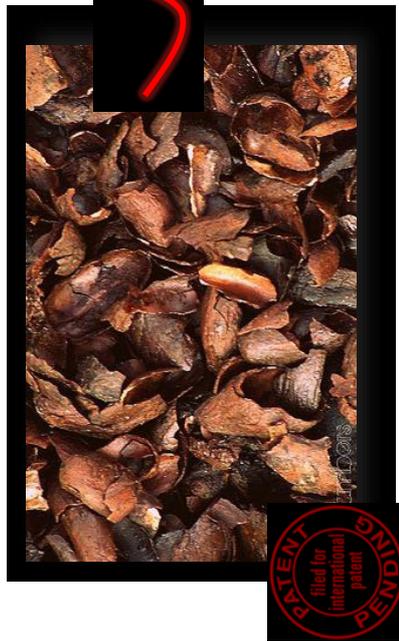




Green Plastic from vegetable waste

- Most of the plastics we use today are made up of non-degrading petroleum based resources. Lack of degradability and the closing of landfill sites as well as growing water and land pollution problems have led to serious global concern about plastics. Processed vegetables and cereals produce large amounts of waste rich in cellulose all over the world. Such waste was directly transformed into green plastics.

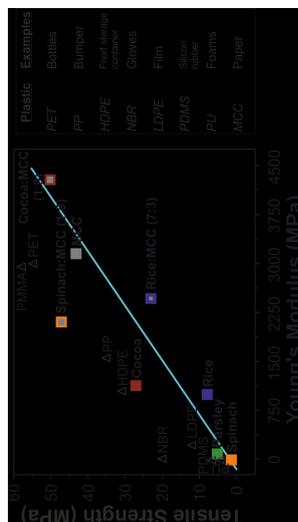
From vegetable waste (e.g. cocoa)



To Plastic

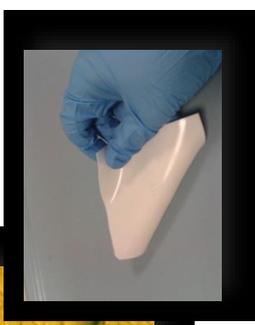
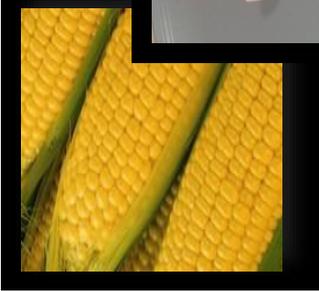


...with tunable mechanical properties





corn



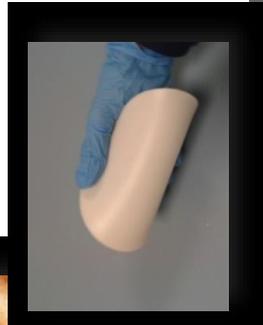
Parsley



Spinach

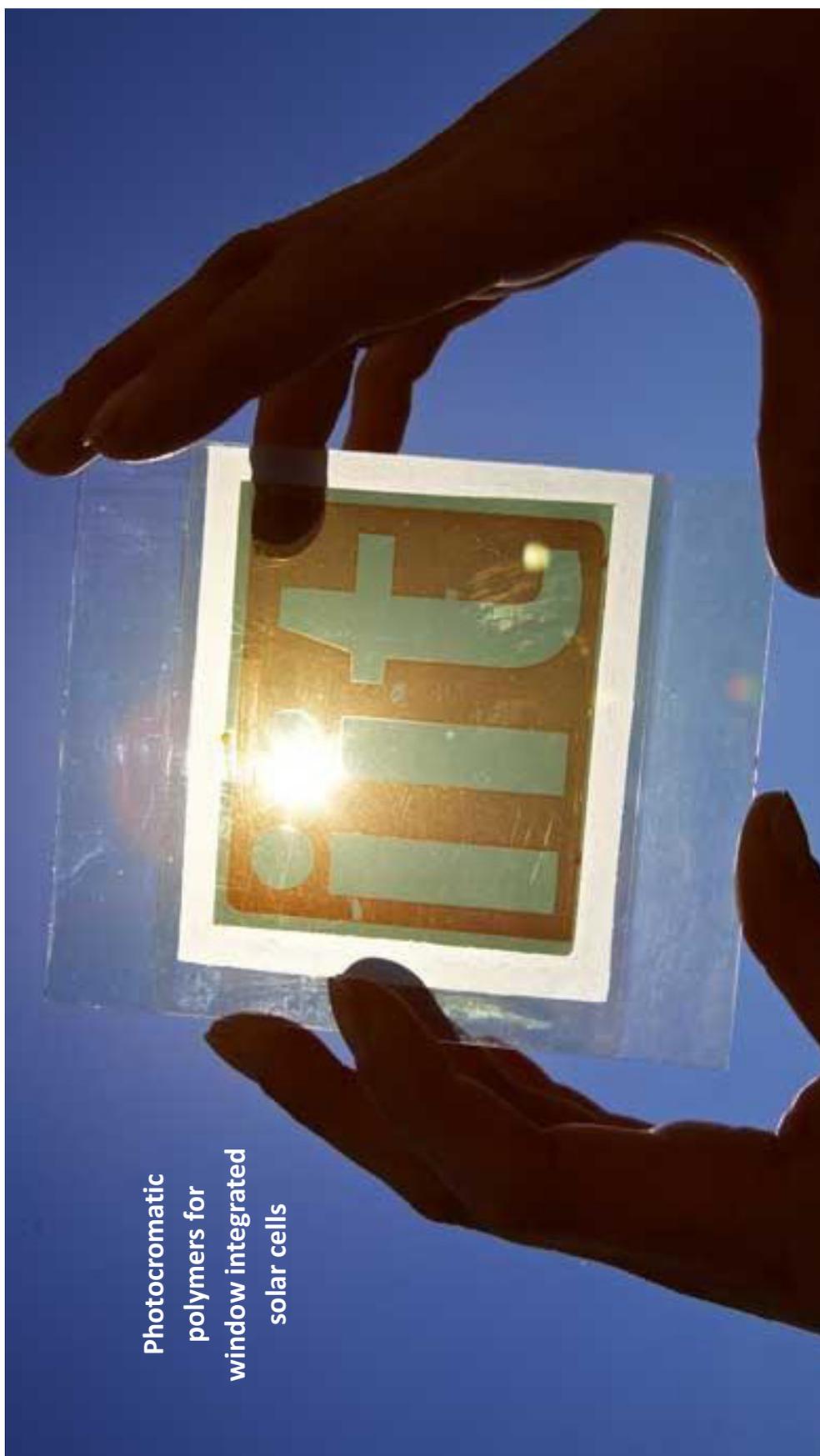


potatoes



Tomato skin





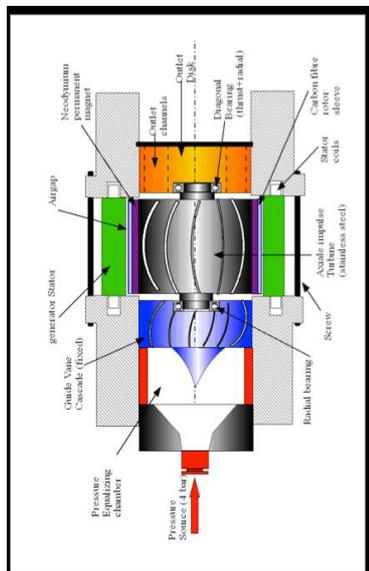
Photocromatic
polymers for
window integrated
solar cells



Micro Turbine



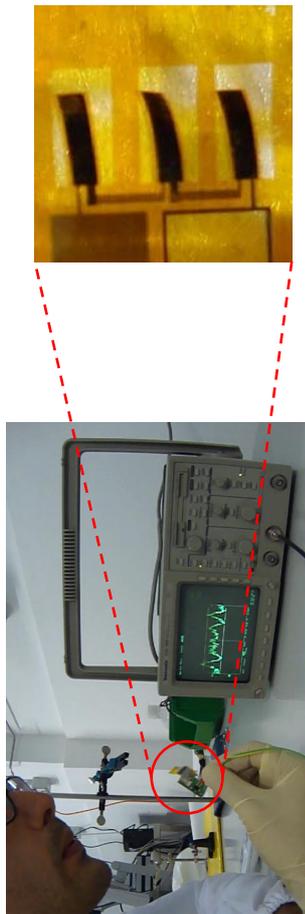
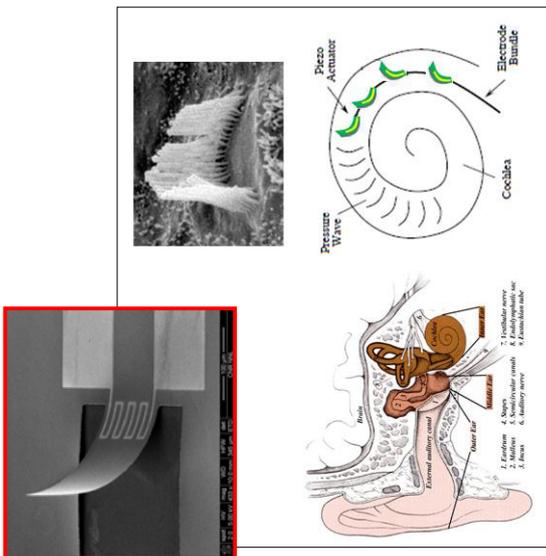
- This Spin-Off Company develops energy converters based on a micro-scale traditional turbine used in the energy industry
- Suitable application are energy production in remote infrastructure, converting fluid flows into electric power (SMART GRID, battery recharging, stand-alone energy back-up, ...)



Micro Energy Harvesting

- An artificial hair cell obtained by self-bending of a strained multilayer may be used as **sensor or energy harvester** in several applications: flow/pressure sensing in liquids and any fluid, hydrophones, prosthetics, scanning probes, biochemical sensing in liquids (water, oil, wine ...)
- The readout system is both based on a m-strain gage, integrating a Wheatstone bridge, and/or a piezoelectric approach. The fabricated MEMS are water-proof by virtue of a conformal parylene coating and fabrication process allows for **large scale production**.

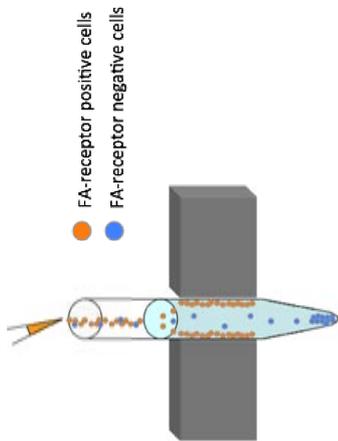
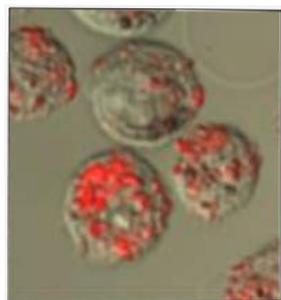
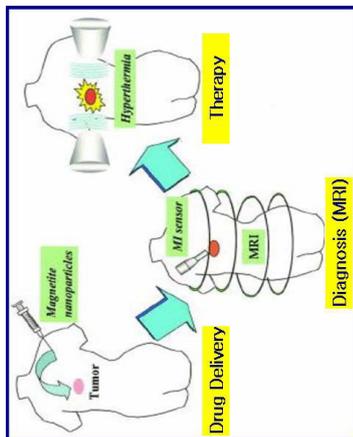
Artificial Hair Cells for flow sensing in AUV



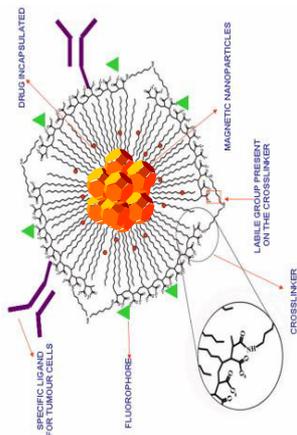
Piezo MEMS based on aluminum nitride on Kapton substrates for energy harvesting applications



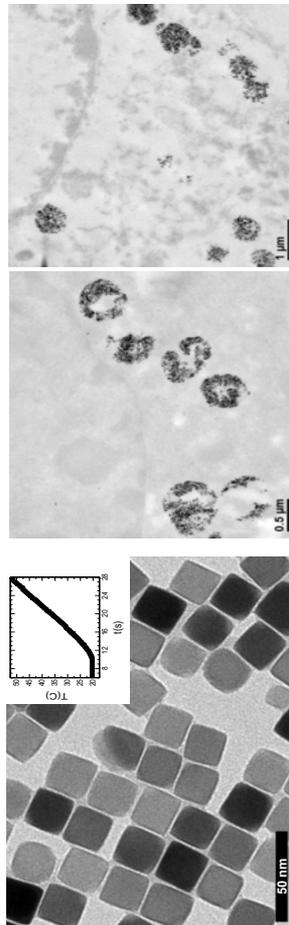
Magnetic Nanoparticles for Biomedical Applications



Amphiphilic polymer coated dimers



Before Hyperthermia After Hyperthermia





Nanodiagnostic for POC diagnostic

- Hybrid nano-sensors, combining nanomaterials with organic sensing elements, allow simplified detection (up to naked-eye), suitable for point-of-care diagnostics

NAKED-EYE DETECTION OF DNA POINT MUTATIONS IN ONCOGENES
 BASED ON AuNPs, MAGNETIC BEADS AND ISOTHERMAL AMPLIFICATION

- Instrument-free
- Rapid: < 2h
- Robust:
 - Room T
 - non-stringent conditions
- Sensitive: LOD = 20 pM
- Low sample volume: 3 µl

NAKED-EYE DETECTION
 Red coloration of matched target comes from hybridized AuNPs
 The presence of a single mismatch yields a yellow background color

CONTROL
 P. Valentini et al., ACS Nano (2013)
 P. Valentini et al., RSC Adv. (2013)

SEMI-QUANTITATIVE VIRAL DNA DETECTION
 BASED ON CONTROLLED AGGREGATION OF GOLD NANOPARTICLES

Viral DNA Target
 Cross-linking
 5 min

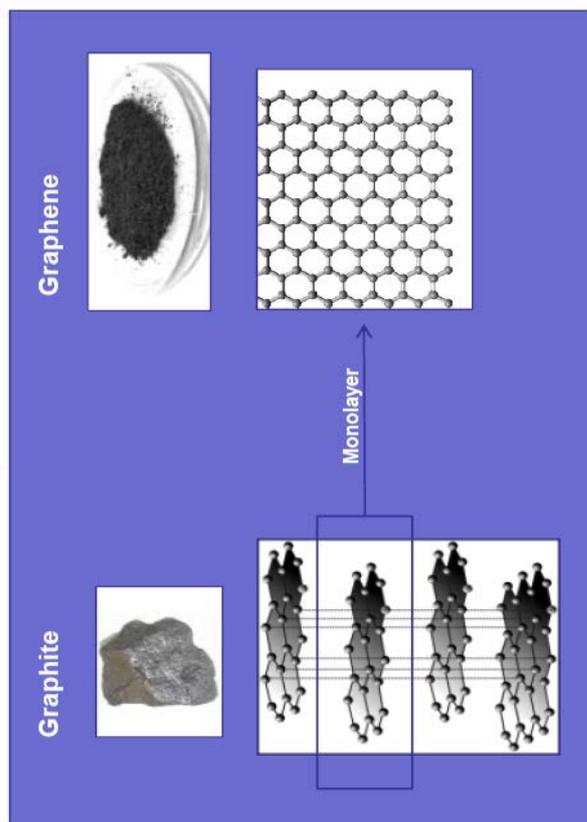
semi-quantitative detection based on kinetically controlled aggregation (detection in the nanomolar range)

Colorimetric Point Of Care tests* for infectious disease staging (HCV, HIV)

*threshold-based quantification

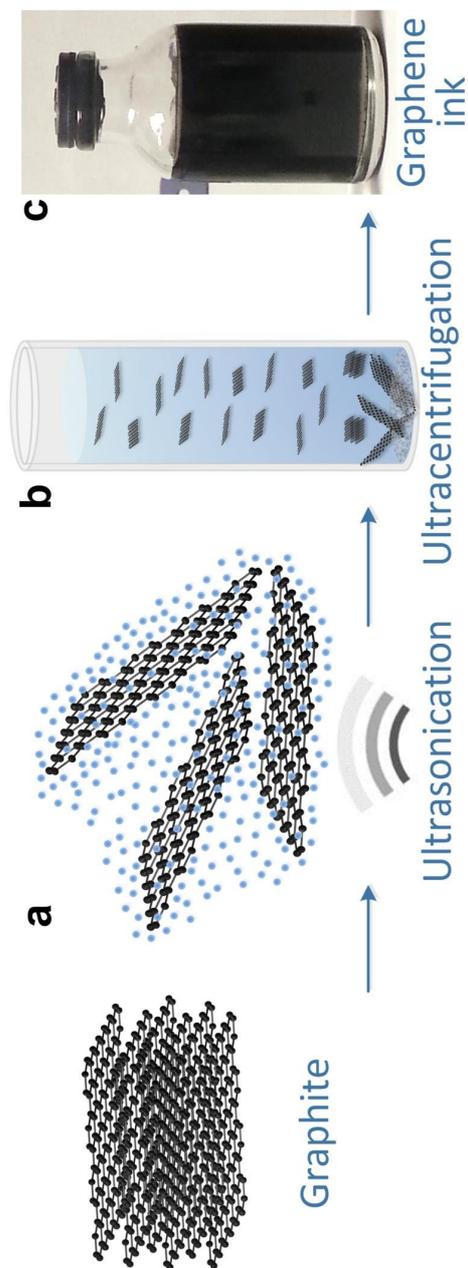
Graphene, the marvelous material

2010 Nobel Prize in Physics



- **Strongest Material**
 - 100 times tensile strength of steel
 - Young's modulus = 1 Tpa
 - Tensile strength = 80 Gpa
- **Record Electronic Properties**
 - 60% higher conductivity than silver and copper; 1 million times the current density of copper
 - e⁻ mobility 200 000 cm²/V s
 - Bulk resistivity = 10⁻⁶ Ωcm⁻¹
- **Highest Thermal Conductivity**
 - 5 times that of copper, better than diamond
 - Thermal conductivity = 5000 W/mK
- **Highest Surface Area**
 - Superior to active carbon
 - 2630 m² g⁻¹
- **Optically Transparent**
- **Completely impermeable**

Producing Graphene inks







**ISTITUTO
ITALIANO DI
TECNOLOGIA**

Salvatore Majorana

Istituto Italiano di Tecnologia
Director of Technology Transfer

Via Morego, 30
16163 Genova

t: +39 010 71781

m: +39 366 6869345

salvatore.majorana@iit.it

www.iit.it

**Audizione alla Commissione X- Attività produttive della Camera dei Deputati****12 Febbraio 2016****Intervento del CNR¹****Premessa**

Il Manifatturiero è un pilastro fondamentale delle economie contemporanee dal momento che consente di generare ricchezza e occupazione, coltivando solide competenze industriali e dando vita ad attività di ricerca e innovazione ad alto valore aggiunto che hanno ricadute su tutta la società. Nello specifico, il settore manifatturiero italiano genera un fatturato di 871 miliardi di euro e un valore aggiunto di circa 225 miliardi², posizionandosi al sesto posto nella classifica mondiale³ per il peso del settore nell'economia. In Italia il manifatturiero comprende 427 mila imprese che impiegano circa 4 milioni di addetti⁴. E' da sottolineare che tra le prime dieci Regioni Manifatturiere Europee per numero di addetti e numero di imprese, vi sono quattro Regioni Italiane: Lombardia, Emilia Romagna, Veneto e Piemonte.

Analizzando i dati a livello europeo, l'Italia si posiziona al secondo posto dopo la Germania per produzione manifatturiera per valore aggiunto e fatturato con un numero di aziende molto elevato a dimostrazione della dimensione piccola e media delle aziende. Nel 2012, l'export manifatturiero italiano è stato pari a 373 miliardi di euro, battendo un nuovo record assoluto⁵, con il settore dei beni strumentali che fa da traino con esportazioni sono rivolte per la maggior parte al di fuori dell'Europa⁶. Si stima, inoltre, che per ogni posto di lavoro nell'industria, si creino circa due posti supplementari nei servizi ad essa associati⁷ con un indotto quindi molto rilevante anche nell'economia dei servizi. Non è infine da dimenticare, l'importanza e il valore attribuito nel mondo ai prodotti del nostro manifatturiero che hanno permesso di associare al Made in Italy una immagine di qualità, design e innovatività. Questi dati mettono in risalto l'importanza del settore nel nostro Paese e attribuiscono all'Italia un ruolo di rilievo nel panorama internazionale quale uno dei Leader industriali mondiali.

Analisi del comparto manifatturiero: priorità e barriere.

Il settore manifatturiero è caratterizzato da peculiari caratteristiche determinate da una serie di fattori eterogenei quali ad esempio:

- La forte tradizione industriale e la cultura manifatturiera radicata nell'economia reale;
- La diffusa presenza di distretti industriali che raggruppano eccellenze presenti sul territorio valorizzandone le peculiarità;

¹ Contatto: segreteria.diitet@cnr.it

² Elaborazione Fondazione Edison su dati Eurostat 2011

³ Financial Times, 2011

⁴ Eurostat, 2010

⁵ Fondazione Edison 2013

⁶ Confindustria, 2011

⁷ Parlamento Europeo, 2010



- La caratterizzazione di piccola media impresa nel tessuto industriale che rende il sistema più flessibile e snello, pronto a rispondere alle esigenze del mercato;
- La presenza di università, enti di ricerca e di centri di trasferimento tecnologico che collaborano con le aziende;
- L'immagine riconosciuta in tutto il mondo del Made in Italy come "marchio" di qualità, design e innovazione;
- La contribuzione del manifatturiero, più di altri settori alla produzione di nuove conoscenze scientifiche e tecnologiche.

Puntando sul rafforzamento di tali caratteristiche, intrinsecamente associate al contesto ambientale, il manifatturiero potrebbe diventare più forte riducendo il fenomeno di delocalizzazione e altre forme di outsourcing basate sul mero costo della manodopera. La tendenza al re-shoring e al near-shoring rappresenta infatti un fenomeno emerso in questi ultimi anni a seguito dell'aumento dei costi di lavorazione e all'elevato rischio associato ad alcuni dei paesi in cui era stata spostata parte delle attività produttive e che ha spinto le aziende ad iniziare ad accorciare la filiera e a riportare alcune attività critiche in Italia.

Alla luce di questo contesto, se l'Italia vuole interpretare un ruolo di rilievo nel panorama internazionale deve investire nel settore manifatturiero e focalizzare strategicamente la Manifattura sulla base delle proprie risorse, materiali e immateriali, attraverso l'introduzione di tecnologie abilitanti, tra cui quelle previste nell'industria 4.0.

Azioni in corso- Il ruolo del CNR

Il ruolo del CNR nel sostenere il settore manifatturiero italiano si è esplicitato nel corso degli anni attraverso la promozione della ricerca e dell'innovazione con la partecipazione in iniziative significative sia a livello italiano che a livello europeo quali:

- Il lancio della piattaforma *Manufuture* quale iniziativa di supporto al settore manifatturiero a livello europeo e la partecipazione all'High Level Group della piattaforma stessa;
- Il ruolo guida nella costituzione di EFFRA, la Public Private Partnership creata dalla Commissione Europea sul settore manifatturiero, e la definizione della roadmap e dei bandi *Factories of the Future* attivati nell'ambito del framework europeo relativo;
- Il ruolo centrale nella costituzione e crescita del Cluster Fabbrica Intelligente nell'ambito dei cluster nazionali promossi dal MIUR, e la definizione della roadmap per le aziende del settore manifatturiero italiano, seguita dalla costituzione di 7 tavoli di lavoro sulle linee di intervento strategiche. La partecipazione ai progetti del cluster che hanno un valore complessivo di 40 milioni di euro.
- La direzione del progetto bandiera Fabbrica del Futuro, con importanti iniziative di ricerca atte ad aumentare la competitività dell'industria italiana e in particolare del "Made in Italy" nel contesto globale. Il progetto ha un finanziamento di 12 milioni di euro e ha visto coinvolti istituti del CNR, università, enti e consorzi di ricerca, imprese e consorzi di imprese.
- Il Coordinamento della conferenza europea LET'S2014 (Leading enabling Industrial technologies for European Renaissance), promossa dal MIUR e dal MISE, in cui sono stati evidenziati i più recenti sviluppi in termini di tecnologie abilitanti per il manifatturiero e che ha rappresentato un evento chiave del semestre di presidenza italiana.
- Il Coordinamento del progetto premiale "Tecnologie e sistemi innovativi per la fabbrica del futuro e Made in Italy" che ha lo scopo di promuovere lo sviluppo di tecnologie abilitanti per accrescere



l'impatto delle soluzioni manifatturiere innovative sviluppate nei recenti progetti di ricerca internazionali, in ottica di sinergia e di complementarità rispetto alle altre iniziative nazionali sulla ricerca manifatturiera di recente attivazione.

- La partecipazione alle iniziative regionali di sostegno al manifatturiero tra le quali il cluster regionale lombardo AFIL con attività di supporto alla definizione delle linee strategiche per la ricerca e l'innovazione.
- La partecipazione diretta degli Istituti CNR in diverse decine di progetti di ricerca europei nei bandi FOF (Factories of the Future), Robotics2020, SPIRE con la produzione di risultati industriali importanti in diverse aree tecnologiche.

Tutte queste azioni pongono in evidenza il ruolo del CNR quale attore primario nelle iniziative che riguardano il manifatturiero nel panorama nazionale e internazionale.

Proposta di un modello di fabbrica intelligente

L'Italia è nella posizione di rappresentare concretamente un insieme di condizioni ambientali ottimali difficilmente replicabili in altri contesti grazie alla sua vocazione industriale, alla capacità di realizzare prodotti che coniugano design, tecnologia, personalizzazione e grazie alla grande tradizione nel settore delle macchine di produzione e nell'automazione. Rappresentare un punto di riferimento per il settore manifatturiero significa percorrere con successo la traiettoria di innovazione che porta alla valorizzazione dei settori in cui il Paese può esprimere al meglio le proprie potenzialità manifatturiere.

Industry 4.0 è un paradigma di produzione in cui diverse tecnologie abilitanti legate principalmente alla digitalizzazione del manifatturiero vengono proposte come via per l'innovazione in diversi settori. Il ruolo di Internet of Things, dei sistemi cyber-fisici, della sensoristica avanzata può essere rilevante per migliorare l'efficienza dei sistemi produttivi. Nel contempo, l'evoluzione richiesta al mondo industriale deve correre lungo diverse direttrici, di cui I4.0 è parte rilevante ma non esclusiva. In questo ultimo periodo, il Cluster Nazionale Fabbrica Intelligente ha svolto una attività di roadmapping coinvolgendo oltre 300 soci di cui 60% PMI e il 20% grandi aziende e ha definito attraverso la sua roadmap per la ricerca e l'innovazione un modello di fabbrica intelligente che deve puntare sullo sviluppo e l'applicazione di diverse tecnologie abilitanti complementari tra di loro quali:

- Tecnologie di produzione (che includono per esempio sistemi di produzione modulare, laser, micro e nanotecnologie, stampa 3D, processi di produzione ibridi, ...);
- Sistemi mecatronici che includono la sensoristica per il monitoraggio e il controllo delle macchine, macchine e robot intelligenti);
- Sistemi per la modellazione e simulazione integrata di prodotti e processi, sistemi di previsione delle performance, simulazione di sistemi complessi, ambienti di realtà virtuale, ...;
- Tecnologie per la valorizzazione delle persone nelle fabbriche che permettano l'interazione avanzata uomo-macchina, e sistemi di realtà virtuale per la formazione e la gestione delle aziende, ...;
- Tecnologie per la sostenibilità ambientale come per esempio tecnologie per il recupero e il riciclo di materiali e componenti a fine vita;
- Tecnologie per lo sviluppo di materiali innovativi quali materiali bio-based, materiali eco-compatibili, funzionalizzati etc.



Consiglio Nazionale delle Ricerche

- Tecnologie per le strategie e management dei nuovi processi produttivi per la gestione delle filiere di produzione.

Il modello di fabbrica intelligente del cluster quindi valorizza le tecnologie di I4.0 come parte delle tecnologie abilitanti necessarie per il sistema Paese. Tali tecnologie se integrate efficacemente con lo sviluppo delle altre tecnologie elencate possono davvero produrre un impatto significativo per l'Italia consentendo il raggiungimento di ben definiti obiettivi strategici lungo alcune direttrici di sviluppo quali per esempio la produzione di prodotti personalizzati, la sostenibilità industriale, l'alta efficienza e la valorizzazione delle persone.

Per questo motivo l'Italia deve continuare a puntare sul settore manifatturiero sfruttando anche fattori determinanti quali sono le competenze, la generazione e trasmissione di know-how come strumenti per non perdere il patrimonio culturale del settore e per usarlo come punto di partenza per innovare. Solo in questo modo si può pensare di raggiungere l'obiettivo europeo del 20% del valore del PIL generato dal settore manifatturiero.

Industry 4.0 nel settore manifatturiero italiano

Nell'implementare le tecnologie digitali nel settore manifatturiero è importante considerare quindi i fattori caratterizzanti il sistema italia.

In primo luogo, il ruolo di grandi provider internazionali portrebbe portare all'applicazione di soluzioni *turn key*, sviluppate per contesti industriali diversi da quello italiano. Un aspetto quindi di cui tener conto è l'importanza di avere un modello di innovazione per l'introduzione di tecnologie digitali caratterizzato da un approccio bidirezionale: da una parte il "technology push" deve garantire il pieno sfruttamento degli avanzamenti tecnologici dall'altra un approccio "market pull" parte dalle esigenze specifiche del mercato e degli utilizzatori per tirare l'innovazione di prodotto e di processo. Molte azioni sono già state implementate dal basso per supportare il mondo industriale in questo senso e hanno dimostrato che l'approccio vincente parte da una visione integrata sulle tecnologie e sulle necessità del mercato.

La caratterizzazione del tessuto industriale italiano deve quindi essere alla base anche degli sviluppi per la digitalizzazione. La struttura delle aziende mediamente più piccola rispetto ad altri paesi richiede l'implementazione di un modello di sviluppo partecipativo e aperto affinché tutti possano trarre beneficio da questa trasformazione. Le tecnologie digitali possono avere un ruolo di supporto nella creazione di reti di impresa attraverso piattaforme che potrebbero rendere ancora più forte la struttura del sistema industriale. Tali piattaforme permettono alle aziende di essere integrate verticalmente tra di loro per gestire facilmente la progettazione, le forniture, la logistica ma al contempo possono essere integrate orizzontalmente e gestire rapporti di collaborazione su mercati di sbocco che richiedono una massa critica che una azienda da sola non può garantire.

Le piattaforme di comunicazione quindi devono gestire e monitorare non solo prodotti, ma anche processi e aziende. Per fare questo è necessario sviluppare standard di comunicazione che permettano facilmente alle aziende di connettersi e di sviluppare dei servizi ad hoc sullo specifico bisogno degli utilizzatori. Nel definire questi standard, l'Italia deve considerare che il mercato delle aziende italiane è in larga parte extra-europeo e quindi è auspicabile implementare standard aperti che permettono anche alle aziende di dimensioni ridotte di vedere configurati facilmente i servizi di cui hanno bisogno su queste piattaforme.



Un altro aspetto importante di cui tener conto nell'implementazione delle tecnologie I4.0 è l'importanza che riveste la circular economy. La circular economy comporta un cambio di paradigma nella definizione dei prodotti e dei processi manifatturieri che devono essere gestiti e monitorati lungo tutto il loro ciclo di vita. Introdurre l'automazione digitale sulla base del vecchio paradigma dell'economia lineare sarebbe un grave errore che non consentirebbe di cogliere le nuove opportunità e potrebbe addirittura ritardare lo sviluppo dell'economia circolare. A questo riguardo le tecnologie per la digitalizzazione devono supportare per esempio lo scambio di informazioni con il prodotto non solo durante la sua fase d'uso per agevolare la manutenzione e i servizi *after-sales*, ma anche durante la fase di dismissione del prodotto stesso. Inoltre i dati raccolti durante tutto il ciclo di vita del prodotto devono essere utilizzabili per la progettazione della nuova generazione di prodotti, e quindi devono essere condivisi anche con i processi a monte. Strumenti di simulazione avanzata dovrebbero permettere di prevedere il comportamento di un prodotto o di un sistema produttivo lungo tutto il suo ciclo di vita, con lo scopo di conoscere in anticipo le loro performance non solo durante la fase d'uso ma anche durante la fine vita, inclusi i processi di reverse logistics.

Inoltre l'Italia, considerata la vocazione alla personalizzazione dei prodotti e la ridotta quota di produzione di grande serie rispetto ad altri paesi, deve lavorare sulle tecnologie di digitalizzazione che non irrigidiscano i sistemi produttivi ma che li rendano più trasparenti, per avere sistemi automatici facilmente riconfigurabili, e adattabili alle esigenze in continua mutazione. L'introduzione di strumenti e metodologie che comportassero un irrigidimento a livello di sviluppo nuovi prodotti, modifica dei prodotti esistenti e/o un irrigidimento nella risposta alle esigenze del cliente sarebbe esiziale per la gran parte delle PMI. Bisogna considerare che le produzioni di piccola serie di alta qualità tipiche di molte aziende italiane rappresentano una sfida tecnologica molto significativa in quanto in questi contesti, l'introduzione di tecnologie digitali presenta problemi di gran lunga superiori a quelli legati alla rivoluzione digitale nella produzione di serie. In generale è molto più facile automatizzare e rendere efficienti processi ripetitivi rispetto a processi e compiti che cambiano frequentemente. Questa rappresenta quindi una sfida in più per il sistema italiano che se correttamente colta potrebbe permettere all'Italia lo sviluppo di soluzioni oggi non esistenti che potrebbero poi essere esportate anche in altri Paesi.

Infine, in un contesto nazionale ed europeo in cui una delle maggiori sfide sociali è rappresentata da elevati livelli di disoccupazione, diventa estremamente importante una valutazione attenta delle conseguenze sulle risorse umane legate alle scelte di investimento nelle nuove tecnologie di digitalizzazione del manifatturiero. A questo riguardo sono da privilegiare quelle soluzioni che mettano l'uomo al centro della produzione e consentano di valorizzare al massimo le sue competenze. Ciò significa riconoscere all'uomo la capacità di orchestrare più funzioni grazie all'asservimento delle macchine in modo che sia favorita l'interazione con esse. L'approccio di I4.0 integrato con altre tecnologie di produzione dovrebbe portare per esempio allo sviluppo di macchine in grado di dialogare con gli operatori in linguaggio naturale o tramite l'utilizzo di gesti o tecnologie che consentano a uomini e robot la condivisione dello stesso ambiente di lavoro in condizioni di sicurezza, lasciando agli operatori lo svolgimento di operazioni ad alto valore aggiunto. Una visione accorta e lungimirante è pertanto quella che inquadri lo sviluppo delle tecnologie in un'ottica di cooperazione tra uomo e macchina mirata a supportarlo nell'esecuzione dei compiti a lui assegnati, con lo scopo di facilitarne il compito e migliorarne l'efficienza offrendo al contempo condizioni di lavoro sempre più inclusive e permettendo di formalizzare e preservare la conoscenza. In definitiva soprattutto nelle PMI deve essere la tecnologia che si adatta all'uomo e lo valorizza e non viceversa.



In conclusione riteniamo che l'Italia potrà rafforzare la sua posizione competitiva attraverso il rilancio dell'economia reale a livello di sistema paese, anche grazie all'introduzione delle tecnologie legate all'ambito di I4.0 tengono conto dei seguenti aspetti:

- Implementazione delle tecnologie digitali basata su integrazione e complementarità con le altre tecnologie di produzione
- Adozione di un approccio technology push –market pull
- Definizione di standard aperti e partecipativi che tengano conto del contesto specifico italiano caratterizzato principalmente da piccole medie imprese
- Focalizzazione delle tecnologie digitali verso le strategie per la circular economy e per la personalizzazione dei prodotti
- Centralità dell'uomo nei processi di produzione manifatturiera.



Consiglio Nazionale delle Ricerche

Intervento del Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR)

Marco Conti

Direttore

Dipartimento di Ingegneria, ICT e
Tecnologie per l'Energia e i
Trasporti (DIITET)

Rosanna Fornasiero

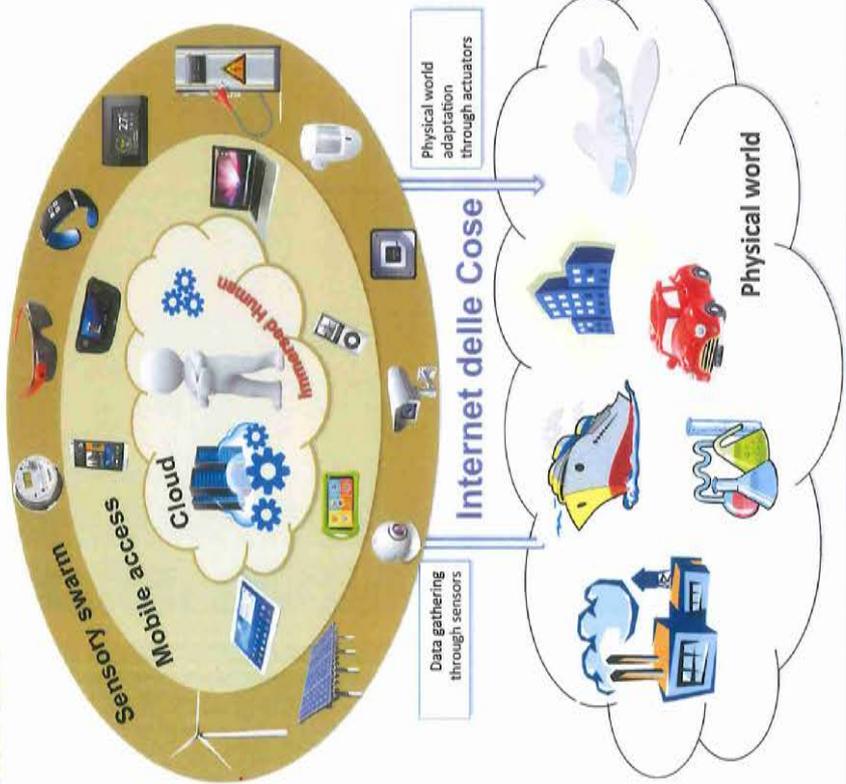
Ricercatrice

Istituto di Tecnologie Industriali e
Automazione (ITIA)

DIITET: Cyber-physical convergence e IoT per lo sviluppo di Sistemi Smart



Innovazione come risultato dello sviluppo di sistemi smart, cioè sistemi fisici integrati e controllati attraverso sistemi ICT (cyber-physical systems) al fine di aumentarne l'efficienza, l'affidabilità, l'adattabilità e la sicurezza



Industria 4.0 e Smart Systems: la filiera del valore

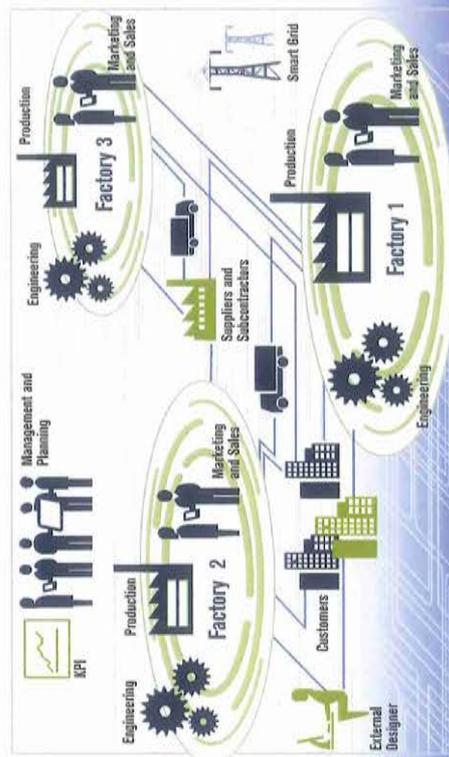
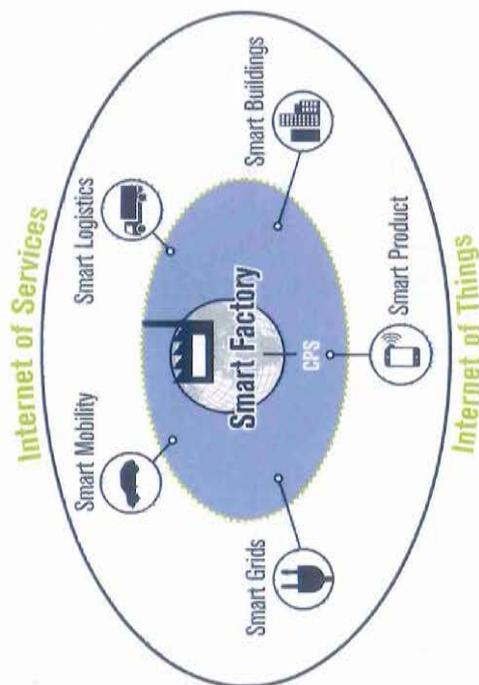


Creazione di reti dinamiche tra le aziende per la produzione di valore:

- Le smart factory, insieme con le altre smart infrastructure (smart mobility, smart grid, smart logistic, smart buildings, ...) coinvolte nel processo produttivo, sono parte di una rete globale del valore;
- Sistemi informatici in grado di fornire un supporto end-to-end a tutta la catena del valore.
- Richiede una forte sviluppo della infrastruttura di rete a banda larga.

Il Prodotto è un oggetto Smart

- È identificato in maniera univoca e può essere localizzato ad ogni istante;
- Contiene le informazioni dell'intero ciclo vita del prodotto (come è stato prodotto; quali parametri devono essere usati per utilizzarlo; i feedback degli utenti, ...)
- Può controllare i vari stadi della sua produzione interfacciandosi con i vari sistemi smart, quali "smart factory", "smart logistic", "smart mobility, ..."



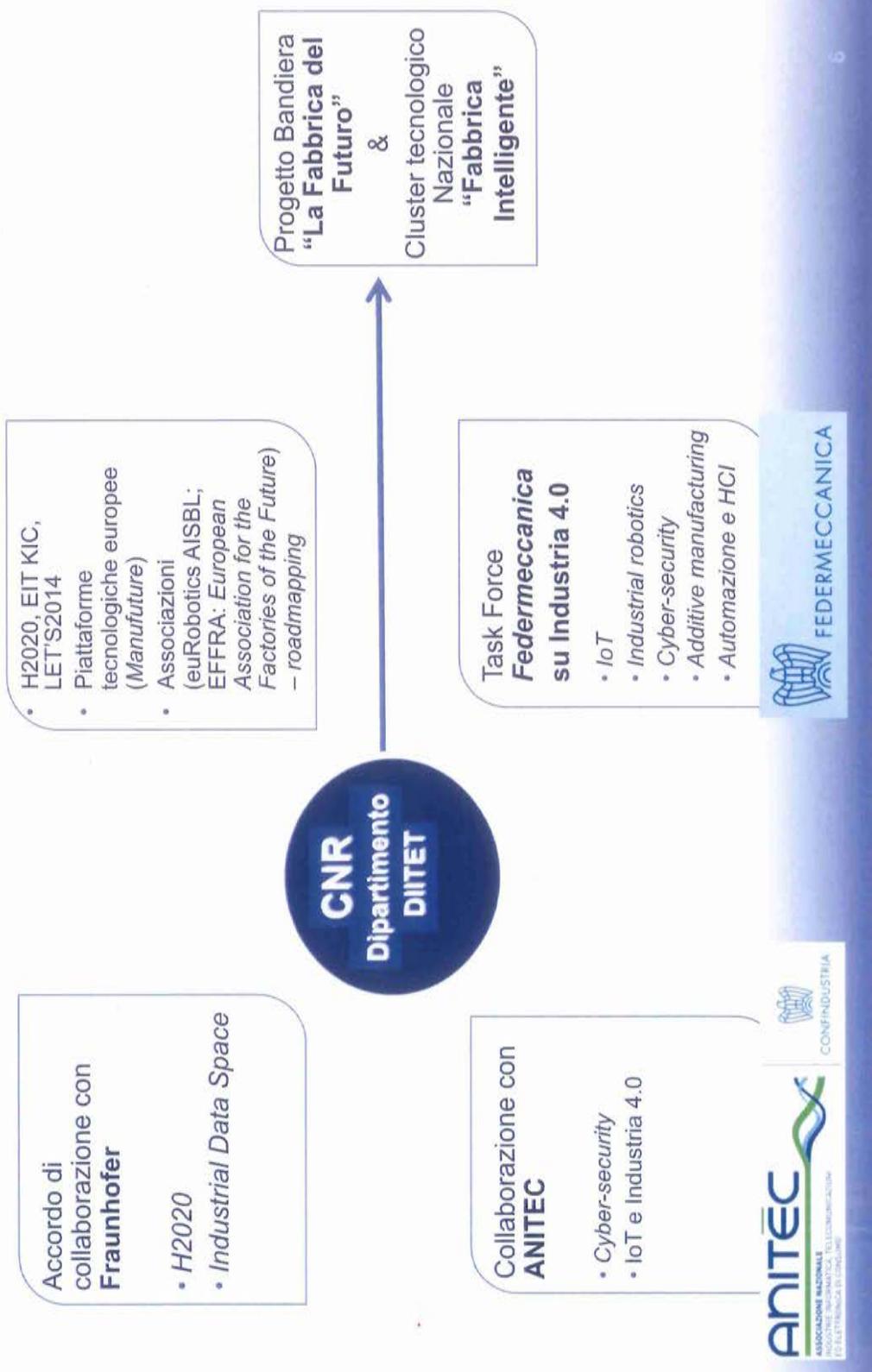
Technology push: Smart Systems e Disruptive Technologies

Elevato potenziale di impatto socio-economico di Industria 4.0 e smart systems legato alle “*disruptive technologies*” (o “*exponential growing technologies*”): IoT, Cloud, reti di comunicazione, intelligenza artificiale, 3D printing; advanced robotics; sensor technology; nano-materials; ...

 <p>Mobile Internet</p>	<p>Increasingly inexpensive and capable mobile computing devices and Internet connectivity</p>	 <p>Next-generation genomics</p>	<p>Fast, low-cost gene sequencing, advanced big data analytics, and synthetic biology (“writing” DNA)</p>
 <p>Automation of knowledge work</p>	<p>Intelligent software systems that can perform knowledge work tasks involving unstructured commands and subtle judgments</p>	 <p>Energy storage</p>	<p>Devices or systems that store energy for later use, including batteries</p>
 <p>The Internet of Things</p>	<p>Networks of low-cost sensors and actuators for data collection, monitoring, decision making, and process optimization</p>	 <p>3D printing</p>	<p>Additive manufacturing techniques to create objects by printing layers of material based on digital models</p>
 <p>Cloud technology</p>	<p>Use of computer hardware and software resources delivered over a network or the Internet, often as a service</p>	 <p>Advanced materials</p>	<p>Materials designed to have superior characteristics (e.g., strength, weight, conductivity) or functionality</p>
 <p>Advanced robotics</p>	<p>Increasingly capable robots with enhanced senses, dexterity, and intelligence used to automate tasks or augment humans</p>	 <p>Advanced oil and gas exploration and recovery</p>	<p>Exploration and recovery techniques that make extraction of unconventional oil and gas economical</p>
 <p>Autonomous and near-autonomous vehicles</p>	<p>Vehicles that can navigate and operate with reduced or no human intervention</p>	 <p>Renewable energy</p>	<p>Generation of electricity from renewable sources with reduced harmful climate impact</p>



Il ruolo del CNR



Il CNR a sostegno del manifatturiero

Fabbrica intelligente

La Fabbrica del Futuro

2014 LETS
LEADING ENABLING TECHNOLOGIES
FOR SOCIETAL CHALLENGES

EIT European Institute of Innovation & Technology
EIT Trilateral Work Programme 2015-2017
The EIT - Making Innovation Happen

FACTORIES OF THE FUTURE 2020
Factory of the Future Strategic Multi-Annual Business Roadmap
EFFRA

ROBOTIC VISIONS
EUROPEAN COMMISSION
THE ROBOTICS AND AUTOMATION AGENDA

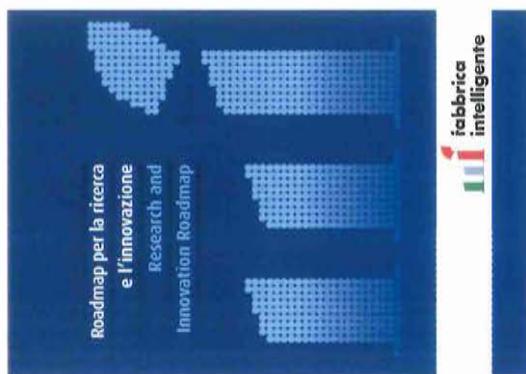
MANUFACTURE
A VISION FOR 2020
ASSURING THE FUTURE OF MANUFACTURING IN EUROPE

SPIRE ROADMAP
CONNECTIONS TO INNOVATION

Modello per il manifatturiero

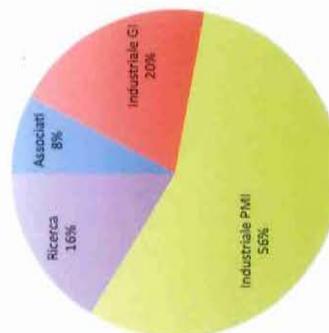
il Cluster Nazionale Fabbrica Intelligente coinvolge oltre 300 soci di cui 60% PMI e il 20% grandi aziende

In questo ultimo anno ha svolto attività di roadmapping per definire un modello di fabbrica intelligente basato sulla ricerca e l'innovazione basata su tecnologie abilitanti complementari

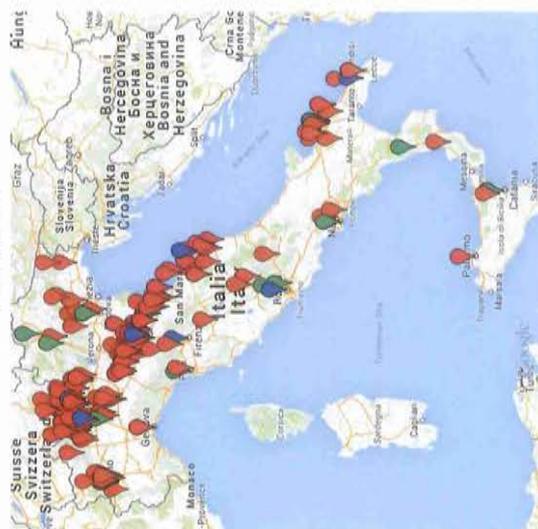


Roadmap per la ricerca e l'innovazione

Composizione cluster



Distribuzione sul territorio



Modello per il manifatturiero

Il modello del Cluster Fabbrica Intelligente valorizza le tecnologie di I4.0 come parte delle tecnologie necessarie per il sistema Paese e si basa sullo sviluppo di tecnologie abilitanti complementari quali :

- Tecnologie di produzione (sistemi di produzione modulare, laser, micro e nanotecnologie, stampa 3D, processi di produzione ibridi, ...);
- Sistemi mecatronici (sensoristica per il monitoraggio e il controllo delle macchine, macchine e robot intelligenti);
- Sistemi per la modellazione e simulazione integrata di prodotti e processi, sistemi di previsione delle performance (simulazione di sistemi complessi, ambienti di realtà virtuale, ...);
- Tecnologie per la valorizzazione delle persone nelle fabbriche (sistemi per l'interazione avanzata uomo-macchina, sistemi di realtà virtuale, ...);
- Tecnologie per la sostenibilità industriale (sistemi per il de-manufacturing per il recupero e il riciclo di materiali e componenti a fine vita; LCA, ...)
- Tecnologie per lo sviluppo di materiali innovativi quali materiali bio-based, eco-compatibili, materiali funzionalizzati etc.
- Strategie e management per i nuovi processi produttivi

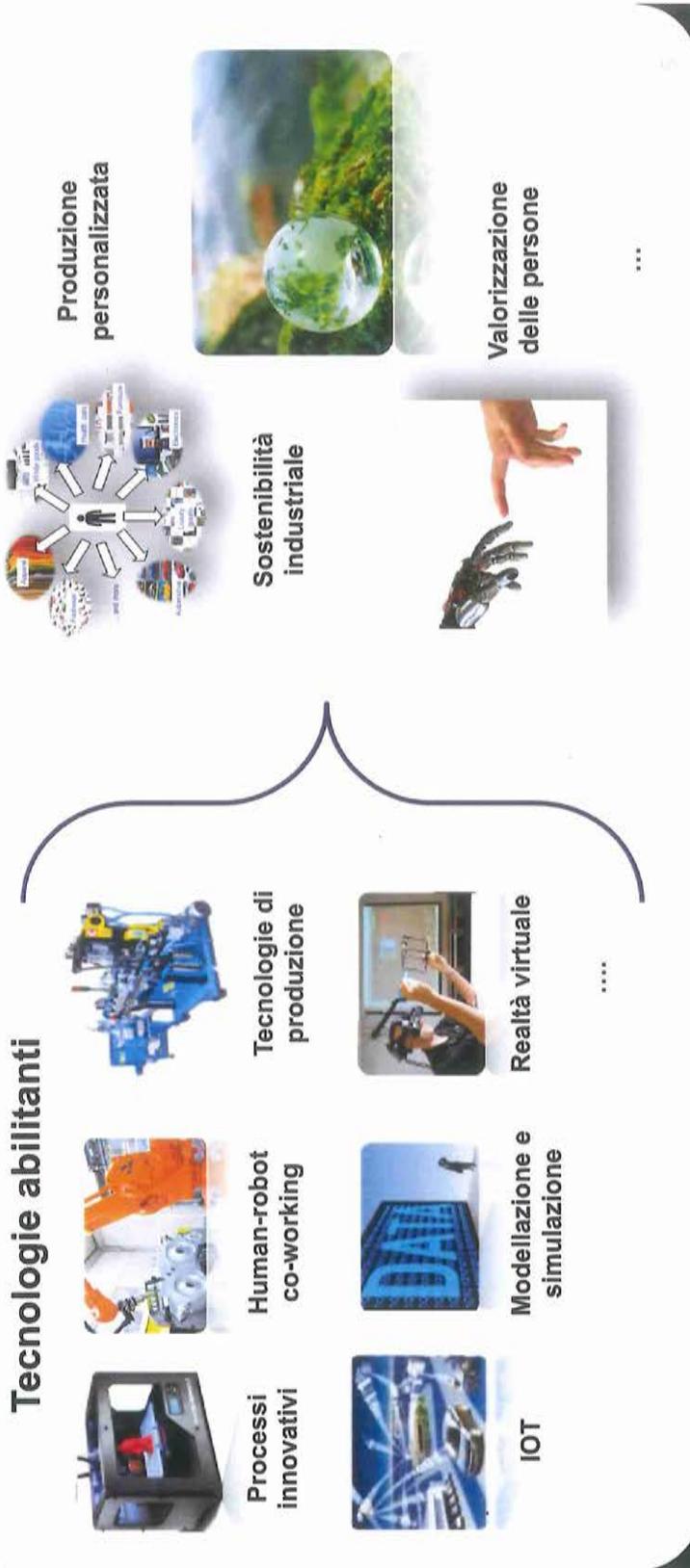


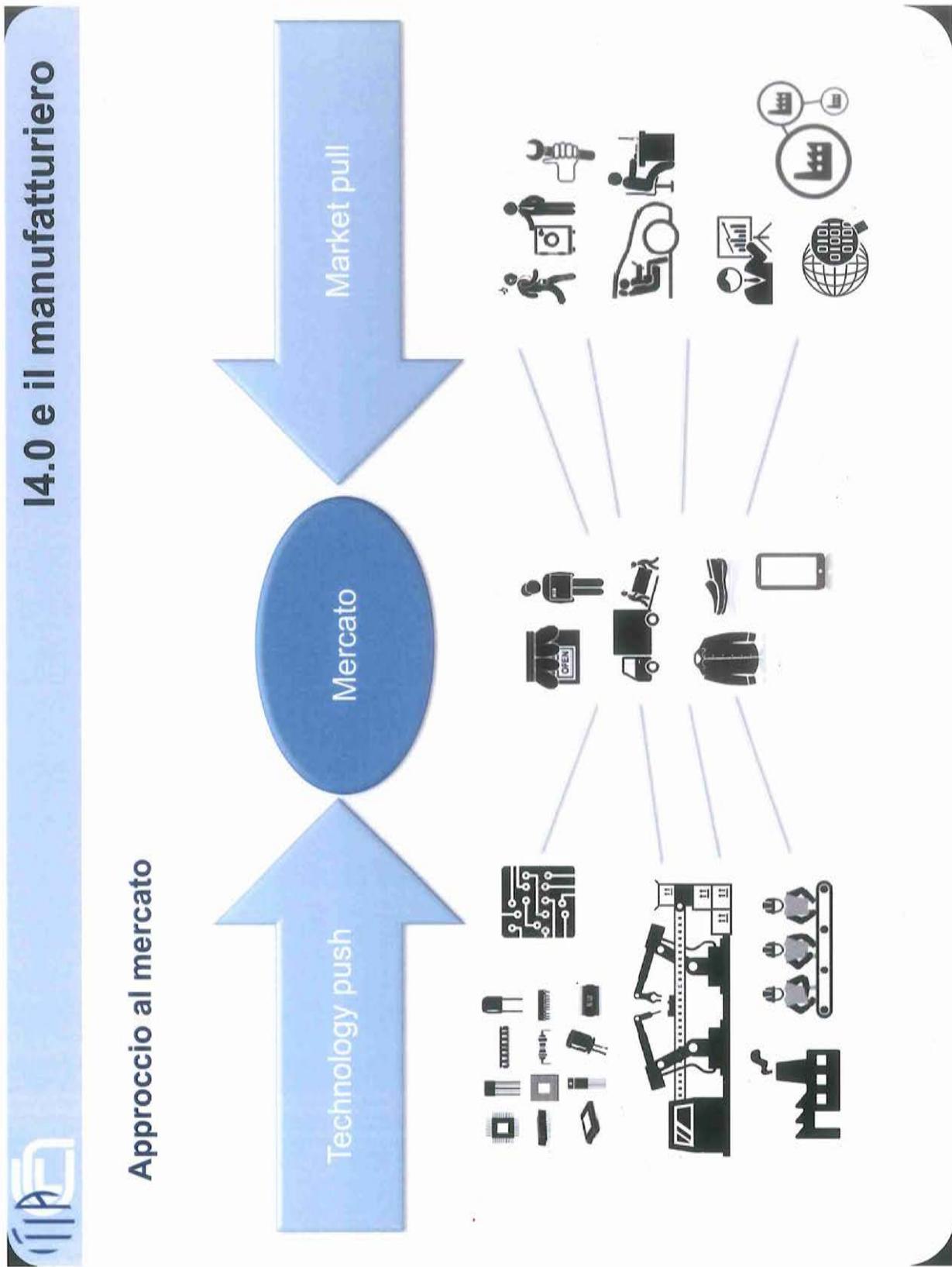
Il modello Fabbrica Intelligente

Il modello di fabbrica intelligente del cluster valorizza le tecnologie di I4.0 come parte delle tecnologie abilitanti necessarie per il sistema Paese.

Tali tecnologie se integrate efficacemente con lo sviluppo delle altre tecnologie elencate possono davvero produrre un impatto significativo per l'Italia consentendo il raggiungimento di ben definiti obiettivi strategici lungo alcune direttrici di sviluppo quali per esempio la produzione di prodotti personalizzati, la sostenibilità industriale, l'alta efficienza e la valorizzazione delle persone.

Linee di sviluppo strategico





I4.0 e il manifatturiero

Approccio al mercato



14.0 e il manifatturiero

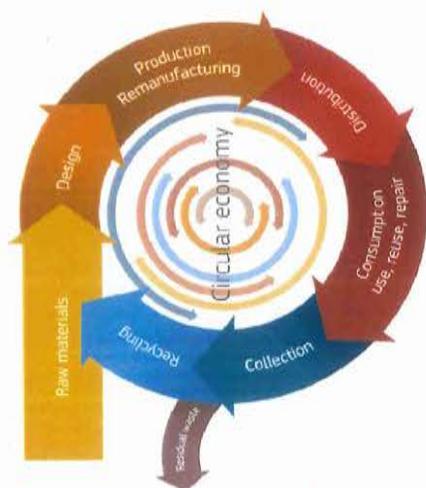
Le Piccole Medie Imprese e le Piattaforme ICT

La struttura delle aziende italiane mediamente più piccola rispetto ad altri paesi richiede l'implementazione di un modello di sviluppo partecipativo e aperto affinché tutti possano trarre beneficio da questa trasformazione.

Le tecnologie digitali possono avere un ruolo di supporto nella creazione di reti di impresa attraverso piattaforme aperte che potrebbero rendere ancora più forte la struttura del sistema industriale.



I4.0 e il manifatturiero

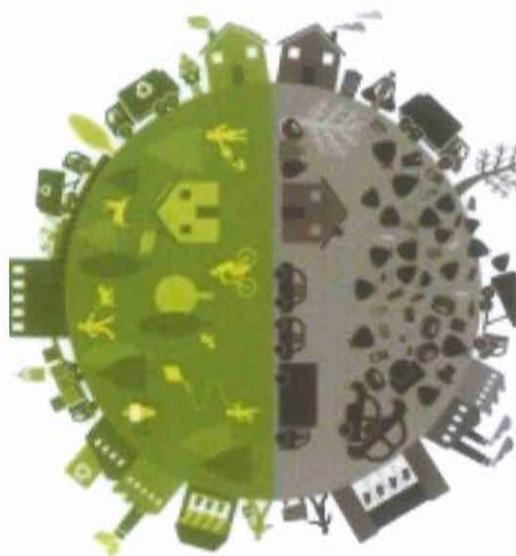


La circular economy

La circular economy comporta un cambio di paradigma nella definizione dei prodotti e dei processi manifatturieri che devono essere gestiti e monitorati lungo tutto il loro ciclo di vita.

La digitalizzazione e la circular economy:

- scambio di informazioni con il prodotto non solo durante la sua fase d'uso per agevolare la manutenzione e i servizi *after-sales*, ma anche durante la fase di dismissione del prodotto stesso.
- Utilizzo dei dati del ciclo di vita del prodotto per la progettazione della nuova generazione di prodotti, condivisi anche con i processi a monte
- Strumenti di simulazione avanzata dovrebbero permettere di prevedere il comportamento di un prodotto o di un sistema produttivo lungo tutto il suo ciclo di vita.
- ...

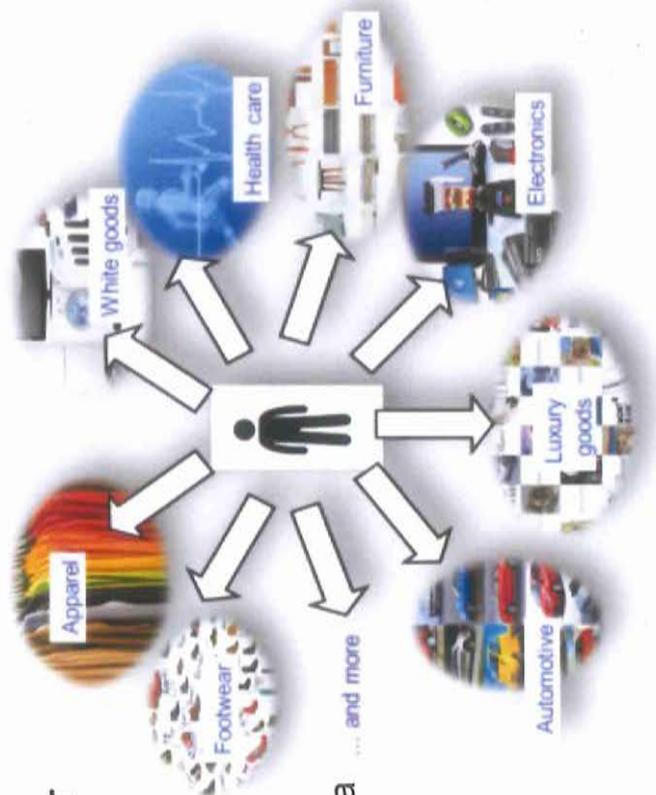


I4.0 e il manifatturiero

Produzione personalizzata

Le tecnologie di digitalizzazione non devono irrigidire i sistemi produttivi ma che li devono rendere più trasparenti, per avere sistemi automatici facilmente riconfigurabili, e adattabili alle esigenze in continua mutazione.

Strumenti e metodologie devono permettere alle aziende di superare la rigidità dei sistemi a livello di sviluppo nuovi prodotti, modifica dei prodotti esistenti e/o rigidità nella risposta alle esigenze del cliente sarebbe esiziale per la gran parte delle PMI.

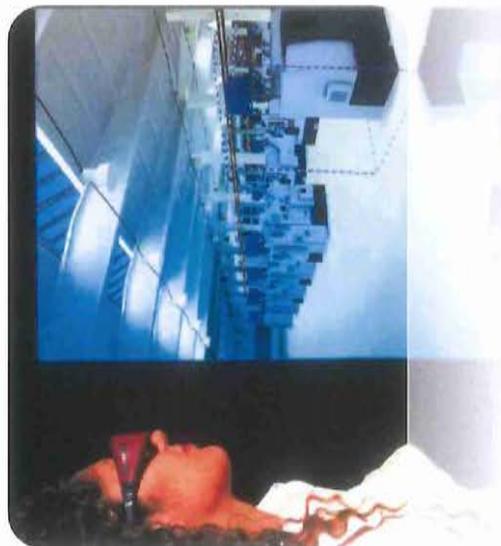


I4.0 e il manifatturiero

Centralità del fattore umano

Necessario sviluppare soluzioni che mettano l'uomo al centro della produzione e consentano di valorizzare al massimo le sue competenze.

L'uomo deve avere la capacità di orchestrare più funzioni grazie all'asservimento delle macchine in modo che sia favorita l'interazione con esse. L'approccio di I4.0 integrato con altre tecnologie di produzione dovrebbe portare per esempio allo sviluppo di macchine in grado di dialogare con gli operatori in linguaggio naturale o tramite l'utilizzo di gesti o tecnologie che consentano a uomini e robot la condivisione dello stesso ambiente di lavoro in condizioni di sicurezza, lasciando agli operatori lo svolgimento di operazioni ad alto valore aggiunto.



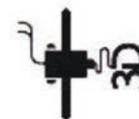
Grazie per l'attenzione



ALLEGATO 9



Ferdinando Auricchio
Stefano Denicolai



Agenda



- 1. Industry 4.0 e Tecnologie Additive / Stampa 3D**
- 2. Il Piano Strategico sulla “Stampa 3D” di Università di Pavia**
- 3. L’impatto socio-economico delle tecnologie 3D Printing**
- 4. La situazione in Italia: alcune prime evidenze**

Industry 4.0 & Stampa 3D



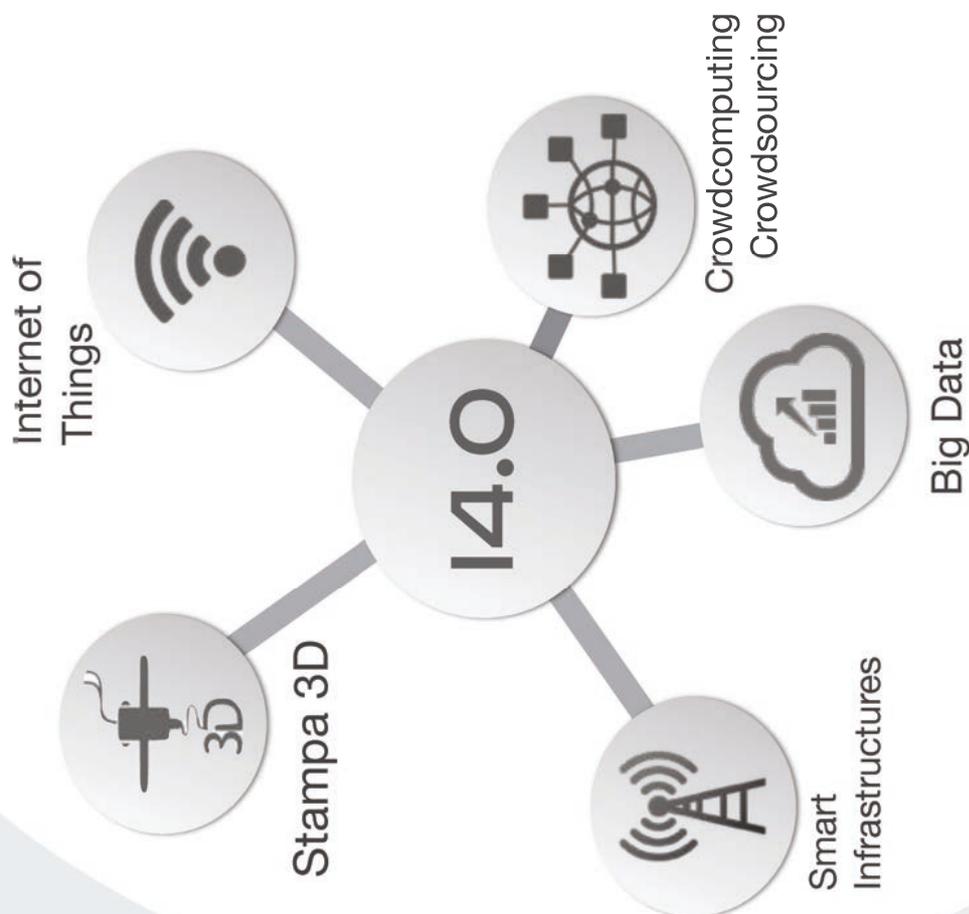
Industry 4.0

Quarta rivoluzione industriale rappresentata da una massiccia interconnessione digitale - in una logica di filiera - fra macchine, attuatori, sensori e device in genere, al fine di creare una fabbrica intelligente, flessibile ed ottimizzata.

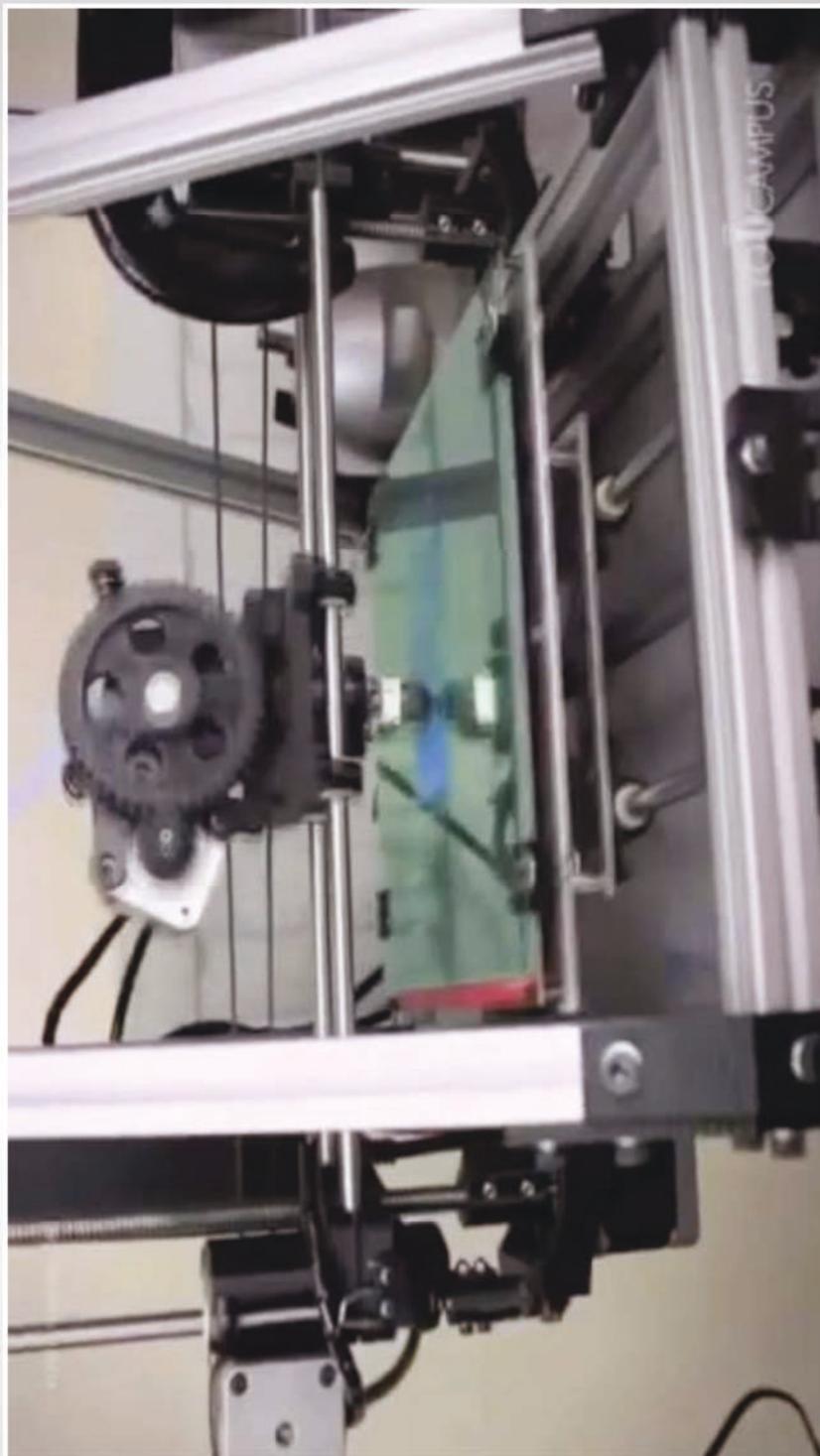
Manifattura Additiva

Processo manifatturiero basato sull'addizione e sull'unione progressiva di materiali i quali formano oggetti reali a partire da modelli 3D virtuali. In opposizione alla metodologia di produzione sottrattiva, alla base della manifattura tradizionale

**Rivoluzione tecnologica,
ma anche strategica e
dei modelli di business**



La manifattura additiva



Industry 4.0 & Stampa 3D



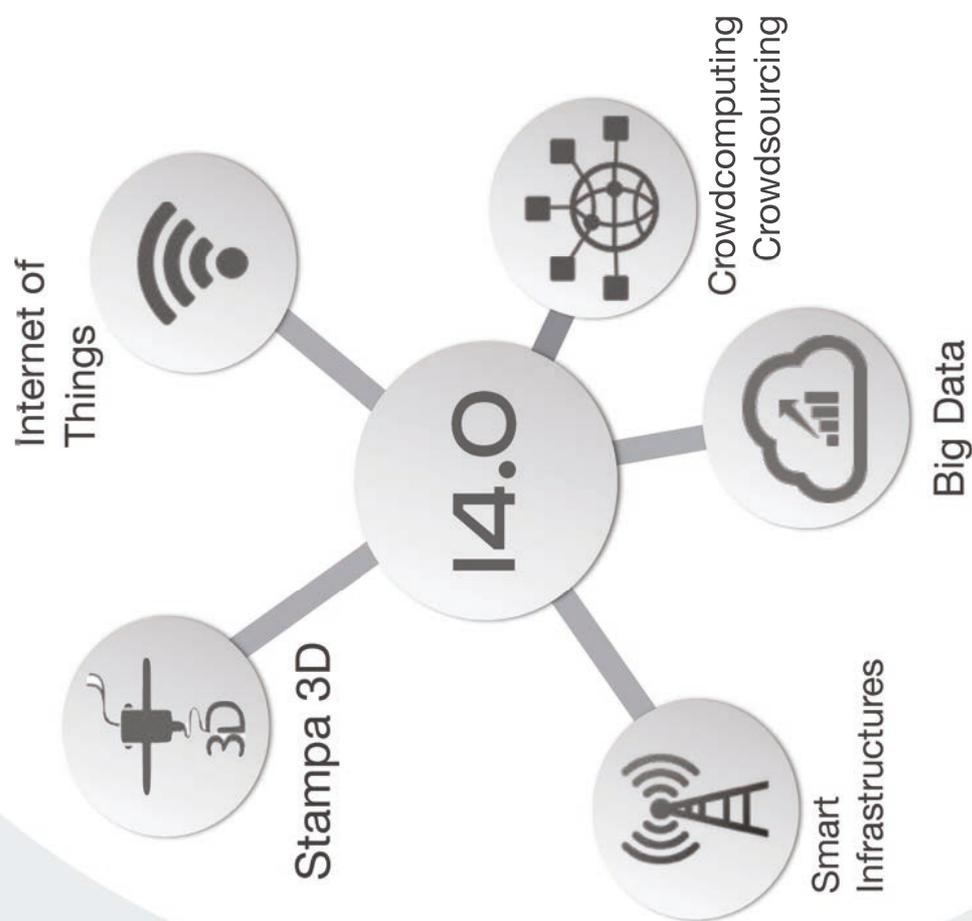
Industry 4.0

Quarta rivoluzione industriale rappresentata da una massiccia interconnessione digitale - in una logica di filiera - fra macchine, attuatori, sensori e device in genere, al fine di creare una fabbrica intelligente, flessibile ed ottimizzata.

Manifattura Additiva

Processo manifatturiero basato sull'addizione e sull'unione progressiva di materiali i quali formano oggetti reali a partire da modelli 3D virtuali. In opposizione alla metodologia di produzione sottrattiva, alla base della manifattura tradizionale

**Rivoluzione tecnologica,
ma anche strategica e
dei modelli di business**

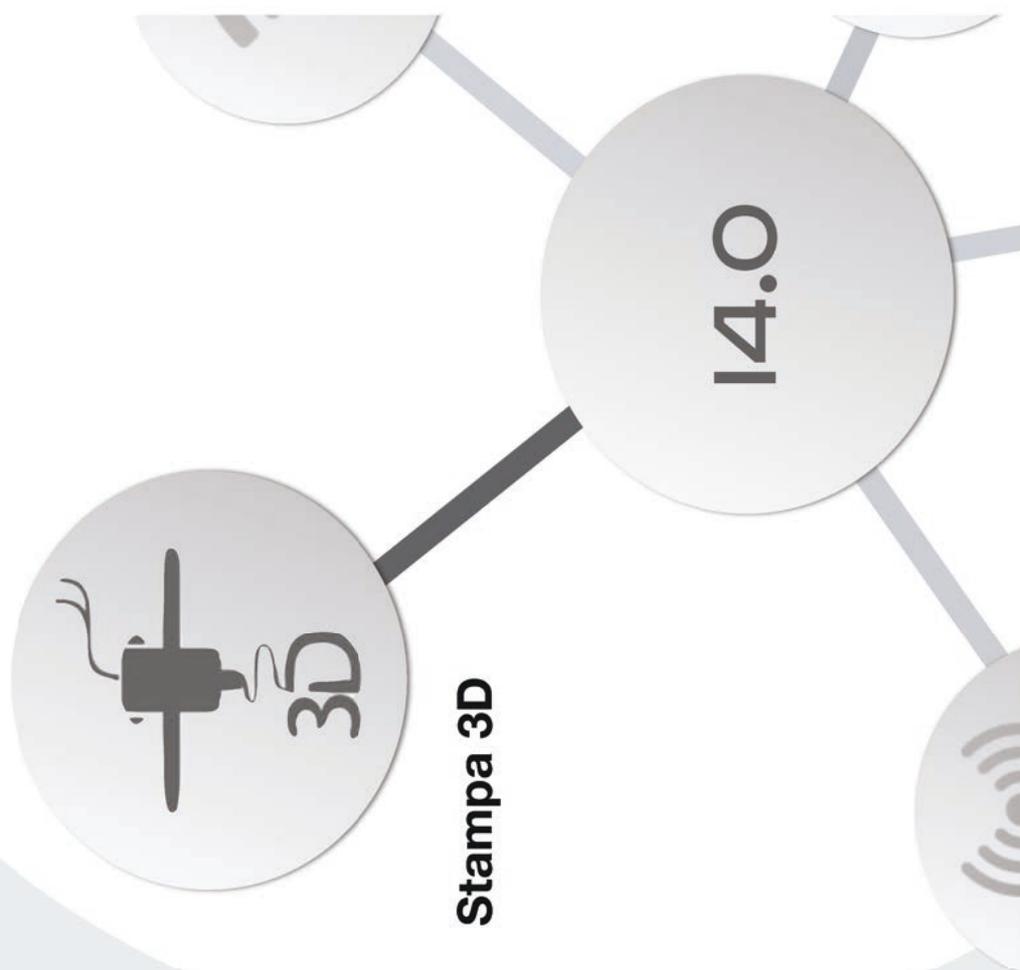


FOCUS SU Stampa 3D



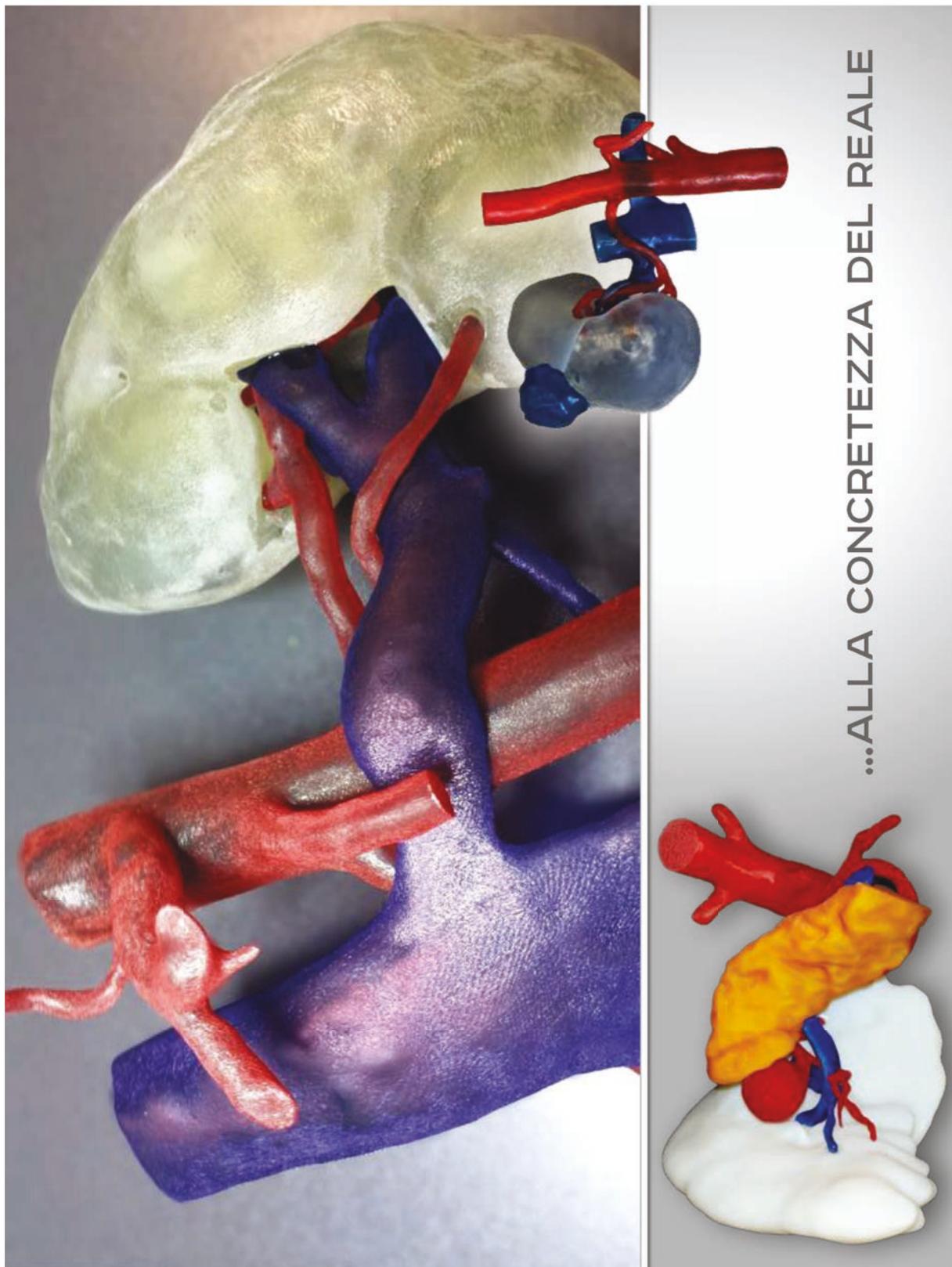
- concretizzazione di modelli virtuali;
- R&S e produzione si avvicinano;
- co-generazione di valore;
- la catena del valore si accorpa e diviene più integrata

DIGITALE  **REALE**





DALLE PROMESSE DELL'IMMAGINAZIONE...



Il Piano Strategico di Università di Pavia Virtual Modelling and Additive Manufacturing (3D Printing) For Advanced Materials

Team UniPv



Dipartimenti



Multidisciplinarietà

ProtoLab



Partners

- 20 imprese
- 4 Spin-off universitari

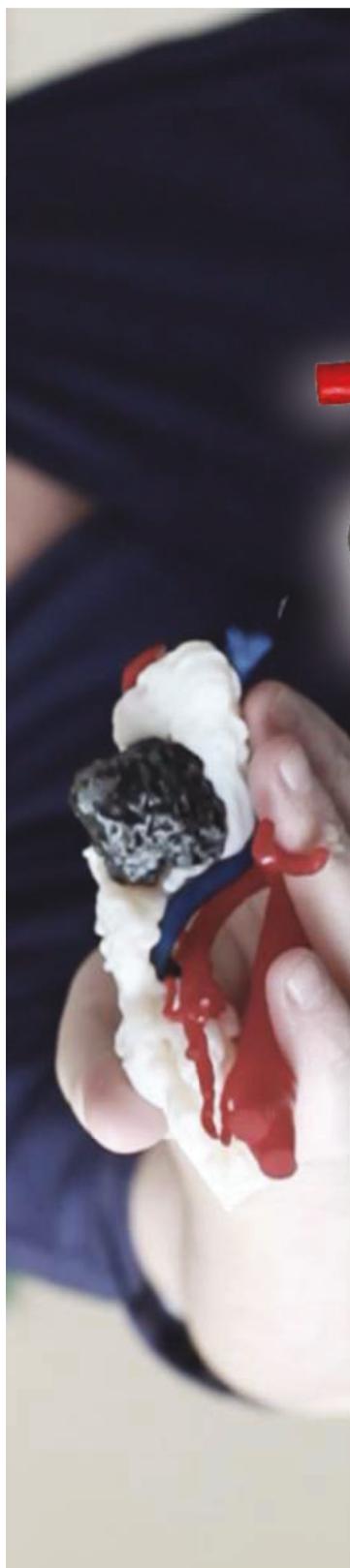
Industria

5 Pilastr

1. Modellazione e simulazione
2. Nuovi materiali
3. Advanced Manufacturing
4. Impatto socio-economico
5. Applicazioni innovative



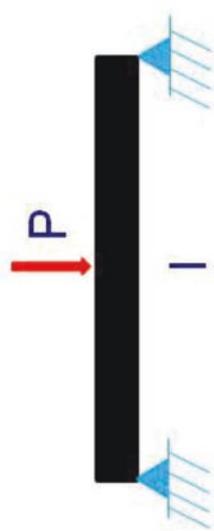
Visione



Stampa 3D a supporto della chirurgia complessa

Il progetto nasce dall'integrazione delle competenze del gruppo di "Meccanica Computazionale e Materiali Avanzati", guidato dal prof. **Ferdinando Auricchio** e della "Struttura complessa di Chirurgia Generale II" dell'IRCCS Policlinico San Matteo, diretta dal prof. **Andrea Pietrabissa**.

Advanced Methods of Discretization for Integrated Design and Optimization







Modelli di Business

Global Factory: from ‘Make to Stock’ to ‘Make to Order’

Proprietà intellettuale

Impresa circolare e sostenibilità

Privacy ed etica

Impatto sulle Politiche Industriali

IMPATTO SOCIO-ECONOMICO



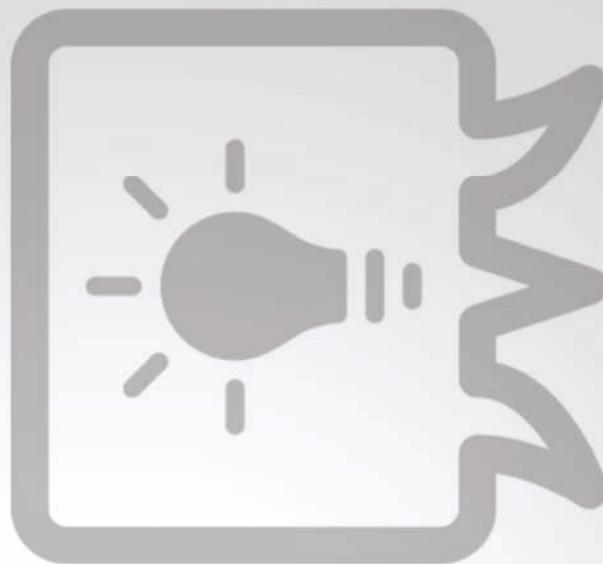
Collaborazioni con ricercatori di università come...

US

University of Sussex



**HARVARD
BUSINESS SCHOOL**





Alcuni primi risultati



- 1. spettro di applicazioni relativamente ristretto**
- 2. insufficiente percezione delle opportunità**
- 3. competenze e cultura da sviluppare**
- 4. processi di comunicazione disorganici**

ALCUNI PRIMI RISULTATI



‘Glocal’ Factory

Stampa 3D

Creatività

VERSO LA “CREATIVE FACTORY 4.0”

Contatti



Prof. Stefano Denicolai

Dipartimento di Ricerche Economiche ed Aziendali

Email: stefano.denicolai@unipv.it

Prof. Ferdinando Auricchio

*Dipartimento di Ingegneria Civile e Architettura
Sezione Strutture e Materiali*

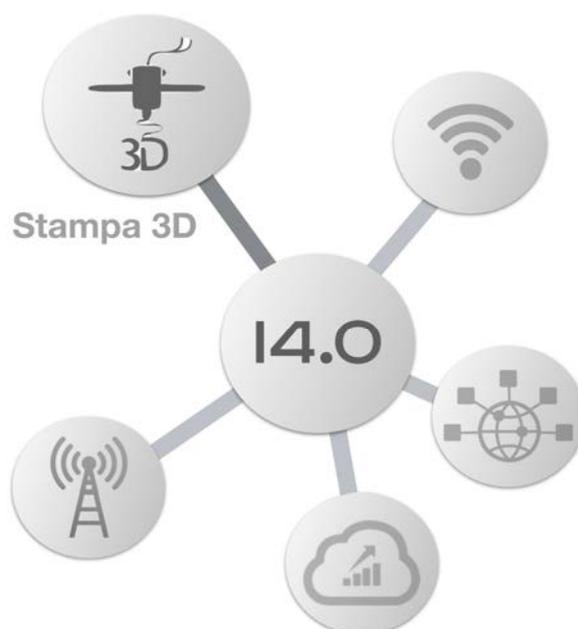
Email: auricchio@unipv.it

ALLEGATO 10



3D PRINTING & INDUSTRY 4.0

**piano strategico di Università di Pavia
e alcuni primi risultati**



Stefano Denicolai
Ferdinando Auricchio

3D Printing & Industry4.0 – Piano Strategico 3D di Università di Pavia



Abstract

La presente relazione propone un approfondimento sull'impatto socio-economico della manifattura additiva – stampa 3D - , sul ruolo di queste tecnologie nel quadro della rivoluzione denominata "Industry 4.0" e più in generale sul piano strategico tematico di Università di Pavia su queste tematiche avviato nel 2015. L'argomento è particolarmente rilevante in quanto la Stampa 3D rappresenta il naturale punto di incontro fra dimensione reale e virtuale, fra hardware e software, fra produzione tangibile e assets immateriali.

Nonostante la crescente attenzione mediatica verso queste tematiche, vi è ancora molto da investigare per capire quali siano le reali potenzialità di questa rivoluzione. L'università di Pavia ha avviato un piano strategico tematico di studio e ricerca sugli sviluppi tecnologici e sugli impatti socio-economici della Stampa a 3D, il quale ha portato alla creazione di un centro che coinvolge 16 dipartimenti e 67 ricercatori. Le applicazioni dell'Additive Manufacturing sono trasversali a molti settori ed aprono le porte a linee di ricerca ed applicazioni davvero innovative, come ad esempio: 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 ottimizzate per il paziente), socio-economico (diffusione della tecnologia, politiche industriali, nuovi modelli di business, implicazioni etiche), umanistico (cinematografia e storia dell'arte).

Alla luce di queste premesse, questa relazione presenta alcuni primi risultati in termini di impatto socio-economico di queste tecnologie, nonché alcune indicazioni verso lo sviluppo di un Industry 4.0 tarato sulle specificità della realtà italiana.

3D Printing & Industry4.0 – Piano Strategico 3D di Università di Pavia**Contenuti**

Premessa	Pag.	3
1. Industry 4.0 e Stampa 3D	»	5
2. Il Piano Strategico sulla “STAMPA 3D” di Università di Pavia	»	7
3. “3D Printing”: l’impatto economico-sociale	»	11
4. La rivoluzione 3D Printing in Italia: alcune prime evidenze	»	14
5. Attività, metodologia, ambiti di ricerca e studio	»	18
6. Partners e Collaborazioni Internazionali	»	19
Relatori, Team e Dipartimenti coinvolti	»	20
Contatti	»	21

3D Printing & Industry4.0 – Piano Strategico 3D di Università di Pavia



Premessa

L'Università degli Studi di Pavia è la prima università italiana a sviluppare un piano strategico sul 3D Printing e sulle relative implicazioni a livello di Industry 4.0. Infatti, nel 2015 ha deciso di valorizzare la propria natura multidisciplinare attivando un Piano Strategico Tematico, finalizzato ad individuare cinque filoni di ricerca strategici prioritari, su cui concentrare una parte rilevante di attenzione e risorse. Fra questi cinque, vi è il progetto "Virtual Modelling and Additive Manufacturing (3D Printing) for Advanced Materials", che ambisce a diventare un punto di riferimento internazionale per gli studi sulla stampa 3D e sulle relative implicazioni per la manifattura avanzata / Industry 4.0.

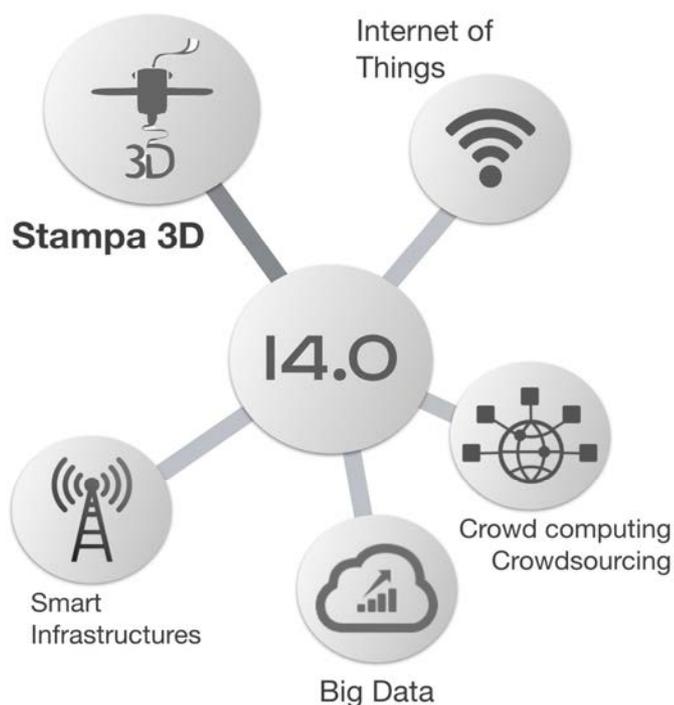




1. Industry 4.0 e Stampa 3D

Nonostante non esista un'unica e condivisa definizione, vi è ampio consenso nel descrivere l'Industry 4.0 come quel progressivo processo di convergenza fra trend tecnologici già esistenti, che si combinano in modo originale nel creare fabbriche intelligenti e digitali. Fra questi trend tecnologici si citano:

- a) **Internet of Things**, dove qualsiasi oggetto della vita quotidiana e dell'agire produttivo è potenzialmente connesso ad internet;
- b) **Cloudcomputing e Crowdsourcing**, nonché in generale l'integrazione aperta fra numerosi sistemi integrati;
- c) **Big data**, che arrivano ad abbracciare la mole (eterogenea) di dati generati da macchine, dispositivi, sensori;
- d) **Smart Infrastructures**, che consentono di estendere l'interconnessione sopra citata fino all'ambiente che ci circonda e in cui agiscono persone e imprese;
- e) **3D Printing / Additive Manufacturing**, ossia un processo manifatturiero innovativo basato sull'addizione e sull'unione progressiva di materiali i quali - passando da uno stato liquido a solido - formano oggetti reali a partire da modelli 3D virtuali. Questa tecnica è in opposizione alla metodologia di produzione sottrattiva, alla base della manifattura tradizionale.



3D Printing & Industry4.0 – Piano Strategico 3D di Università di Pavia



Il presente documento si incentra sul punto e) Stampa 3D / Additive Manufacturing (3DAM). Infatti, **riteniamo che la Stampa 3D rappresenti il naturale punto di incontro fra dimensione reale e virtuale, fra hardware e software, fra produzione tangibile e assets immateriali.** Questo in quanto la stampa 3D consente la concretizzazione di progetti e modelli virtuali, i quali divengono reali con limiti alla fantasia davvero minimi e che – di pari passo con il progresso di questa tecnologia – continuano a ridursi. Inoltre, il 3DAM avvicina e combina le fasi di ricerca e sviluppo con quelle produttive in quanto il processo creativo si fonde con quello realizzativo e tende ad abbracciare un numero sempre più ampio di attori. Si arriva a coinvolgere pure il cliente finale, che diventa “co-generatore di valore” esprimendo una domanda di prodotti personalizzati e/o arrivando a contribuire direttamente a design e progettazione. Processi già molto noti nel mondo “digital”, ora sono realtà anche ‘off-line’. Inoltre, le tecnologie 3DAM integrano le attività di ricerca e sviluppo con quelle produttive in quanto rendono obsolete le fasi di set-up e industrializzazione di una linea produttiva, non più necessarie: dal file si procede direttamente alla stampa del prodotto, con un incremento esponenziale della flessibilità produttiva e un ripensamento radicale della struttura costi fissi/variabili.

Eppure è anche curioso notare che – specie in Italia – la rivoluzione del 3DAM, se da un lato ha rappresentato una strepitosa fucina di innovazione, dall’altro deve fare passi in avanti per meglio cogliere le opportunità offerte da altri trend tecnologici propri dell’Industry 4.0. **Si assiste ossia ad una sorta di paradosso:** se da un lato nasce in un contesto che fa dell’approccio aperto un suo elemento distintivo, il movimento 3DAM necessita in qualche misura di andare oltre la “prototipazione rapida” (sua applicazione naturale) ed essere meglio interconnesso con la fabbrica intelligente: valorizzare meglio i dati generati da questi sistemi integrati, connettersi meglio con sistemi di crowdsourcing, e così via.

È poi importante sottolineare come 3DAM non sia solo una rivoluzione tecnologica. **Il cambiamento è anche nelle strategie, nei modelli di business e nella cultura d’impresa,** come si discute più ampiamente più avanti in questo documento.

Alla luce del ruolo centrale che riteniamo possa giocare il 3DAM nel più ampio quadro Industry 4.0 - e in virtù dell’esigenza di approccio spiccatamente multidisciplinare, che coniughi competenze tecnologiche ed economiche - nasce il Piano strategico tematico d’Ateneo dell’Università di Pavia su 3DAM.

3D Printing & Industry4.0 – Piano Strategico 3D di Università di Pavia



2. Il Piano Strategico sulla “STAMPA 3D” di Università di Pavia



Questa linea strategica si basa sulla nascita nel 2015 di un Centro di studi e ricerche sugli impatti tecnologici, economici e sociali della stampa 3D nel più ampio quadro della rivoluzione denominata Industry 4.0, tenuto conto delle integrazioni con – ad esempio - big data, smart materials, smart infrastructures.

Nonostante la crescente attenzione mediatica verso queste tematiche, vi è ancora molto da investigare per capire quali siano le reali potenzialità di questa rivoluzione – e come valorizzarle al meglio - ad esempio in termini di nuovi materiali, modellizzazione teorica e virtuale, impatto sui livelli di competitività delle imprese e sui loro modelli di business.

Le applicazioni dell'Additive Manufacturing sono trasversali a molti settori ed aprono le porte a linee di ricerca ed applicazioni davvero innovative, tra i quali: 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 ottimizzate per il paziente), socio-economico (diffusione della tecnologia, politiche industriali, nuovi modelli di business, implicazioni etiche), umanistico (cinematografia e storia dell'arte).

A livello nazionale si evidenzia la mancanza di un centro di riferimento per le applicazioni di questa tecnologia, nelle sue diverse declinazioni. Il centro dell'Università di Pavia vuole porsi, di conseguenza, proprio come riferimento nazionale ed internazionale per lo sviluppo di nuove tecnologie e materiali di stampa, quale promotore di nuove applicazioni nei diversi ambiti prima citati, quale osservatorio permanente e centro studi.

3D Printing & Industry4.0 – Piano Strategico 3D di Università di Pavia

All'interno del Dipartimento di Ingegneria Civile ed Architettura, il laboratorio di prototipazione "ProtoLab" si configura come punto di partenza delle varie attività sperimentali legate al tema della stampa 3D nell'ateneo pavese. Il laboratorio ha iniziato a muovere i suoi primi passi nel 2013 con l'acquisto della prima stampante 3D. Oggi il laboratorio, ha a disposizione varie tecnologie di prototipazione, da quelle fotopolimeriche ad altissima risoluzione, a quelle a polveri di gesso per stampe ad alta risoluzione cromatica, fino alle più comuni e note stampanti a filamento termoplastico, con nuovi investimenti già pianificati per estendere ulteriormente il parco macchine.

Fra i punti di forza di questo centro – che lo rende unico a livello nazionale – vi è la **multi-disciplinarietà**. Infatti, le tematiche qui citate vengono studiate considerando simultaneamente le implicazioni a livello tecnologico - a sua volta integrando expertise di diversa natura -, ed economico-sociale.

A dimostrazione dell'elevato livello di multi-disciplinarietà, il Piano Strategico di ateneo è condiviso e sostenuto da ben 16 differenti Dipartimenti dell'Università di Pavia e nella sua complessità si articola secondo cinque pilastri fondamentali:

- **Modellazione e simulazione.** Ormai da decenni, la modellazione e la simulazione virtuale al computer hanno dimostrato possedere un grandissimo valore per lo sviluppo e la verifica di un prodotto, portando ad un drastico abbattimento di costi e tempi di progettazione. Per quanto riguarda l'"additive manufacturing" attualmente mancano adeguati modelli e strumenti computazionali dedicati. L'importanza strategica di questi aspetti ha motivato la realizzazione di questo primo pilastro.
- **Nuovi materiali.** La stampa 3D è una tecnologia che abilita e valorizza enormemente l'uso - e ne favorisce lo sviluppo - di materiali avanzati e innovativi. Due esempi su tutti, appartenenti a discipline diametralmente opposte, mostrano il grande potenziale impatto che l'additive manufacturing può avere in termini di innovazione, così come la vastità delle applicazioni potenzialmente coinvolte: da un lato, il cosiddetto "bioprinting" rappresenta una nuova frontiera nell'ambito della medicina rigenerativa, della biologia, della farmaceutica. Dall'altro, la stampa di materiali ceramici avanzati e ultra-performanti consentirebbe la realizzazione di innovative componenti per applicazioni aerospaziali, nel settore dell'automotive, medicale e, più in generale, dell'industria manifatturiera.
- **Advanced Manufacturing.** La tecnologia additiva, congiuntamente all'utilizzo di materiali innovativi, rappresenta un processo tecnologico che innova significativamente il classico paradigma di produzione per sottrazione di materiale ed è quindi destinato ad avere un enorme e rivoluzionario impatto sulla progettazione, sviluppo, prototipazione e commercializzazione di componenti.

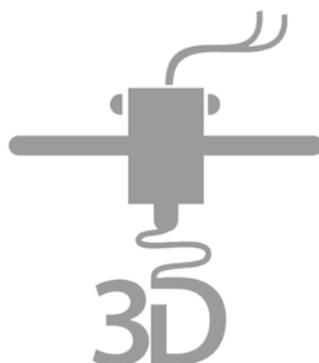
3D Printing & Industry4.0 – Piano Strategico 3D di Università di Pavia



- **Impatto socio-economico.** La rivoluzione tecnologica associata alla stampante 3D porta inevitabilmente alla necessità di sviluppare modelli di business dedicati e specifici, così come ad un'attenta valutazione dell'impatto che questa tecnologia innovativa ha e può avere non solo sull'economia ma anche sulla società.
- **Applicazioni innovative.** L'ultimo "naturale" pilastro del piano strategico sintetizza tutti gli aspetti innovativi dell'additive manufacturing ed è incentrato sullo sviluppo di applicazioni nuove, di grande impatto, non solo di componenti che tramite la stampante 3D possono essere realizzati in modo più efficiente ed efficace rispetto a tecniche produttive tradizionali, ma anche (e soprattutto) di prodotti la cui realizzazione è unicamente consentita attraverso un processo di stampa tridimensionale.

La multidisciplinarietà e l'innovatività del tema strategico nel suo complesso e dei pilastri che lo compongono rendono l'Università di Pavia (e la rete di connessioni da essa sviluppata) un potenziale attore di rilievo per l'acquisizione di risorse dedicate allo sviluppo di tecnologie innovative e prodotti di grande impatto economico e sociale, favorendo quindi la partecipazione a bandi europei (H2020) o di sviluppo economico regionale/locale.

Infine, la formazione e il training di studenti e persone specializzate rappresentano un servizio fondamentale di carattere culturale e sociale che le Università sono tenute a proporre e garantire e che, senza dubbio, il Piano Strategico sulla Stampa 3D favorisce, proprio per l'attuale necessità di formare figure con conoscenze nuove e multidisciplinari dedicate alla manifattura additiva. La realizzazione di seminari didattici, lezioni dedicate, workshops, fino alla proposta di un Master strutturato rappresentano strumenti didattici in parte già disponibili e avviati, in parte in via di definizione.

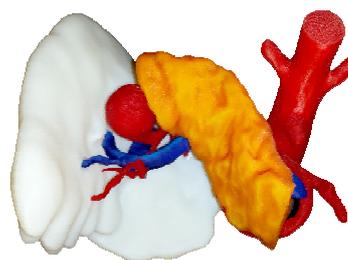


3D Printing & Industry4.0 – Piano Strategico 3D di Università di Pavia



Un esempio concreto: Il Centro di Pavia e la sperimentazione in ambito medicale

Una iniziativa fra le diverse già attivate che coniuga i differenti aspetti sopra elencati è rappresentata da uno dei temi di maggior successo fino ad ora sviluppati attraverso il Piano Strategico di Ateneo, ovvero: **la stampa 3D come nuovo strumento a supporto della chirurgia complessa, in particolare tumorale**. La città di Pavia, sede di diverse strutture sanitarie di rilievo per la diagnosi e la cura della persona, ha rappresentato infatti il tessuto ideale per lo sviluppo di questa applicazione dall'alto impatto sociale.



Il progetto nasce dall'integrazione delle competenze di due gruppi pavesi, ovvero del gruppo di *Meccanica Computazionale e Materiali Avanzati*, guidato dal professor Ferdinando Auricchio, proponente del Piano Strategico sulla stampa 3D, e la Struttura complessa di *Chirurgia Generale II* dell'IRCCS Policlinico San Matteo, diretta dal professor Andrea Pietrabissa. I due gruppi sono già molto riconosciuti singolarmente a livello nazionale ed internazionale, ma dalla loro integrazione sta nascendo un filone completamente nuovo di attività, con sempre maggiore impatto e visibilità, anche mediatica (come dimostrano i numerosi articoli di giornale, interviste ricevute, ecc.). Tumore del pancreas, del rene, della milza, aneurisma e dissecazione aortica: sono solo alcuni esempi di patologie in cui la stampa 3D può avere un impatto concreto a supporto del chirurgo durante la fase di pianificazione dell'intervento.

A dimostrazione di ciò, il **Policlinico San Matteo di Pavia** utilizza ormai abitualmente modelli anatomici stampati in 3D, ricostruiti a partire da immagini TAC del paziente: ad oggi il **50%** della chirurgia pancreaticata e il **100%** della chirurgia splenica e renale eseguita in quel reparto sfrutta il supporto di modelli stampati in 3D.

Tuttavia, il progetto non solo si propone di ottenere risultati significativi nell'area della ricerca, ma anche di realizzare una fitta e strutturata rete di collaborazioni che vede principalmente coinvolte aziende che, da un lato, possono supportare le attività e, dall'altro, giovare dei risultati ottenuti. Il Piano Strategico rappresenta, quindi, una perfetta linea di sviluppo della cosiddetta "Terza Missione" che le Università sono sempre più portate a perseguire per valorizzare la conoscenza da un punto di vista economico, culturale, e sociale. A tal riguardo l'Università di Pavia ha allacciato nuovi rapporti con molteplici aziende del territorio (e non solo) che hanno individuato nella stampante 3D una linea di investimento di successo.



3. “3D Printing”: l’impatto economico-sociale

Il nostro Centro di Ricerche presta significativa attenzione ad **analisi e misurazione dell’impatto di queste nuove tecnologie** sui processi di innovazione nel sistema Italia, nonché più in generale sulle dinamiche di sviluppo economico-sociale.

Si ritiene che – specie per un paese come l’Italia – il 3D Printing possa rappresentare una leva cruciale per il passaggio verso una manifattura basata sul paradigma Industry 4.0, un passaggio che non può essere percorso imitando quanto fatto da altri (es. Germania o USA), ma che deve piuttosto tenere in attenta considerazione le peculiarità del tessuto economico-imprenditoriale del nostro Paese. La Stampa 3D può davvero essere al centro di questo percorso di sviluppo “Made in Italy” in quanto punto di incontro naturale fra hardware e software – verso una Digital Factory “molto reale”, oltre che virtuale -, nonché quale tecnologia semplicemente perfetta per rilanciare e/o potenziare settori basati su design e creatività.

In particolare, fra i principali ambiti studiati dal nostro Centro si cita:

- **Impatto sui Modelli di Business:** Stampa 3D e in generale paradigmi Industry 4.0 non possono essere concepiti meramente come modalità per “fare meglio quel che già si fa oggi”. Devono invece diventare ispirazione per nuove proposte di valore, soluzioni innovative per bisogni emergenti, nuove logiche per organizzare fabbriche intelligenti, digitali, globali. In breve: per immaginare modelli di business innovativi.
- **Impatto sulle catene del valore globali (Global & Digital Factories): dal “Make to Stock” al “Make to Order”.** La Stampa 3D sta aprendo scenari inimmaginabili fino a pochi anni fa a livello di organizzazione delle catene del valore su scala globale. Le strutture di costo delle imprese manifatturiere cambiano significativamente. Di particolare interesse, queste nuove tecnologie portano a ripensare il legame fra ricerca, progettazione, produzione, e logistica. Queste funzioni assumono nuovi significati, si fondono fra loro, vengono radicalmente riorganizzate su scala globale. Così i fenomeni di back-shoring e – ossia attività produttive prima trasferite in paesi a basso costo di manodopera e poi riportate nei paesi d’origine - sono sempre più attuali. Ciò significa un’opportunità straordinaria per rilanciare il manifatturiero italiano.
- **Impatto su gestione e regolamentazione della proprietà intellettuale.** È evidente come il trend della personalizzazione sia sempre più pervasivo nell’economica contemporanea: da un semplice barattolo di Nutella con il proprio nome impresso sulla lattina, fino a scarpe di Nike o Adidas completamente progettate dal cliente da casa tramite internet. Tuttavia, fin dove si può spingere e stimolare la libertà creativa? Ad esempio, nel creare una calzatura o una montatura di occhiali proprio come la si desidera, fino a che punto il consumatore è libero di ispirarsi al design di marchi noti?

3D Printing & Industry4.0 – Piano Strategico 3D di Università di Pavia



Amazon già progetta di vendere in un futuro non troppo lontano semplicemente il “file” di un prodotto, per poi lasciarlo stampare a casa dal consumatore una volta diffuse le stampanti 3D ad uso domestico. Chi è il proprietario di quel file e come può essere condiviso? Per non parlare dell'intreccio di brevetti riguardanti le diverse tipologie di hardware per la stampa additiva (negli ultimi 5 anni ben pochi altri comparti hanno avuto un'esplosione di domande di brevetto come 3DAM). Diverse di queste sfide sono già state affrontate dall'economia digitale, ma non è detto che nell'Industry 4.0 si debba replicare le stesse ricette. Poter operare in un contesto ottimizzato e con normative ad hoc diventa un fattore strategico per trattenere e attrarre talenti ed imprese innovative.

- **Impresa circolare e sostenibilità ambientale.** Il 3DAM è spesso richiamato come contributo importante verso la creazione delle cosiddette “imprese circolari”. Infatti, la tecnologia additiva per definizione non ha scarti, ripensa l'organizzazione del magazzino riducendo l'esigenza di scorte di semilavorati, ottimizza la logistica, stimola lo sviluppo di nuovi materiali. Tuttavia, esistono ancora significative criticità verso una compiuta valorizzazione di queste opportunità, rispetto a cui il nostro Centro ha individuato ambiti di ricerca scientifica specifici, rilevanti e promettenti.
- **Implicazioni di natura sociale ed etica.** Sviluppare la creatività e aggiungere gradi di libertà a ciò che possono fare imprese e cittadini è senza dubbio un obiettivo affascinante, ma che crea anche alcuni interrogativi sociali da tenere in attenta considerazione. Si pensi poi all'impatto sui livelli occupazionali, sulle nuove professioni che nascono (un esempio per tutti: a livello di modellizzazione virtuale), oppure a quei mestieri che diventeranno obsoleti in breve tempo. Altrettanto importanti sono le problematiche a livello di sicurezza e tutela della privacy: più le macchine diventano ‘open’, interconnesse e basate su sistemi cognitivi che rilevano dati durante i processi produttivi ma anche dall'ambiente circostante, e più queste tematiche pongono nuove sfide e criticità. Per non dimenticare le implicazioni etiche: basti ricordare che c'è già chi si è stampato una pistola perfettamente funzionante e utilizzabile fra le mura domestiche. Particolarmente interessante – a livello di implicazioni etiche – sono le applicazioni 3DAM in ambito medico e il cosiddetto ‘bio-printing’. Ognuno di noi è una macchina biologica unica, così che il nostro corpo richiede soluzioni personalizzate, non standardizzate. È pertanto naturale che le Life Sciences siano uno degli ambiti più promettenti per il 3D Printing. Per esempio, è notizia recente il fatto che la FDA americana abbia approvato gli impianti maxillo-facciali in titanio stampati in 3D. Tuttavia, diversi esperti si interrogano su questa frontiera tecnologica e pongono rilevanti questioni etiche su fin dove ci si possa e debba spingere.

3D Printing & Industry4.0 – Piano Strategico 3D di Università di Pavia



- **Impatto sulle Politiche Industriali.** Quali le leve da attivare per attivare e ottimizzare questo potenziale? A che punto è l'Italia su queste tematiche? A che punto è il grado di consapevolezza sulle reali potenzialità? Quali le metriche migliori per monitorare questi fenomeni e l'impatto sull'economia italiana? Quali le implicazioni a livello di difesa della Proprietà Intellettuale? Il nostro centro valorizza e integra le analisi sopra indicate per cercare di dare risposte a questi ed altri interrogativi in tema di politica di sviluppo economico ed industriale.

Come sopra richiamato, l'approccio alla base dei lavori di ricerca e indagine è qui marcatamente multidisciplinare, nella convinzione che la capacità di interpretare e valorizzare le sinergie fra dimensioni tecnologica, strategico-economica e giuridica sia la chiave di successo per comprendere, adattare al contesto italiano e implementare la rivoluzione della manifattura 4.0.



4. La rivoluzione 3D Printing in Italia: alcune prime evidenze

Le attività del piano strategico d'Ateneo e del Centro “*Virtual Modelling and Additive Manufacturing (3D Printing) For Advanced Materials*” sono state avviate nel corso del 2015 e quindi si è ancora nelle fasi iniziali. Tuttavia, è possibile sintetizzare alcuni **risultati preliminari** dei nostri studi relativamente all'adozione delle tecnologie additive / stampa 3d da parte delle imprese italiane, e su come queste vengano valorizzate verso l'implementazione di ‘fabbriche intelligenti’.

In sintesi, in Italia vi è grande attenzione per queste tematiche. Basti pensare alle così detta “comunità dei Makers” e al movimento dei Fab Lab. A livello industriale, esistono inoltre diversi casi d'eccellenza e successo. Ad esempio, si cita Avio Aero – del gruppo GE Aviation–che ha inaugurato nel 2013 a Cameri (NO) uno degli stabilimenti più grandi al mondo concepiti appositamente per l'additive manufacturing. Le imprese italiane sono poi piuttosto attive nello studio sui nuovi materiali per queste applicazioni.

Al tempo stesso, rileviamo alcune importanti criticità nel sistema Italia:

1. Si registra uno **spettro di applicazioni relativamente ristretto**. Ad oggi, in Italia le tecnologie 3DAM vengono per lo più utilizzate per la prototipazione rapida. In secondo luogo, crescono rapidamente - specie fra le startup innovative - le applicazioni finalizzate a offrire prodotti ad elevato livello di personalizzazione. Altre soluzioni connesse a differenti funzioni aziendali - es. miglioramento dei processi produttivi o logistica mediante 3DAM - sono decisamente meno diffuse. Al tempo stesso, le (relativamente) poche imprese che hanno avviato percorsi di sviluppo ispirati a questi paradigmi, e che stanno considerando una riorganizzazione lungo le diverse fasi della catena del valore, stanno ottenendo risultati particolarmente interessanti ed incoraggianti, segno che questa è una direzione da percorrere con maggior convinzione. Fra i casi positivi, si cita ad esempio ‘HSL’ (Trento), la quale ha saputo superare la crisi puntando sul 3DAM e facendolo una strategia “duale”, ossia avviando una riorganizzazione aziendale incentrata contemporaneamente – da un lato – su nuovi processi di sviluppo creativo e produttivo 3D-based, e – dall'altro - su nuove linee di business basate sulla personalizzazione nel comparto gioielli e nel settore del design d'arredo. Ciò ha portato questa impresa a passare da un -50% a un +50% di fatturato su base annuale in un paio d'anni. Interessante anche il caso, sempre ad esempio, di ‘Spring’ nel comparto automotive. Essa ha saputo valorizzare il 3D printing per realizzare componenti che semplicemente non erano realizzabili con le tecnologie manifatturiere tradizionali (non con le stesse proprietà).
2. È anche e soprattutto **un problema di percezione delle opportunità** che la quarta rivoluzione industriale può offrire. Le imprese che si avvicinano al 3DAM finiscono

3D Printing & Industry4.0 – Piano Strategico 3D di Università di Pavia



spesso con l'utilizzare queste tecnologie unicamente per la prototipazione rapida per via di una ragione molto semplice: credono che servano a questo e a poco altro. Inoltre, non di rado sono applicazioni “**stand-alone**”, sconnesse da un disegno strategico d'impresa. Faticano a cogliere che invece lo spettro di opzioni per accrescere la loro competitività è molto più ampio, si trovano in difficoltà a capire quale sia il valore aggiunto di interconnettere una stampante 3D con altri sistemi, sentono di non avere strumenti per valorizzare l'enorme patrimonio di dati e informazioni che si genera nel corso della modellizzazione virtuale, al fine di generare vantaggio competitivo, creare modelli di business innovativi, ottimizzare la struttura di costi. Anche qui, si può però essere ottimisti in quanto si registra un embrione nascente di imprese italiane – spesso giovani e legate al cosiddetto fenomeno dei “makers” – che invece sta facendo leva su 3DAM per ideare e implementare modelli originali di fabbriche digitali, intelligenti, in rete, sostenibili. Nei prossimi mesi il nostro obiettivo è, fra l'altro, studiare questi casi per capire quali siano le leve che consentano a questo fenomeno di diffondersi e diventare virale.

3. I punti 1 e 2 sono direttamente connessi alla constatazione che esistono in Italia **significativi margini di miglioramento a livello di competenze e cultura per la manifattura additiva**. Nel corso delle prime interviste, non di rado è capitato di sentir raccontare da parte di aziende che commercializzando stampanti 3D di clienti interessati al prodotto ma con le idee poco chiare sulle effettive applicazioni e, ancor più spesso, di realtà che si avvicinano ad investimenti di questa natura e si trovano spavestate poiché si rendono conto di non possedere le competenze per utilizzarle al meglio.
4. A cascata, le precedenti criticità sono in parte connesse alla **necessità di migliorare, integrare, coordinare i processi di comunicazione su queste tematiche**. Qui tutti i principali stakeholders devono sentirsi chiamati in causa, comprese le Università ed i centri di ricerca. La quarta rivoluzione industriale ha ancora contorni sfumati e prospettive promettenti, ma anche tante incertezze nelle loro effettive declinazioni. Ne consegue che si assiste ad un proliferare di definizioni, etichette, dati e previsioni in parte contrastanti fra loro. Tutto ciò non supporta il consolidarsi di un'adeguata cultura 4.0 ed ostacola i processi di percezione delle opportunità a più alto potenziale.

Queste evidenze preliminari – seppur in corso di approfondimento e validazione - comunque evidenziano che c'è ancora molto da fare. Al tempo stesso, vi è più di un elemento che porta a concludere che la manifattura avanzata in Italia abbia tutte le carte per diventare un punto di riferimento su scala internazionale, contribuendo in modo decisivo ad un possibile rilancio della nostra economia.

3D Printing & Industry4.0 – Piano Strategico 3D di Università di Pavia



I casi studio che stiamo approfondendo presso il nostro Centro suggeriscono che la mera implementazione di paradigmi Industry 4.0 così come sviluppati in altri paesi – es. Germania, USA – si stia dimostrando parzialmente inadeguata. Nel nostro paese è diverso il profilo tipo delle imprese, è diverso il sistema infrastrutturale, è diverso il quadro normativo, è diversa la cultura imprenditoriale.

Serve una ‘Italian way’ che a nostro avviso dovrebbe essere ancorata a tre capisaldi:

- I. **Creatività, Personalizzazione, Unicità.** Nell’ultimo decennio, la spiccata creatività e la cultura del design italiano – specie nelle PMI - si sono in qualche misura trovati poco a loro agio con il paradigma dominante del “grande” (grande impresa, grandi produzioni, grandi distanze). Oggi qualcosa sta cambiando. L’impatto della quarta rivoluzione industriale sta anche nel superamento delle strutture di costo che rendono conveniente solo una produzione su larga scala: tanto il pezzo unico da usare in un processo produttivo, quanto quello da proporre al cliente finale, sono realizzabili in modo veloce, economicamente conveniente, efficace. Al riguardo, non è solo una questione di *time-to-market*, o di prototipazione rapida. Nell’economia moderna non conta solo capire cosa vuole il mercato ed essere veloci nel passare dall’idea allo scaffale. Esseri più veloci non è necessariamente la cosa più importante. Ancor più rilevante è saper immaginare il futuro e capire quale sia il momento giusto di proporre un’innovazione al mercato. Questo obiettivo necessita di menti brillanti e preparate, ma anche di strutture produttive slegate vincoli e paradigmi della produzione industriale di massa.
- II. **Tecnologie Additive & Adattive.** Il 3DAM diventa quindi abilitante per un Industry 4.0 “Made in Italy” basato sul concetto di creatività in quanto spinge per sua natura a fondere le attività R&S e produttive, la cultura aziendale di prodotto e con quella di processo, il virtuale con il reale. Secondo questa visione, i processi additivi propri del 3D printing si devono intrecciare meglio con quelli “adattivi” del cloud manufacturing, dove i dati alimentano sistemi intelligenti e simulazioni - distribuiti su diverse macchine, sensori e devices - che migliorano continuamente e si adattano a infinite applicazioni industriali, anche nello stesso stabilimento, sia esso piccolo o grande. Qualcosa di semplicemente impensabile fino a pochi anni fa.
- III. **Smart, Digital & ‘Glocal’.** Il modello italiano di Industry 4.0 deve fare i conti con l’organizzazione su scala globale delle cosiddette Global Factory. Anche questo rappresenta un filone di studio e ricerca molto promettente. Infatti, teoricamente vi sono opportunità particolarmente interessanti a livello di back-shoring, per coniugare rete lunghe e globali con reti corte su base locale. Riorganizzare la produzione in una logica additiva e adattiva significa che le policy passate in tema di outsourcing e offshoring verso paesi asiatici a basso costo della manodopera potrebbero essere

3D Printing & Industry4.0 – Piano Strategico 3D di Università di Pavia



non più vincenti. Processi virtuosi di back-shoring – ritorno degli stabilimenti manifatturieri nei paesi avanzati – sono possibili tanto più quanto R&D e produzione si avvicinano, quando la logistica viene ripensata radicalmente. Amazon ha già cominciato a stampare alcuni semplici prodotti direttamente nei furgoni che si muovono verso il cliente. Boeing ha concluso la collaborazione con molti fornitori dislocati in giro per il mondo preferendo stampare quei pezzi non troppo complessi e utilizzati poche volte (tanti per produrre un aeroplano!), solo quando servono e direttamente nello stabilimento produttivo (neanche più in magazzino). L'impatto potenziale sull'organizzazione geografica della produzione è dirompente. Ne consegue che anche **per i Distretti industriali, il AD3M è una grande opportunità**. Ad esempio, in Italia il 3D è già oggi alla base di un rinnovamento radicale del distretto di Terni-Narni, che grazie alla manifattura additiva e ad un approccio "R&D sharing" fra le imprese locali ha ritrovato nuovo slancio.

Un modello originale di Industry 4.0 incentrato su creatività, 3DAM, fabbriche baricentrate nel nostro paese ma globali – Creative Factory 4.0 – a nostro avviso rappresenta una chance forse irripetibile per il rinascimento del manifatturiero italiano.

3D Printing & Industry4.0 – Piano Strategico 3D di Università di Pavia



5. Attività, metodologia, ambiti di ricerca e studio

Lo studio dell'impatto economico-sociale è svolto mediante un approccio metodologico quali-quantitativo. Dopo un approfondito studio di letteratura scientifica e di indagini svolte da altre realtà, si sta lavorando alla creazione un portfolio di **case studies ritenuti particolarmente interessanti e dirompenti**, che verranno analizzati in profondità.

Successivamente, l'obiettivo è quello di **creare il più grande database disponibile ad oggi** con informazioni sui driver e livelli di competitività riguardante imprese che fanno leva su tecnologie 3D printing e in generale su paradigmi Industry 4.0, raccogliendo dati puntuali circa:

- profilo aziendale;
- performance economica;
- strategie competitive;
- adozione di soluzioni Industry 4.0 / focus su 3DAM;
- modelli di business / modelli di ricavo;
- livelli di internazionalizzazione e organizzazione della catena del valore su scala globale.

Parte di questi dati saranno resi pubblici con un approccio **open data**.

Per quanto l'indagine sarà multi-settoriale, si presterà particolare attenzione a comparti quali:

- **Life Sciences**, con particolare attenzione a: servizi in ambito Health Care, tecnologie mediali, biotecnologie;
- **Industrie Creative**;
- **Automotive / Robotica**.



6. Partners e Collaborazioni Internazionali

Il centro sulla Stampa 3D dell'Università di Pavia già oggi collabora con numerose imprese e centri di ricerca su scala nazionale/internazionale. In particolare, con riferimento al filone che si occupa degli impatti economici e sui modelli di business delle imprese, si cita l'avvio nel 2016 di uno studio con **University of Sussex (UK)** sull'impatto del 3D printing sull'organizzazione delle attività produttiva su scala globale e sui connessi fenomeni di outsourcing e re-shoring/back-shoring. Inoltre, sono in corso collaborazioni con ricercatori di **Harvard Business School**, ed in particolare con il gruppo che studia le politiche per il rinascimento del tessuto manifatturiero negli USA e nei paesi occidentali.

In ambito di ricerca tecnologica, sono stati sviluppati rapporti di ricerca con prestigiose istituzioni di ricerca nazionali ed internazionali - tra le altre con l'Universitat Politècnica de Catalunya, Spagna, con l'Université Libre de Bruxelles, Belgio, con la Technische Universität Muenchen, Germania - si sono presentati vari progetti di finanziamento a livello nazionale e a livello europeo Horizon2020 (2 Fet Open e 2 FoF).

In generale, sono stati firmati molti accordi di collaborazione con varie aziende ed enti a livello regionale e nazionale. Si è presenti come elementi attivi e promotori in molte iniziative nazionali nell'ambito delle filiere di **Clustering della Fabbrica Intelligente**.

3D Printing & Industry4.0 – Piano Strategico 3D di Università di Pavia



I Relatori

Prof. Ferdinando Auricchio

Professore Ordinario di Scienza delle Costruzioni presso l'Università di Pavia, esperto in Meccanica Computazionale e nello sviluppo di modelli per il comportamento di materiali avanzati, tra cui i materiali a memoria di forma. Vicepresidentedell'ECCOMAS (European Community of Computational Methods in Applied Sciences), fellow dell'IACM (International Association for Computational Mechanics). È responsabile del progetto strategico d'Ateneo "Stampa 3d: Virtual Modelling and Additive Manufacturing for Advanced Materials" di Università di Pavia.

Prof. Stefano Denicolai

Professore Associato di Economia e Gestione delle Imprese presso l'Università di Pavia – Dipartimento di Scienze Economiche ed Aziendali - dove è anche coordinatore della laurea magistrale in lingua inglese MIBE [Master in International Business and Entrepreneurship]. È stato Visiting Professor / Scholar presso diverse università estere, come Harvard Business School (US), University of Sussex (UK), Université Jean Moulin Lyon 3 (FR). Fra i suoi interessi di ricerca vi è l'economia e il management dell'innovazione, con particolare attenzione a: modelli di business per l'Industry 4.0 e la stampa 3D, digital management, innovazione nelle Life Sciences.

Il Team



Hanno contribuito alla redazione di questa relazione: Stefano Denicolai, Ferdinando Auricchio, Antonella Zucchella, Andrea Pietrabissa, Birgit Hagen, Simone Morganti, Stefania Marconi, Giovanni Carle, Raed Handal, Federico Moretti.

I 16 Dipartimenti Coinvolti



Dipartimento di Biologia e Biotecnologie "Lazzaro Spallanzani" | Dipartimento di Chimica | Dipartimento di Fisica | Dipartimento di Giurisprudenza | Dipartimento di Ingegneria Civile e Architettura | Dipartimento di Ingegneria Industriale e dell'Informazione | Dipartimento di Matematica | Dipartimento di Medicina Interna e Terapia Medica | Dipartimento di Medicina Molecolare | Dipartimento di Sanità Pubblica, Medicina Sperimentale e Forense | Dipartimento di Scienze Clinico Chirurgiche, Diagnostiche e Pediatriche | Dipartimento di Scienze Economiche e Aziendali | Dipartimento di Scienze del Farmaco | Dipartimento di Musicologia e Beni Culturali | Dipartimento di Scienze della Terra e dell'Ambiente | Dipartimento di Studi Umanistici

3D Printing & Industry4.0 – Piano Strategico 3D di Università di Pavia



Contatti

Responsabile di Progetto e Impatto Tecnologico

Prof. Ferdinando Auricchio, email: auricchio@unipv.it

Dipartimento di Ingegneria Civile e Architettura - Sezione Strutture e Materiali, Università di Pavia

Referenti Impatto economico-sociale

Prof. Stefano Denicolai, email: stefano.denicolai@unipv.it

Prof. Birgit Hagen, email: bhagen@eco.unipv.it

Dipartimento di Scienze Economiche ed Aziendali, Università di Pavia



PAGINA BIANCA



17STC0017440