

IMPRESA 4.0

La trasformazione digitale della manifattura

La **seconda edizione** della ricerca condotta dal Laboratorio RISE
Dipartimento di Ingegneria Meccanica ed Industriale (DIMI)
Università degli Studi di Brescia

Disclaimer

Il presente documento è stato redatto da Andrea Bacchetti e Massimo Zanardini del Laboratorio RISE (Research & Innovation for Smart Enterprises) dell'Università degli Studi di Brescia.

Il documento è stato inoltre revisionato da Marco Perona di RISE.

La proprietà intellettuale del documento e dei suoi contenuti appartiene a RISE.

L'utilizzo e la riproduzione di questo materiale sono consentiti solo con il consenso scritto di RISE.

Ogni abuso potrà essere perseguito secondo quanto stabilito dalle vigenti leggi.

Gli autori della ricerca

Il Laboratorio RISE

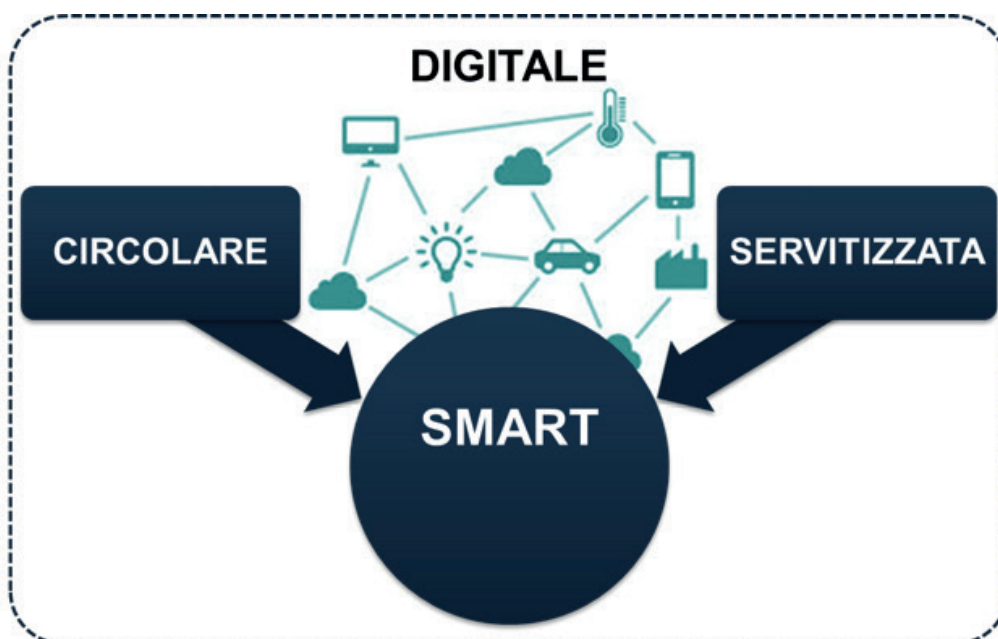
Il Laboratorio **RISE - Research & Innovation for Smart Enterprises** (www.rise.it) è attivo presso il Dipartimento di Ingegneria Meccanica ed Industriale dell'Università degli Studi di Brescia.

Il Laboratorio sviluppa la propria attività su tre aree di interesse principali: **Produzione** (Affidabilità, manutenzione & TPM, Tracking & tracing, Qualità & TQM, Lean manufacturing & WCM), **Operations** (Logistica, Supply Chain Management, Process management, Ridisegno dei processi) e **Supporto** (Controllo di Gestione, Asset management, Servitizzazione, Innovazione digitale, ...).

Il Laboratorio promuove una **nuova visione della supply chain**, fondata su tre elementi principali:

- **CIRCOLARITÀ** - Ridisegnare prodotti e processi produttivi in maniera da riutilizzare i materiali ed eliminare gli sprechi.
- **DIGITALIZZAZIONE** - Impiegare le tecnologie digitali per estendere le funzionalità dei prodotti, migliorare efficienza ed efficacia dei processi e sviluppare nuovi modelli di business.
- **SERVITIZZAZIONE** - Passare dall'offerta di prodotti alla messa a disposizione di soluzioni atte a risolvere i problemi dei clienti, combinando beni materiali e (servizi) immateriali.

Da queste tre direttrici di sviluppo delle strategie aziendali deriva la visione dell'azienda del futuro, ovvero di un'azienda intelligente e SMART che, anche grazie alla diffusione di nuove soluzioni digitali, riesca ad abbracciare i paradigmi della servitizzazione e dell'economia circolare.



Gli autori della ricerca

Gli autori



Andrea Bacchetti, laureato nel 2006 in Ingegneria Gestionale, dottore di ricerca dal 2010, è membro senior del Laboratorio RISE (Research & Innovation for Smart Enterprises) presso il Dipartimento di Ingegneria Meccanica e Industriale dell'Università degli Studi di Brescia, e presidente della spin-off accademica IQ Consulting. Tra i suoi filoni di ricerca principali, la trasformazione digitale della manifattura e, più recentemente, della filiera agro-alimentare. Al riguardo, dirige dal 2016 l'osservatorio di ricerca Smart AgriFood, iniziativa realizzata in partnership con il Politecnico di Milano.



Massimo Zanardini fa parte del Laboratorio Research and Innovation for Smart Enterprises (RISE) presso il Dipartimento di Ingegneria Meccanica e Industriale della facoltà di Ingegneria dell'Università di Brescia. Si è laureato presso la medesima università a marzo 2012 in Ingegneria Gestionale; ha conseguito nel 2016 il titolo di Ph.D. investigando il livello di conoscenza, diffusione e utilizzo delle nuove tecnologie digitali all'interno delle imprese manifatturiere. Dal 2013 studia le tecnologie di Stampa 3D ed ha supportato diverse imprese manifatturiere nella valutazione di queste tecniche sia da un punto di vista tecnico sia economico.



Marco Perona, laureato in Ingegneria Meccanica presso il Politecnico di Milano nel 1988, è oggi Professore Ordinario di Logistica Industriale presso l'Università degli Studi di Brescia. È inoltre direttore scientifico del Laboratorio RISE e del centro di competenza "Innovazione gestionale e Lean management" del CSMT, contitolare e fondatore di IQ Consulting Srl e presidente di Dantercepies SpA.

Gli autori desiderano inoltre esprimere un sentito ringraziamento ai tesisti dell'Università degli Studi di Brescia Luca Franzoni e Marco Cono, che hanno arricchito, attraverso i propri lavori di tesi, alcune sezioni di questo rapporto.



I partner della ricerca



Main Partner



REGESTA

Regesta è una società di consulenza informatica specializzata nell'implementazione di sistemi gestionali basati sulla piattaforma SAP. All'interno delle tematiche legate all'Industria 4.0, Regesta è in grado di gestire la digitalizzazione dei processi produttivi, la connettività tra dispositivi, l'utilizzo di smart devices a supporto dell'attività lavorativa e la possibilità di estrarre valore dai dati raccolti all'interno e all'esterno della fabbrica (Big Data).



Technology Partner

ADDITIVE MANUFACTURING



INDUSTRIAL INTERNET OF THINGS



Media Partner



Enti Patrocinanti



CONFINDUSTRIA DIGITALE



FEDERMECCANICA



Assinform



Sommario

Prefazione	8
Executive summary	9
Parte I - IL PARADIGMA 4.0... UNA VERA RIVOLUZIONE?	12
L'avvento del paradigma 4.0	13
Impresa 4.0: una leva per il rilancio della manifattura	16
Un mercato (globale) in evoluzione	18
Le tecnologie abilitanti Impresa 4.0	21
Le politiche industriali a favore di Impresa 4.0	36
Parte II - I RISULTATI DELLA RICERCA	43
Metodologia e obiettivi della ricerca	45
Descrizione del campione della ricerca	47
Le aziende italiane e il paradigma 4.0	50
A chi compete in azienda la trasformazione 4.0	54
I pre-requisiti per diventare aziende 4.0	57
Le risposte alle domande della ricerca	61
D1. Quali conoscenze hanno le aziende delle tecnologie abilitanti la trasformazione 4.0?	61
D2. Quanto le stanno impiegando, e come?	65
D3. Che benefici stanno ottenendo?	73
D4. Quali ostacoli stanno incontrando?	80
D5. Di quali competenze necessitano?	84
D6. Quali sono le misure più apprezzate del piano Calenda?	89
Parte III - COME APPROCCIARE LA TRASFORMAZIONE 4.0	92

Prefazione

La diffusione in ambito manifatturiero di nuove tecnologie digitali è un fenomeno a cui negli ultimi mesi sono stati attribuiti nomi altisonanti e definizioni differenti, in funzione della lingua utilizzata e del settore economico considerato: Industry 4.0, Advanced Manufacturing, Smart manufacturing, Quarta rivoluzione industriale...

Questi sono solo alcuni dei termini con cui ormai quotidianamente veniamo bombardati dai media e (più recentemente) dalle istituzioni, che sottintendono un cambiamento radicale nell'operatività delle imprese manifatturiere e, più in ampio, dell'economia. Rimanendo sulla superficie, è difficile comprendere per davvero in cosa si declinino praticamente tali parole. Per noi del Laboratorio Research & Innovation for Smart Enterprises (RISE) dell'Università degli Studi di Brescia, il significato da attribuire è il seguente:

la manifattura si sta trasformando, facendo ricorso sempre più a processi digitali anziché fisici (ad esempio per lo sviluppo del prodotto, l'ingegnerizzazione, la produzione vera e propria, la vendita e la manutenzione), necessari per rispondere a richieste puntuali di ogni singolo cliente. Accanto quindi alle tecnologie tradizionali di produzione e ai conclamati paradigmi organizzativo/gestionali, stanno emergendo nuove tecnologie digitali e conseguentemente nuovi approcci manageriali, in grado di supportare le aziende verso la maggiore flessibilità richiesta dal mercato. Impresa 4.0 significa quindi approfondire il livello di conoscenza e intensificare l'applicazione di questi nuovi strumenti a disposizione delle imprese all'interno dei loro processi e dei loro prodotti, al fine di implementare una vera trasformazione digitale.

Per cercare di mettere ordine e fare un po' di chiarezza circa l'entità e la magnitudo del fenomeno in Italia, abbiamo svolto una prima edizione della ricerca a cavallo del biennio 2014-2015, intitolata The Digital Manufacturing Revolution. Una sintesi dei risultati emersi è stata presentata in un nostro precedente rapporto, ancora disponibile sul nostro sito www.rise.it.

A partire da settembre 2016, ha avuto inizio la raccolta dati per la seconda edizione di questa ricerca, intitolata **Impresa 4.0: la trasformazione digitale della manifattura**. Con questa seconda fotografia, i cui risultati saranno descritti nelle prossime pagine di questo rapporto, andiamo ad aggiornare lo stato dell'arte del fenomeno 4.0 nel nostro paese, cogliendo le direttrici evolutive in corso e evidenziando il cammino di maturazione che le imprese italiane hanno percorso negli ultimi 2 anni.

Grazie all'adozione della medesima metodologia, all'impiego di costrutti fondati sulle stesse logiche della survey 2014-15, potremo raccontare al lettore come le aziende italiane stanno concretamente approcciando il paradigma 4.0, cogliendo similitudini e elementi di differenza tra lo scenario pre e post piano Industria 4.0 del governo Italiano.

Non ci rimane che augurarvi una buona lettura...

Andrea Bacchetti
Massimo Zanardini
Marco Perona

Executive summary

Quanto sono pronte le imprese Italiane ad abbracciare concretamente la rivoluzione 4.0? A questa domanda principale e ad una serie di quesiti di maggiore dettaglio abbiamo provato a dare risposta con la seconda edizione della ricerca targata RISE – Università degli Studi di Brescia, che ha coinvolto 105 aziende manifatturiere, eterogenee sia in termini di dimensioni, sia in termini di comparti industriali.

In estrema sintesi, emerge che circa la metà del campione di indagine, i cosiddetti RITARDATARI, è ancora lontana anche solo dall'intraprendere un percorso verso la trasformazione 4.0. Circa il 10% delle imprese, i PRATICONI, si è invece già lanciato in progetti implementativi dichiarando di non avere piena consapevolezza del background teorico (che dovrebbe supportare e rinforzare le applicazioni); in questo cluster ci sono quelle imprese che pur di godere dei benefici fiscali del piano Calenda si sono lanciate in progetti innovativi, mirando a rinforzare le competenze in corso d'opera. Il restante 40% del campione è invece composto da imprese che stanno per davvero abbracciando la quarta rivoluzione industriale, ovviamente con livelli di maturazione e intensità tecnologica differenti, dai FOCALIZZATI (32%), che lavorano su relativamente poche aree tecnologiche considerate rilevanti, ai POLIVALENTI (3%), che sono interessati ad approfondire tutte le tecnologie abilitanti, anche se non necessariamente rilevanti per il business attuale, fino alle STELLE (5%), a tutti gli effetti già oggi delle imprese 4.0.

Coerentemente con questa clusterizzazione del campione, circa il 50% delle imprese non dispone di alcuna figura che si faccia carico di gestire il processo di trasformazione digitale, quantomeno non in modo formalizzato. Nell'altra metà del campione emerge un elemento di significativo interesse, legato al fatto che è direttamente il vertice aziendale guidare la transizione verso il paradigma 4.0, a dimostrazione del valore strategico attribuito al fenomeno.

Più nel dettaglio, nel seguito sono riportate le risposte sintetiche ai quesiti della ricerca.



D1 Quali conoscenze hanno le aziende delle tecnologie abilitanti la trasformazione 4.0?

Le aziende hanno una conoscenza ancora limitata delle tecnologie digitali abilitanti il paradigma 4.0. L'Industrial Internet of Things è l'unica tecnologia nota a più della metà del campione (64%), mentre le altre risultano avere una minore penetrazione. Rispetto alla prima edizione della ricerca, sale al 73% la percentuale delle imprese che dichiara di conoscere almeno una tecnologia; una crescita decisamente inferiore alle attese, a dimostrazione del fatto che esiste una quota di imprese che si auto-esclude dal fenomeno, o per motivi dimensionali o, peggio, culturali.



D2. Quanto le stanno impiegando, e come?

Il 49% delle aziende ha svolto / sta svolgendo progetti di miglioramento volti ad implementare almeno una delle tecnologie investigate (+19% rispetto alla prima edizione della ricerca). La Stampa 3D è quella maggiormente impiegata (anche se paradossalmente non è quella più conosciuta), seguita dall'Industrial Internet of Things. Una quota parte non irrilevante del campione (20%, +5% rispetto alla prima edizione della ricerca) ha comunque in corso delle attività di studio preliminare di alcune tecnologie abilitanti, che si concretizzeranno nei prossimi mesi (anche per non perdere il treno degli incentivi fiscali del piano Calenda). In termini di coinvolgimento funzionale, le aree più coinvolte risultano essere

Ricerca&Sviluppo, Produzione, Sistemi informativi (funzione abilitante la trasformazione 4.0) e, non ultima, direttamente la Direzione aziendale (sponsor e governance del cambiamento).



D3. Che benefici stanno ottenendo?

Grazie alla trasformazione digitale abilitata dalle tecnologie, le aziende ritengono di poter migliorare in primis la **qualità dei prodotti, ricercando comunque un contenimento dei costi e livelli di servizio sempre più elevati**. È quindi evidente la volontà delle imprese di raggiungere il 4.0 superando il classico trade-off costi-ricavi, aumentando cioè le vendite e quindi il fatturato, garantendo però tempi di risposta sempre più brevi e riuscendo a ridurre i costi, aumentando conseguentemente la marginalità.



D4. Quali ostacoli stanno incontrando?

Il fattore ostativo principale alla diffusione del paradigma 4.0 sembra essere, sorprendentemente, la non ancora piena **maturità delle tecnologie** abilitanti. Tale risultato è in realtà coerente con la dichiarata limitata conoscenza delle tecnologie (quesito D1.), che in realtà in molte altre aziende hanno al contrario già dimostrato di essere impiegabili con successo. Secondo fattore ostativo, a nostro avviso assolutamente quello più rilevante, risulta essere **l'assenza di competenze interne e la contemporanea difficoltà a reperirle sul mercato**. Solo il 14% del campione dichiara come ostacolo significativo l'**entità dell'investimento richiesto** (presumibilmente anche in relazione alla volontà di godere delle agevolazioni proposte dal piano Calenda).



D5. Di quali competenze necessitano?

In media, solo una azienda su sei ritiene di avere già in casa le competenze necessarie per lo svolgimento di progetti 4.0; il quadro migliora lievemente guardando alle sole tecnologie più note (ed impiegate) quali Industrial Internet of Things, Additive manufacturing e Big Data. Più nello specifico, le aziende ricercano con maggiore enfasi competenze e figure professionali di estrazione tecnica, in grado di avviare ed impiegare nel tempo le nuove tecnologie digitali; minore rilevanza viene invece assegnata a figure di natura manageriale/gestionale, come il **Chief Digital Officer** o il **Digital Strategist**, considerate non fondamentali, almeno nel breve periodo.



D6. Quali sono le misure più apprezzate del piano Calenda?

Come ci si poteva attendere, tra le misure proposte dal piano Calenda, la parte del leone è assegnata alle **agevolazioni fiscali relative all'acquisto o al rinnovo di impianti / macchinari / attrezzature (iper ammortamento)**. A seguire, l'analoga agevolazione a favore dei software (super ammortamento). Distaccato, ma ancora di significativo interesse, il credito di imposta (potenziato) per le attività di ricerca e sviluppo, spesso propedeutiche agli investimenti in tecnologia di cui sopra. Tutte le altre misure previste risultano mediamente o non note o comunque di ridotto interesse.



Non esiste vento favorevole per il marinaio che non sa dove andare

Lucio Anneo Seneca

IL PARADIGMA 4.0... UNA VERA RIVOLUZIONE?



La complessità e la dinamicità dello scenario competitivo globale è aumentata esponenzialmente nel corso degli ultimi anni. Le principali cause di questo cambiamento sono da ricercarsi nella globalizzazione dei mercati e nella diffusione di nuove strategie e paradigmi produttivi fortemente orientati a:

- **flessibilità** (vedasi la transizione in atto dalla produzione di massa verso la personalizzazione di massa), attraverso la quale le aziende possono rispondere a richieste specifiche e dinamiche da parte di una clientela sempre esigente;
- **servitizzazione**, ovvero la creazione di nuovi modelli di business grazie ai quali offrire soluzioni, cioè prodotti fisici e servizi sempre più integrati e ad alto valore aggiunto.

Le aziende leader, per rimanere competitive e mantenere le loro quote di mercato, oltre ad aver sviluppato e adottato queste strategie, hanno saputo abbracciare nuove tecnologie digitali ritenute da molti esperti la chiave di successo (e d'accesso) a questo nuovo scenario competitivo. Le nuove tecnologie abilitano un accesso istantaneo ai dati e una manipolazione in tempo reale degli stessi, consentendo di prendere le decisioni in tempo (quasi) reale e riformulare le strategie aziendali sulla base delle richieste del mercato. Oltre agli impatti inerenti il trattamento delle informazioni, alcune di queste tecnologie abilitano impatti diretti sui processi primari di trasformazione della materia, modificando le funzionalità dei prodotti, riducendo i tempi di produzione e di prototipazione, garantendo un time-to-market minore, con un conseguente vantaggio competitivo. Impatti, quindi, potenzialmente a 360 gradi, che coinvolgono **i prodotti, i processi** ed infine anche (e soprattutto) **i modelli di business**.

Tutto questo si sintetizza nel paradigma dell'Impresa 4.0, attraverso il quale le aziende possono coniugare alti livelli di efficienza operativa e soddisfazione del cliente, senza però dover rinunciare alla flessibilità e alla capacità di adattare velocemente le proprie attività in funzione di una domanda sempre più personalizzata.

Le tecnologie abilitanti tale trasformazione hanno impatti su tutta la catena del valore, dalla progettazione dei nuovi prodotti sino alla loro promozione e commercializzazione sul mercato. Non a caso tutte le più grandi economie mondiali hanno predisposto / stanno mettendo a punto dei piani industriali strutturati, aventi l'obiettivo specifico di supportare la diffusione di questo nuovo paradigma, considerato da molti come la leva più importante per il rilancio della manifattura nei paesi industrializzati. Interessante in questo senso comprendere la direzione scelta dall'Italia, le cui peculiarità industriali sono ovviamente molto diverse da Germania e Stati Uniti, giusto per citare due paesi fortemente industrializzati che si sono mossi decisamente in anticipo, creando, gioco forza, dei modelli a cui ispirarsi.



L'avvento del paradigma 4.0

- “Industria 4.0 è il termine che più frequentemente di altri (smart manufacturing, industria del futuro, industria digitale, manifattura avanzata, industria intelligente, etc...) viene utilizzato per indicare una serie di rapide trasformazioni tecnologiche nella progettazione, produzione e distribuzione di sistemi e prodotti. In particolare, descrive l'organizzazione di processi produttivi basati sulla tecnologia e su dispositivi che comunicano tra di loro.” [Camera dei deputati, 2016.]
- “Il termine Industria 4.0 indica una tendenza dell'automazione industriale che integra alcune nuove tecnologie produttive per migliorare le condizioni di lavoro ed aumentare la produttività e la qualità produttiva degli impianti.” [Wikipedia]
- “Rivoluzione tecnologica che si manifesta in molteplici forme ma ha nella possibilità di connettere gli oggetti tra loro (IoT), nella raccolta di enormi masse di dati in tempo reale (Big Data), nei processi di estrazione di informazione anche automatica da tali dati (data analytics) le principali premesse tecnologiche.” [Federmeccanica, 2016]

Il termine “Industry 4.0” è stato coniato per la prima volta nel 2011, quando fu utilizzato per la prima volta in Germania per descrivere un programma di incentivi per l'innovazione digitale. Secondo questa visione, si tratterebbe cioè della “quarta rivoluzione industriale”:

- La *prima* ebbe inizio nella seconda metà del 1700 in Inghilterra con l'avvento della macchina a vapore che permise di disporre di una maggiore quantità di energia a sostituzione della fatica dell'uomo, con il conseguente aumento della produzione nei settori tessile (telaio meccanico) e metallurgico e la creazione dei primi agglomerati manifatturieri; questa rivoluzione riguardò principalmente questi due settori mentre la seconda, risalente a metà del XIX secolo, comportò profondi cambiamenti all'interno dei sistemi produttivi, andando di conseguenza ad interessare tutti i settori, anche se quello chimico e quello metallurgico furono caratterizzati dal maggiore aumento di produttività.
- La *seconda* rivoluzione ha come invenzioni di riferimento prima, il motore a scoppio e, successivamente, l'utilizzo intensivo dell'elettricità che, oltre a consentire lo sviluppo di mezzi di trasporto nuovi e più veloci, portarono alla nascita, ad opera di Henry Ford e della sua catena di montaggio, di un nuovo modello di produzione: la produzione di massa.
- A partire dal secondo dopoguerra si assiste a grossi cambiamenti, sia a livello energetico che tecnologico, che oggi vengono considerati la *terza* rivoluzione industriale: dal punto di vista energetico, si riscontra l'utilizzo dell'energia atomica e l'interessamento nei confronti delle energie rinnovabili mentre, per quanto riguarda quello tecnologico, si ha lo sviluppo delle tecnologie dell'informazione e della comunicazione (ICT), con un ruolo centrale dato all'informazione (Figura 3). A livello produttivo queste tecnologie hanno permesso, grazie all'utilizzo dei computer e l'introduzione dei macchinari a controllo numerico (CNC), di proseguire col processo di automazione iniziato con Ford nella seconda rivoluzione industriale.

Con Industria 4.0 si ha la continuazione della terza rivoluzione poiché ci si trova davanti ad un'evoluzione ulteriore nel mondo delle tecnologie ICT applicate nei reparti e lungo la catena del valore delle aziende. Tale evoluzione è guidata in primis dalla diffusione di internet, che permette di condividere dati, informazioni e sistemi di produzione, sia all'interno del singolo sistema sia tra più sistemi interconnessi. Le fondamenta di Industria 4.0 sono proprio questi nuovi concetti di connessione, condivisione ed interscambio di oggetti, macchinari, prodotti, persone in modo intelligente e ottimizzato,

così da poter garantire un coordinamento pressoché istantaneo ed ottimale di tutte le risorse che concorrono alla creazione di valore in un'azienda. Nascono così i cosiddetti sistemi cyber-fisici.

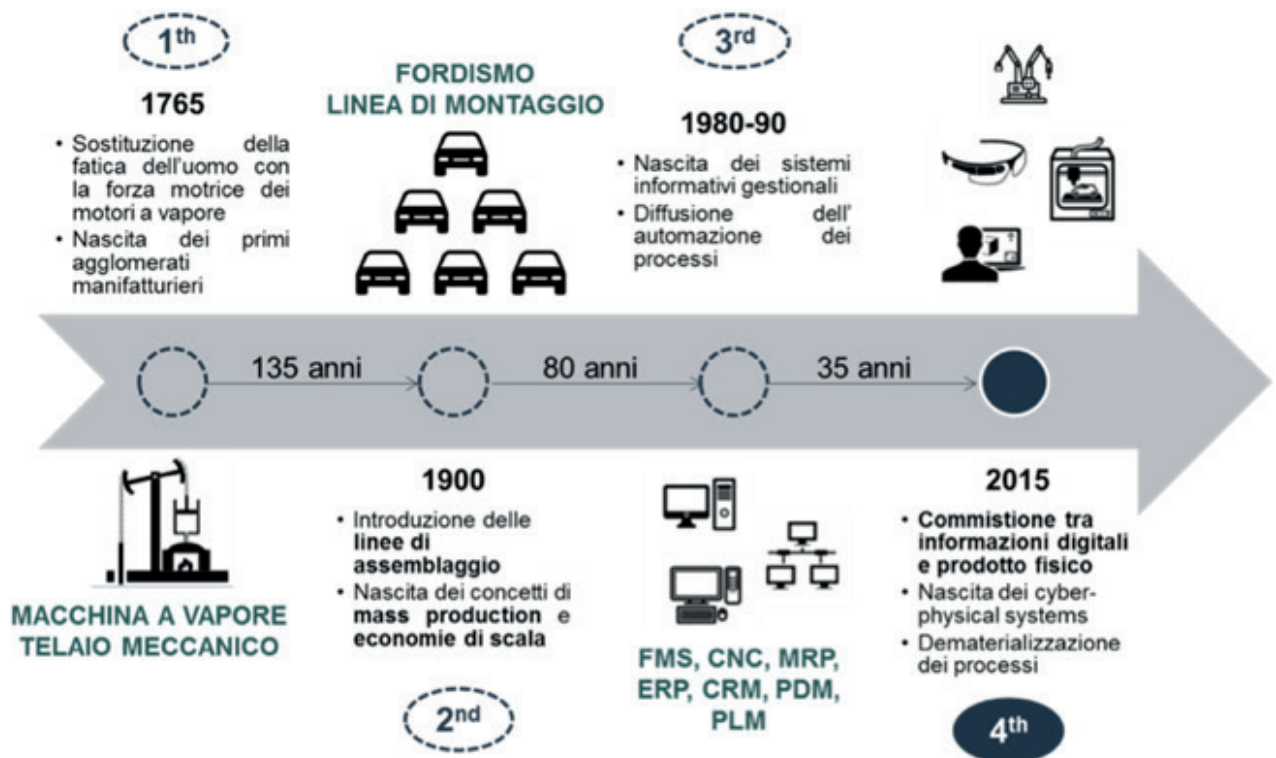


Figura 1 - Perché si parla di Industria "4.0"

Sarebbe però riduttivo ricondurre Industria 4.0, usando il termine riconosciuto anche dalla Camera dei Deputati (2016) Italiana, ad una rivoluzione puramente tecnologica al pari delle precedenti. Quella che stiamo vivendo in questi anni, ha alcune differenze significative rispetto alle altre rivoluzioni industriali, che devono essere sottolineate per poterle comprendere appieno le modalità con cui si sta diffondendo all'interno del contesto produttivo globale:

- **Non vi è una specifica tecnologia a farla da padrone.** Nella prima rivoluzione nel XIX secolo è stato l'avvento del vapore in sostituzione della fatica dell'uomo a creare un salto quantico rispetto al passato, mentre nella seconda l'introduzione del concetto di linea di assemblaggio per la produzione di massa ha stravolto i paradigmi industriali dell'epoca. La rivoluzione attualmente in corso si caratterizza invece per l'affiancamento alle tecnologie tradizionali di diverse tecnologie digitali (il piano nazionale ne individua 9) che in piccola o larga parte possono impattare specifici processi aziendali, la cui azione sinergica e contemporanea può generare un cambiamento radicale nel modello di business delle aziende
- Sempre maggiori sono le evidenze di come **sia necessario un cambiamento nel modello organizzativo-gestionale** delle imprese per poter sfruttare a pieno tutto il potenziale di queste nuove tecnologie digitali, dotandosi di figure e competenze dedicate.

- È estremamente rapida e insensibile, generando gap enormi tra chi agisce e chi attende¹;
- Non esclude a priori le aziende di nessuna specifica fascia dimensionale e settore industriale²;

Ciò che abbastanza chiaramente emerge dalle tre definizioni di cui sopra, è l'eterogeneità delle componenti di questa quarta rivoluzione industriale. Appare altresì evidente come il tema sia spesso affrontato in modo incompleto, trattando separatamente le singole componenti del fenomeno, senza coglierne le interazioni e le sinergie. In particolare, troppo spesso si dà un peso eccessivo alla sola trasformazione tecnologica, tralasciando in toto (o in parte) le implicazioni organizzativo-gestionali. Sebbene questa rivoluzione parta dalla fabbrica e dai reparti produttivi (grazie alla sensorizzazione diffusa di tutti i macchinari e dei prodotti, all'impiego di sistemi di produzione additivi, all'utilizzo di *wearable* per guidare e monitorare l'operatore durante le sue attività, ...), gli impatti risulteranno tutta la catena organizzativa e decisionale:

- Cambierà infatti il modo con cui le aziende dovranno rapportarsi verso i propri clienti, che sempre più spesso non saranno solo coloro che “ripagheranno” l'intera filiera produttiva per il lavoro svolto, ma diventeranno un vero e proprio attore attivo sin dalla fase di progettazione del prodotto/servizio, completamente personalizzato sulle sue specifiche esigenze;
- Cambierà il modo con cui le aziende gestiranno i rapporti con i propri fornitori, i quali diventeranno, in un'ottica di piena integrazione della filiera, dei veri e propri partner, che potranno accedere trasparentemente a informazioni e sistemi produttivi;
- Cambierà il modo con cui le aziende prenderanno le decisioni. Non più e non solo tramite analisi delle serie storiche, con una visione retrospettiva avente l'obiettivo di individuare le cause ed elaborare diagnosi di eventi passati, ma sempre più in ottica prospettica, potendo elaborare simulazioni relative a:
 - “Cosa succederà se facessi una certa azione?” (analisi *predittiva*)
 - “Quali azioni alternative sono disponibili, e quali possono essere i risultati per ognuna di queste?” (analisi *prescrittiva*).

Alla luce dello scenario descritto e della globalità dei fattori di cambiamento, riteniamo più opportuno parlare di *Impresa 4.0*, piuttosto che di “sola” Industria.

¹ - Esempio di Kodak descritto nel nostro precedente rapporto *The Digital Manufacturing Revolution* (2015)

² - Dati RISE, *The Digital Manufacturing Revolution* (2015)



Figura 2 - Impresa 4.0: una trasformazione non solo tecnologica



Impresa 4.0: una leva per il rilancio della manifattura

Puntare sulla manifattura è oggi ancora fondamentale, anche per paesi industrializzati come quelli europei, che nel corso degli ultimi 20 anni hanno visto aumentare il peso del settore dei servizi, anche per via della concorrenza feroce di paesi del *far-east* a basso costo della manodopera, che hanno inesorabilmente guadagnato quote di mercato in svariati comparti industriali.

Per comprendere le ragioni per cui sia di assoluta rilevanza rilanciare il settore manifatturiero, ancora debole e instabile dopo parecchi anni di crisi globale, è necessario evidenziare qualche numero che possa illustrare il peso attuale e il trend con cui le attività manifatturiere sono evolute negli ultimi anni.

In pillole, possiamo così dipingere il quadro della manifattura europea³:

- genera un fatturato di oltre 7.000 miliardi di euro;
- pesa per il 15,5% del valore aggiunto totale dell'UE;
- acquista beni e servizi per oltre 5.400 miliardi di euro all'anno;
- occupa il 14,2% della forza lavoro;
- genera il 74,6% delle esportazioni;

3 - The European House - Ambrosetti su dati Commissione Europea e Parlamento Europeo, AMECO e EUROSTAT, 2016

- assorbe il 65% degli investimenti privati in Ricerca e Sviluppo;
- il 60% dei posti di lavoro nel settore dei servizi nell'UE è legato e dipende dalla manifattura;
- contribuisce al 65% della produttività in Europa.

Oltre ai numeri assoluti appena esposti, che descrivono il peso e la rilevanza del settore manifatturiero per l'economia europea, è fondamentale l'analisi del trend a cui è stato soggetto negli ultimi anni. Complessivamente, secondo i dati della World Bank, nel 2015 il manifatturiero ha inciso per circa il 15% sul PIL globale, a fronte del 20% circa del 2000. Tale fenomeno ha caratterizzato tutte le principali economie industrializzate, tra cui certamente anche la manifattura europea che ha visto decrescere il contributo della propria manifattura dal 19% del 2000 al 15% del 2015. Tale decrescita, sebbene enfatizzata dalla crisi economico-finanziaria del 2008, non deve essere considerata un prodotto della crisi medesima, essendo iniziato molto tempo prima. Altro elemento di interesse per le economie europee è il valore aggiunto generato dalle attività manifatturiere: secondo dati Ambrosetti, tra il 2000 e il 2014 esso è cresciuto solo del 20,6% contro il 34,0% di quello statunitense. Sempre secondo dati Ambrosetti, la produttività del lavoro della manifattura UE è cresciuta del 2,1%/anno tra il 2000 e il 2014, quella USA del 3,2%.

Anche in Italia il settore manifatturiero sta vivendo dinamiche simili:

- il peso della manifattura è pari al 16% nel 2015, a fronte di un valore prossimo al 20% nel 2000. La sola lettura di questo dato potrebbe però generare qualche confusione, essendo una quota significativa ma non stravolgente. È quindi fondamentale rilevare non solo il valore derivante da ciò che la manifattura direttamente realizza e produce, bensì il valore complessivamente generato considerando anche quei settori non manifatturieri, ma direttamente riconducibili ad esso. Così facendo, **si supera il 50% del PIL**.
- Rispetto a paesi come Germania, Francia e USA in cui la produttività del lavoro (*Apparent Labour Productivity*) è cresciuta dagli inizi degli anni 2000 di un fattore compreso tra il 5% e il 15%, in Italia è rimasta sostanzialmente invariata.

Le ragioni di questa perdita di competitività vanno ricercate nell'assenza di misure specifiche volte a favorire lo sviluppo e a promuovere gli investimenti nel settore manifatturiero. Non è un caso che gli investimenti in macchinari e attrezzature nell'ultimo lustro si siano ridotti di circa il 5% rispetto a quello precedente, a fronte di investimenti in crescita (seppur moderata) in altri paesi quali Germania, Francia e Spagna⁴. Inoltre, secondo dati UCIMU, il 20% del parco macchine installato ha più di 20 anni di anzianità ed il 79% non risulta avere una piena integrazione informatica.

A fronte quindi di una rilevanza molto significativa delle attività manifatturiere sull'economia del nostro paese, appare fortemente auspicabile rilanciare la manifattura con una serie di misure che possano riportare i livelli di competitività delle aziende italiane in linea con quelli dei principali concorrenti esteri. Rilanciare la crescita del settore manifatturiero è diventata quindi una priorità di quasi tutti i paesi industrializzati e la leva sembra essere una sola: Industria 4.0.

In altre parole, occorre ripensare e riprogettare il settore manifatturiero grazie alla diffusione di nuove tecnologie digitali,

in grado di abilitare una connessione diffusa di prodotti, processi, macchinari, attrezzature e operatori umani, con lo specifico obiettivo di coordinare e gestire i flussi produttivi in modo che possano adattarsi sempre più alle esigenze dei singoli consumatori, riducendo gli sprechi e aumentando la sostenibilità.

“Industry 4.0 può essere la soluzione e la via da intraprendere per tornare competitivi a livello mondiale: ecco perché gli Stati e le aziende devono farsi trovare pronti per accogliere i cambiamenti radicali che riguardano i modelli di business, di produzione e di organizzazione del lavoro”⁵.



Un mercato (globale) in evoluzione

Il paradigma 4.0 si inserisce in un contesto competitivo fortemente mutevole, in cui nuovi attori e nuovi trend di mercato si alternano con velocità crescenti. Saper interpretare o addirittura anticipare queste direttrici di sviluppo è indispensabile per la sopravvivenza e la prosperità delle aziende manifatturiere. Ma quali sono esattamente queste **direttrici**?

Personalizzazione di massa

Un primo elemento su cui porre l'attenzione è l'andamento della domanda globale di prodotti. Le aziende sempre di più si trovano (e troveranno) a competere all'interno di mercati stazionari o addirittura in recessione. In primo luogo, la domanda commerciale sarà sempre più **frammentata**, in quanto il cliente vorrà sempre di più personalizzare il prodotto / la soluzione da acquistare, portando la domanda ad essere più difficilmente prevedibile rispetto al passato. Oggigiorno, grazie alle nuove tecnologie digitali, le imprese possono superare il classico trade-off tra “quantità” e “costo di produzione”, potendo svincolarsi dalla relazione tale per cui al crescere della dimensione dei lotti di produzione si riduce il costo unitario di realizzazione. Sfruttando alcune delle tecnologie digitali disponibili, come per esempio la manifattura additiva, le imprese possono assecondare pienamente le richieste di personalizzazione dei prodotti, mantenendo allo stesso tempo livelli di efficienza elevati e quindi costi contenuti. Se fino a qualche anno fa, le aziende rispondevano a queste esigenze di differenziazione dei prodotti esclusivamente (o quasi) tramite la leva della modularità, oggi possono sfruttare (anche) le tecnologie del paradigma 4.0.

È il ben noto concetto della “coda lunga” di Chris Anderson⁶, che prima di tutti ha saputo cogliere e spiegare il fatto che la manifattura del futuro non consisterà tanto nel produrre pochi prodotti in elevate quantità (area a sinistra della Figura 3), bensì nella capacità produrre e commercializzare gamme sempre più ampie di articoli, ciascuno caratterizzato da una domanda relativamente ridotta (area a destra della Figura 3).

5 - The European House - Ambrosetti

6 - The Long Tail: Why the Future of Business is Selling Less of More - Chris Anderson - 2006

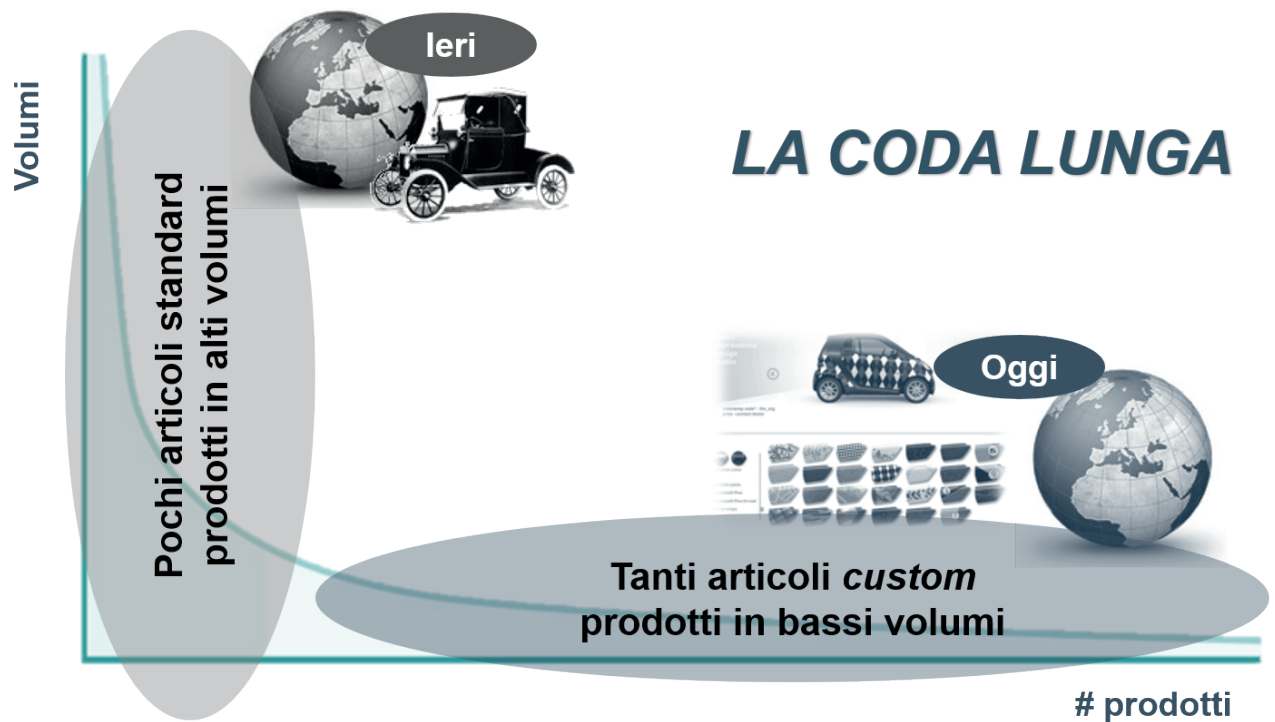


Figura 3 – Rappresentazione grafica della “Coda Lunga” di Chris Anderson

Servitizzazione dell’offerta

Negli ultimi anni si è assistito alla modifica della concezione del termine **“servizio”**. La scuola di pensiero più tradizionale definisce “servizio” il bene immateriale di cui si usufruisce, mentre il prodotto è tutto ciò che è materiale e che un cliente può possedere. La scuola di pensiero più innovativa invece, discrimina ciò che è prodotto da ciò che è servizio utilizzando un’altra variabile, ovvero la **natura dello scambio** e quindi dell’interazione tra fornitore e cliente. Ne deriva che **servizio** è il processo di impiego di competenze per co-creare valore d’uso, mentre **prodotto** è il bene che genera valore attraverso il suo valore di scambio. In particolare quindi, quando vi è un’interazione cliente-fornitore atta a creare valore nel prodotto (come nella definizione di specifiche funzionali), si può parlare di servizio. La Figura 4 di seguito ben rappresenta questa dicotomia: la visione verticale rappresenta la visione tradizionale del servizio, quella orizzontale la visione più moderna.

		Natura del bene	
		Materiale	Immateriale
Natura dello scambio	Senza interazione	BENE MATERIALE STANDARD Spaghetti, lampadina, lavatrice; abito confezionato, pasto in mensa, ..	BENE IMMATERIALE STANDARD Analisi del sangue; polizza RC auto; conto bancario, quotidiano, ..
	Con interazione	BENE MATERIALE PERSONALIZZATO O CONFIGURATO Automobile; abito su misura; macchina utensile; pasto al ristorante, ..	BENE IMMATERIALE PERSONALIZZATO O CONFIGURATO Consulenza legale; progetto architettonico; ritratto; terapia medica; ..

Figura 4 – Concetto di servizio (adattato da: Sampson et al. 2006)⁷

Questa nuova concezione trasforma il concetto di servizio, non più visto come “male necessario”, bensì come entità posta al centro dell’offerta, con l’obiettivo di soddisfare e supportare le crescenti esigenze dei clienti. L’attuazione di questa strategia, nota come **servitizzazione**, si manifesta oggi anche grazie al supporto di potenti strumenti informativi, in servizi efficaci ed efficienti attraverso il lungo ciclo di vita dei prodotti e in alcuni casi in modelli di business innovativi in cui ciò che viene venduto non è più il bene tangibile, bensì il servizio ad esso associato (es. disponibilità, ore di funzionamento, contratti pay-per-x ...). In questo nuovo paradigma l’attenzione non è più esclusivamente posta sull’acquisto del bene, bensì sul valore d’uso del prodotto. Sebbene Henry Ford già nel 1908 avesse colto i primi segnali di questo fenomeno (“un’azienda che sia devota ai servizi avrà un unico problema in termini di profitti. Saranno estremamente elevati.”), ci è voluto un secolo prima di arrivare ad una capillare diffusione industriale, con imprese (es. Rolls Royce, CGT, Xerox⁸) che sono riuscite a creare un vantaggio competitivo importante, modificando in modo sostanziale il proprio modello di business.. In Europa i “servizi” rappresentano oggi circa il 12% del PIL e occupano circa il 12% della forza lavoro. Di conseguenza, anche molte aziende manifatturiere negli ultimi anni hanno riconfigurato il proprio modello organizzativo per estendere/ integrare il proprio business con un’ampia e strutturata offerta di servizi. Trasformare i servizi da opportunità a reale fonte di business, rappresenta quindi oggi una necessità ed anche una sfida alla quale le aziende che vogliono mantenere una posizione di leadership nel mercato, non possono sottrarsi. Sempre più aziende puntano sul concetto di “soluzione”, aumentando varietà e qualità dei servizi collegati al prodotto tangibile: in questo modo le aziende migrano da un business di “puro prodotto” ad un “sistema prodotto-servizio”. I benefici per le aziende che intraprendono un percorso strutturato di servitizzazione, discussi in letteratura scientifica e visibili in numerosi casi di successo (es. Rolls Royce, IBM, Xerox, CAT, ...), sono essenzialmente riconducibili a una maggiore resistenza ai cicli economici e, soprattutto, a una maggiore redditività rispetto alla vendita dei prodotti.

7 - Sampson, Scott E., and Craig M. Froehle. “Foundations and implications of a proposed unified services theory.” *Production and Operations Management* 15.2 (2006): 329-343.

8 - L’orientamento al servizio dei modelli di business nei settori del machinery e dell’automation – Sistemi & Impresa – Luglio/Agosto 2014



Le tecnologie abilitanti Impresa 4.0

Una delle componenti chiave del paradigma Impresa 4.0, ma non l'unica come già sottolineato, è quella tecnologica, nella quale confluiscono le diverse tecnologie digitali, caratterizzate da un differente tasso di maturazione e sviluppo, che abilitano i cyber-physical system. Ma quali sono queste tecnologie?

Le fonti da cui poter attingere per l'identificazione di quali siano le aree tecnologiche di interesse per questa seconda edizione della ricerca sono diverse e molto varie: contributi di natura tecnico-divulgativa (Hype Cycle di Gartner, Trend Radar di DHL, articoli vari di McKinsey e BCG, ...), articoli scientifici (in forte crescita negli ultimi anni) e, non ultimi, decreti legislativi dei vari paesi attivi sul tema.

Le tecnologie citate da queste fonti sono molto differenti ed eterogenee tra loro. Solo per citare un esempio, Stampa 3D & Realtà aumentata, seppure venute alla ribalta negli ultimi tempi, sono tecnologie nate 20-30 anni fa, mentre i sistemi di Robotica Collaborativa e Cloud Manufacturing (Advanced Manufacturing Solutions) sono effettivamente innovazioni molto recenti.

La selezione di **quali tecnologie fossero da includere in questa seconda edizione della ricerca ha preso in considerazione sia lo stato attuale di diffusione, sia le prospettive di crescita**. Da questa cernita, sono emerse 6 “aree tecnologiche”, in parte già considerate nella prima edizione della ricerca e in parte no: **Additive Manufacturing** (Stampa 3D), **Industrial Internet of Things** (Internet delle cose), **Big Data & Advanced Analytics**, **Augmented & Virtual Reality** (Realtà aumentate e virtuale), **Collaborative Robotics** (Robotica collaborativa) e **Cloud Manufacturing**.

Tabella 1 - Tecnologie considerate nelle due edizioni della ricerca

AREE TECNOLOGICHE	
Edizione 2014-2015	Edizione 2016-2017
1. Additive Manufacturing (Stampa 3D)	1. Additive Manufacturing (Stampa 3D)
2. Internet of Things	2. Internet of Things
3. Augmented Reality	3. Augmented & Virtual Reality
4. Virtual Reality	4. Big data & Advanced analytics
5. Social Manufacturing	5. Cloud Manufacturing
6. Nanotechnology	6. Collaborative Robotics
7. Artificial Intelligence & Robotics	

Nanotecnologie e Intelligenza Artificiale sono state sfilate dalla lista delle tecnologie considerate in questa seconda edizione, in virtù delle applicazioni marginali misurate durante la prima edizione della ricerca e dei trend di sviluppo ancora non completamente chiari. Sono state invece raggruppate in un'unica area tecnologica la realtà aumentata e quella virtuale, considerando come le recenti innovazioni stiano portando effettivamente ad una significativa integrazione di queste tecnologie. Infine, in questa seconda edizione rientrano prepotentemente i sistemi di analytics avanzati in

grado di poter gestire, trattare e analizzare le moli dati (Big Data) raccolte dal campo (grazie alla sensorizzazione e interconnessione di processi e di prodotti), essenzialmente tramite il paradigma dell'internet delle cose.

Di seguito, per ognuna delle 6 tecnologie prese in considerazione in questa seconda edizione della ricerca, verrà proposta una breve scheda illustrativa (una sorta di carta d'identità utile in particolare per i non addetti ai lavori), con l'obiettivo di enunciarne le principali peculiarità, descriverne gli ambiti applicativi ed i benefici / limiti attuali.



Additive Manufacturing

La stampa 3D è o manifattura additiva, che dir si voglia, è indubbiamente uno dei motori del paradigma “Industria 4.0”, vista la sua capacità di stravolgere i tradizionali modelli produttivi. Si tratta di una vera e propria rivoluzione, visto che la produzione non avviene più per asportazione di materiale dal pieno, bensì si parte da un modello 3D (virtuale) e poi si “stampa” strato dopo strato, all'incirca come accade nelle comunissime stampanti ad inchiostro che abbiamo in casa o in ufficio, senza (o quasi) necessità di attrezzature specifiche (ad esempio stampi) oppure utensili di lavorazione.

Due gli elementi peculiari di tutte le tecnologie (già, perché non ce n'è solo una!) di stampa 3D: in primis la possibilità di realizzare, in un unico processo di stampa, oggetti che tradizionalmente sono realizzati in diversi componenti singoli, poi assemblati; in secondo luogo, il passaggio diretto dalla fase di design a quella di produzione, eliminando i passaggi intermedi di realizzazione di utensili e stampi. Ne consegue convenienza economica per lotti di produzione di medio-piccola quantità, in particolare di oggetti complessi e/o soggetti a richieste di personalizzazione da parte dei clienti.

Sebbene tale tecnologia sia “sotto i riflettori” solo da qualche anno, il primo brevetto risale addirittura alla metà degli anni 80! Di fatto, c'è stato bisogno di un processo di “incubazione” di quasi 30 anni affinché la stampa 3D divenisse tecnicamente ed economicamente valida per applicazioni di interesse anche nell'industria.

Benefici

- Riduzione dei tempi di prototipazione, produzione, time to test e time to market
- Realizzare forme e geometrie non possibili con tecnologie tradizionali
- Realizzare economicamente prodotti unici
- Realizzare direttamente prodotti finiti senza operazioni di finitura
- Vendita del modello 3D invece del prodotto fisico
- Riduzione del materiale di scarto / materia prima in input
- Riduzione dei consumi: processo additivo meno energivoro rispetto alle tecniche tradizionali

Limiti

- Limite dimensionale dei pezzi da realizzare in funzione della dimensione della stampante (e della velocità di stampa)
- Elevato costo dei materiali e delle stampanti
- Limitate possibilità di utilizzare differenti materiali nello stesso processo di stampaggio



Pillole dal campo

Senza entrare troppo nel tecnico, sono 4 i principali ambiti applicativi industriali della stampa 3D:

Prototipazione rapida

La produzione di prototipi tramite tecniche additive permette di testare differenti modelli e versioni di un componente, ottenendo feedback (estetici e/o funzionali) immediati per migliorare il progetto. Tra le aziende bresciane che fanno ricorso alla tecnologia per questi scopi, segnaliamo **Beretta Fabbrica D'Armi, Officine Meccaniche Rezzatesi, Fondital, GIVI.**

Produzione indiretta

La produzione indiretta si riferisce alla realizzazione tramite tecniche additive di strumentazione necessaria per la produzione dei prodotti. Per intenderci: stampi, posaggi e centraggi da impiegare per esempio per supportare l'assemblaggio ed i controlli qualità di valvole, rubinetti e consimili.

Produzione diretta

La produzione diretta consiste nella realizzazione additiva di prodotti (o parti di essi) finiti, impiegabili in esercizio. Con quali benefici rispetto ai metodi tradizionali? Spesso per ottenere caratteristiche meccaniche superiori, grazie a materiali differenti e/o forme / geometrie complesse non realizzabili con le tecniche consolidate. Gli impieghi più interessanti provengono oggi dall'aerospaziale e dall'automotive, in cui l'opportunità di produrre componenti con cavità all'interno, assicura riduzioni di peso che aumentano le prestazioni e/o riducono i consumi del mezzo.

Parti di ricambio

Trattasi di una naturale evoluzione della produzione diretta di cui sopra, in cui le tecniche additive sono impiegate per realizzare componenti destinati al post-vendita delle macchine / impianti. Il vantaggio principale risiede nell'opportunità di stampare al bisogno ed in loco il componente richiesto, senza necessità di mantenerlo a stock e movimentarlo lungo la filiera. **UPS, DHL e Amazon** stanno dotando di stampanti 3D i propri magazzini, con cui produrre componenti di elettrodomestici da poter poi spedire direttamente al cliente che ne ha fatto richiesta, sostituendosi di fatto al produttore originale e assicurando tempi di risposta molto più ridotti.



Industrial Internet of things

Un secondo pilastro tecnologico del paradigma Industria 4.0, è certamente l'Industrial Internet of Things (d'ora in poi, per brevità, IIoT). Tra le tecnologie abilitanti, questa è quella universalmente conclamata come basilare per l'avvento e la diffusione del fenomeno 4.0 e, di conseguenza, è citata e considerata esplicitamente in (quasi) tutti i piani di azione dei governi mondiali per il rilancio della manifattura.

Già dal nome si evince l'unione di due termini apparentemente distanti a cui tutti siamo singolarmente avvezzi: Internet e Cose. Tramite l'IoT ogni oggetto (cosa) può connettersi alla rete (internet) e scambiare informazioni con gli altri oggetti circostanti, modificando talvolta il proprio comportamento in funzione degli input ricevuti.

Trattasi di concetto nuovo? Non proprio. Cisco (uno dei maggiori fornitori di soluzioni ICT su scala globale) ne parla esplicitamente dal 2010, da quando il numero di oggetti connessi alla rete ha superato il numero degli abitanti del nostro pianeta. Si stima che entro il 2020 gli oggetti "intelligenti" saranno addirittura 20-25 miliardi.

Come avviene la comunicazione tra gli oggetti? Grazie all'utilizzo di sensori di ogni genere (accelerometri, GPS, termometri, igrometri, ...) che rilevano le informazioni necessarie, le elaborano (grazie alla presenza di microprocessori) e, grazie ad antenne e tag, le trasmettono dove richiesto.

Ma quali sono i vantaggi derivanti da questa "connessione diffusa"?

Il primo beneficio immediatamente raggiungibile è dato dalla possibilità di controllare e monitorare sempre e ovunque (*anytime & everywhere*) la posizione e lo stato di salute degli oggetti, generando quindi una visibilità completa lungo le catene del valore delle filiere industriali. Non a caso, secondo recenti studi relativi al mercato Italiano, oltre il 10% delle applicazioni ricade in ambito logistico, con obiettivi di (maggiore) tracciabilità / rintracciabilità dei prodotti. Se sostituiamo la parola "prodotti" con "macchinari", è evidente come la tecnologia possa essere applicata senza problemi anche per il controllo dello stato degli impianti produttivi delle imprese. *Internet of everything*, in questo senso.

Un secondo elemento di interesse, a cui le imprese possono puntare nel medio-lungo periodo, riguarda la "servitizzazione" del business, concetto già discusso in precedenza. Affinché possa avvenire la transizione da prodotto a soluzione, occorre che le informazioni legate all'utilizzo dei vari prodotti possano "ritornare" ai produttori. Di che informazioni stiamo parlando? Potenzialmente, tutte quelle che sono legate all'utilizzo dei prodotti, con specifico riferimento al loro stato di funzionamento. Per fare cosa? Ad esempio, non vendere più fisicamente il prodotto, bensì venderne l'utilizzo, dando al cliente l'opportunità di pagare solo in relazione all'effettivo uso (pay x use) o, addirittura, al rendimento garantito (pay x performance).



Pillole dal campo

Le applicazioni della tecnologia IoT possono avere impatti dirompenti sia per l'industria, sia per i consumatori finali. Come già accennato, la peculiarità principale è la capacità di raccogliere informazioni dai prodotti direttamente nei punti di utilizzo (ovunque nel globo), e trasmetterle dove si desidera (ad esempio, centrali di controllo).

In questa direzione, non possiamo non menzionare la ben nota **Rolls-Royce**, focalizzandoci sulla divisione che produce turbine per aerei. Sin dalla fine degli anni '90, l'azienda ha deciso di puntare sempre più sui servizi post-vendita associati ai propri prodotti. Il percorso di servitizzazione intrapreso è culminato con l'introduzione nel 2005 del programma "Total Care", con cui essa non vende più turbine, bensì le ore di volo che tali turbine sono in grado di garantire, permettendo al cliente di pagare un canone dimensionato in base all'effettivo utilizzo. Ciò è stato reso possibile (soprattutto) dall'evoluzione tecnologica. L'IoT, per l'appunto. Infatti, le turbine sono dotate di centinaia di sensori in grado di raccogliere i dati in tempo reale, ed inviarli via satellite al centro operativo **Rolls-Royce**, dove vengono elaborati ed interpretati. Un significativo beneficio per i clienti (Boeing e Airbus, per citare due nomi noti), che non acquistano per diversi milioni di euro le turbine, bensì pagano un canone per ogni ora di volo che le turbine garantiscono.

Inoltre, l'IoT sta modificando radicalmente anche i processi logistico-produttivi delle aziende. Pensate a **FedEx e Amazon**, che hanno messo a punto sistemi in grado non solo di tracciare istantaneamente ogni singolo articolo in transito, bensì di comunicare ai destinatari anche le condizioni (ad esempio: temperatura, umidità, sollecitazioni, ...) in cui sta avvenendo il trasporto. Questa logica può essere applicata in qualsiasi processo logistico-produttivo di qualsiasi azienda manifatturiera (anche bresciana, sì!), in cui ci sia la necessità / volontà di tracciare l'ubicazione e lo stato di completamento di componenti / semilavorati che partecipano alla realizzazione del prodotto finito.

Per non fare nomi, **Beretta Fabbrica d'Armi**, che opera in un settore altamente consolidato come quello armiero, ha intrapreso un percorso di innovazione dei propri prodotti e della propria offerta sfruttando sensori e rilevatori connessi alla rete. Beretta ha compreso che, quando il prodotto è tecnologicamente maturo, una delle possibili ricette per crescere e differenziarsi ulteriormente è quella di fornire non solo il manufatto fisico, bensì soluzioni complete. Per questo l'azienda ha avviato (e concluso) il progetto i-Protect, cioè un sistema integrato per il controllo e per la sicurezza, che prevede di equipaggiare l'abbigliamento e le armi in dotazione alle forze dell'ordine di sensoristica avanzata (GPS, accelerometri, antenne GPRS, Bluetooth, cardiofrequenzimetro, etc.) capace di monitorare costantemente l'operato dei singoli individui. Misurando cosa? Parametri chiave quali: localizzazione, eventi traumatici, postura, parametri fisiologici vitali, stato dell'equipaggiamento, stato dell'arma.

Altro esempio, quello di **Cembre**. L'azienda ha collegato ad internet i propri centri di lavoro, grazie ad una complessa rete di sensori, con l'obiettivo di monitorare in tempo reale le performance e lo stato di avanzamento delle attività. Le macchine diventano quindi fonti di dati che, opportunamente trattati e gestiti, diventano informazioni e poi vera conoscenza per l'azienda, in grado di individuare in modo predittivo potenziali guasti (quindi pianificando in maniera efficace gli interventi manutentivi), aumentando così la produttività complessiva dei centri di lavoro.

Benefici	Limiti
Tracciabilità materiali/prodotti lungo la filiera	Le capacità necessarie per la realizzazione di dispositivi intelligenti, risiedono abitualmente al di fuori delle competenze degli operatori e dei produttori di dispositivi tradizionali
Monitoraggio delle condizioni d'uso dei prodotti	Le attuali applicazioni sono state implementate in versioni create ad hoc, utilizzando diversi standard per lo sviluppo e il deployment
Verifica delle condizioni di mantenimento dei prodotti	Il mercato IoT è composto da diversi settori le cui applicazioni tendono ad avere poco in comune tra loro, rendendo le soluzioni difficilmente scalabili
Condivisione delle informazioni tra partner della filiera	
Verifica e autoregolazione dei consumi dei macchinari	
Sviluppo di politiche di service e manutenzione specifiche per cliente	



Big Data & Advanced Analytics

Anche e soprattutto grazie alla diffusione dell'internet of things, i dati diventano il fattore competitivo chiave di tutte le aziende, anche di quelle manifatturiere. Disporre di informazioni precise, accurate, affidabili e puntuali, non è più un'opzione, bensì una necessità per poter competere sul mercato. Questa crescente importanza del dato è raccolta e sintetizzata nella definizione di *digital economy*, in cui uno dei pilastri fondanti è appunto l'equazione DATO = VALORE D'IMPRESA. Non a caso, in un recente articolo de *The Economist* intitolato "The world's most valuable resource is no longer oil, but data"⁹, i dati sono definiti il nuovo petrolio.

Qualcuno potrebbe affermare che il dato è in realtà da sempre al centro delle scelte strategiche delle imprese. Vero, ma negli ultimi anni il dato sta cambiando forma, aspetto e connotati:

- In primis, il dato può arrivare da fonti interne ed esterne all'azienda, e può essere più o meno controllabile. Si pensi ai dati di produzione raccolti tramite sensori posizionati sui centri di lavoro, sulle linee di colata o sui banchi di montaggio e test: questi dati provengono da fonti interne, e l'azienda può definire la modalità e la frequenza con cui rilevarli e analizzarli. Dall'altro lato si pensi ai dati relativi ai giudizi e alle impressioni dei consumatori sul prodotto realizzato, messe online e condivise con gli altri utenti della rete, su qualsivoglia social network. Questo genere di dati è esterno all'azienda e non è nemmeno direttamente analizzabile. Infine, grazie alla diffusione di sensori legati alle tecnologie dell'Internet delle Cose (di cui abbiamo discusso nelle puntate precedenti), ogni singolo oggetto può diventare una fonte di dati. È quindi prima di tutto una questione di varietà delle fonti.
- In secondo luogo, va considerata la velocità con la quale questi dati vengono raccolti. Sempre più spesso le aziende hanno bisogno di poter controllare in tempo reale lo stato delle proprie attrezzature, macchinari e dei propri prodotti, tracciando per esempio dove si trovano, come sono impiegati e che prestazioni stanno erogando.
- Infine, la rilevazione di tutti questi parametri in tempo reale (o quasi) genera una mole di dati impossibile anche solo da paragonare a quella gestita fino a qualche anno fa. Per chi ha un po' di padronanza di unità di misura informatiche, occorre utilizzare gli Exabyte (1 exabyte = 1.000.000 terabyte!) per quantificare il volume di dati che sarà possibile / necessario trattare.

Con il termine Big Data si intende per l'appunto questa gigantesca mole di dati che arrivano in tempo reale da fonti completamente eterogenee tra di loro. Ebbene, non è pensabile trattare adeguatamente i big data senza specifici modelli e tool in grado di memorizzare, integrare, analizzare e interpretare tale coacervo di informazioni. Per fare questo, serve una potenza di calcolo di molto superiore a quella richiesta per esempio analizzare le serie storiche di prodotti venduti, il portfolio dei clienti, l'andamento dei ricavi e dei costi, etc. Oltre a questo occorre infatti disporre di modelli relazionali in grado di analizzare in tempo reale informazioni anche destrutturate, provenienti da fonti eterogenee, in perpetuo aggiornamento.

Per queste ragioni, all'interno del piano Calenda su Industria 4.0, vengono citati nell'Allegato B "software, sistemi e soluzioni per Industrial Analytics dedicati al trattamento ed all'elaborazione dei Big Data provenienti dalla sensoristica IoT

⁹ - *The world's most valuable resource is no longer oil, but data*, *The Economist*, Maggio 2017

applicata in ambito industriale (Data Analytics & Visualization, Simulation e Forecasting)”. Più semplicemente li possiamo definire sistemi di Big Data Analytics, che si differenziano rispetto ai più noti sistemi di Business intelligence per questi motivi:

- **BUSINESS INTELLIGENCE:** trattano dati strutturati, organizzati in righe e colonne di database relazionali. Permettono di rispondere a domande su ciò che è accaduto nel passato (analisi descrittive), anche orientate a comprendere perché una tal cosa è accaduta (analisi diagnostiche). Le persone di business utilizzano queste informazioni per prendere decisioni più consapevoli.
- **BIG DATA ANALYTICS:** permettono di rispondere a domande più evolute quali: “Cosa succederà se prendo una certa decisione?” (analisi predittiva) e “Quali azioni alternative sono disponibili, e quali possono essere i risultati per ognuna di queste?” (analisi prescrittive). Per rendere tali analisi più efficaci, il modello sarà incorporato direttamente nelle applicazioni di business, in modo che operi in tempo reale e dia i risultati nel momento esatto in cui bisogna prendere una decisione, non un minuto dopo.

È quindi una faccenda puramente tecnologica? Tutte le aziende, disponendo di soluzioni di Big data Analytics, potranno gestire comodamente questi dati? Assolutamente no. Ancora una volta, la tecnologia è e sarà lo strumento che abilita il cambio di paradigma “diagnosi => prescrizione”, ma accanto ad essa occorrerà costruire competenze in grado di pilotarla e, soprattutto, prendere le decisioni migliori alla luce dei suggerimenti ricevuti. Già oggi, in epoca pre-industria 4.0, la maggior parte delle imprese non sfrutta a pieno i dati disponibili. Metaforicamente, si pensi ad un iceberg: le aziende vedono e utilizzano una minima parte dei dati raccolti (la parte dell’iceberg che emerge dall’acqua), mentre molti di più risultano essere quei dati che non vengono sfruttati per essere convertiti in informazioni utili al business. (la base dell’iceberg, sotto il pelo dell’acqua). Recenti indagini stimano che questa parte sommersa sia ben superiore al 50% dei dati complessivamente disponibili in azienda; questo significa complessità, elevati costi di mantenimento, ma soprattutto, potenzialità non sfruttate. Proprio per questo motivo è fondamentale che le aziende prima di buttarsi a pesce su sistemi di Analytics disponibili sul mercato, progettino un percorso strutturato che identifichi quali sono i dati chiave da raccogliere, per ottenere quali informazioni e per supportare quali decisioni. Inutile sensorizzare qualsiasi cosa pur di portare a casa dati; senza un progetto alle spalle, il rischio è quello di andare solo ad ingrossare le fila (peraltro già nutrite) della base sommersa dell’iceberg.

Benefici	Limiti
Identificazione del comportamento del cliente	Potenze di calcolo richieste per l'utilizzo di sistemi di analytics avanzati
Sostenere una maggiore produttività	Elaborazione di sistemi di intelligenza artificiale in grado di individuare relazioni e modelli tra i dati raccolti
Migliore profilazione e segmentazione del mercato	Assenza di figure professionali competenti in grado di utilizzare i sistemi di analytics
Automazione del processo decisionale	Cultura del dato ancora poco diffusa
Rapidità nell'intercettare i cambiamenti	
Tempestiva integrazione dei dati	
Accesso in tempo reale alle informazioni	
Processo decisionale più preciso e tempestivo	
Maggiore disponibilità e usabilità delle informazioni	

Pillole dal campo

Quest'area tecnologica non ha ancora manifestato a pieno il proprio potenziale, e ciò è dimostrato anche dalla scarsità di casi applicativi.

Guardando al di fuori della manifattura, come non riferirsi ad **Amazon**? Il colosso di Seattle (USA) ha da tempo messo al centro del proprio modello di business la gestione del dato. Un esempio su tutti: il nuovissimo servizio di "Anticipatory shipping". Per dirlo all'italiana, "quello che vuoi, prima che tu lo voglia". Impossibile? Tutt'altro! Raccogliendo il numero di visite sul proprio portale web, i prodotti desiderati, le ricerche sul web (anche fuori dal sito di Amazon), i feedback lasciati sui blog o sui social network, **Amazon** riesce a prevedere con buona accuratezza quando e dove uno specifico prodotto sarà richiesto dal mercato, posizionando quindi scorte in modo mirato all'interno del proprio network. In questo modo non solo il cliente riceve un servizio migliore (banalmente passa meno tempo dal click dell'ordine alla consegna fisica), ma l'azienda riesce anche a contenere, e di molto, i costi logistici.

Tornando al manifatturiero, come non citare **Pirelli**, che con la sua ultima famiglia di pneumatici "connessi", potrà raccogliere in tempo reale informazioni circa lo stato di salute di ogni suo prodotto (pressione, spessore del battistrada, condizioni di utilizzo, ...). Per fare cosa? In primis, stimolare piani di manutenzione personalizzati in funzione dell'effettiva usura e non di un generico intervallo temporale uguale per tutti. In secondo luogo, per aumentare la sicurezza alla guida. Eventuali usure superiori alle attese e/o malfunzionamenti fuori dallo standard potranno essere comunicati in diretta al conducente e al sistema elettronico del veicolo, che potrà attivare delle misure di emergenza atte ad evitare incidenti. Non a caso l'azienda è stata recentemente premiata come "data driven company", cioè come azienda che ha saputo ristrutturarsi mettendo il dato al centro, ampliando di molto il raggio del proprio tradizionale modello di business.



Augmented & Virtual reality

La Realtà Aumentata, così come altre tecnologie (ad esempio, la già discussa Stampa 3D), ha subito un processo di maturazione piuttosto lungo (ad essere precisi, quasi 40 anni!), e solo oggi risulta essere sufficientemente performante da poter essere impiegata in applicazioni industriali. Sviluppata in primis per applicazioni di natura ludica & di entertainment, (anche) grazie all'entrata in campo di aziende come Google, ReconJet e Epson, tale tecnologia si sta ora affacciando nel mondo industriale. Due sono le componenti chiave che la caratterizzano: da un lato la strumentazione hardware, quasi sempre rappresentata da dispositivi indossabili (degli occhiali, per intenderci), e dall'altro le applicazioni software, in grado di sovrapporre alla realtà percepita una serie di informazioni aggiuntive. Ebbene, il principio fondante della tecnologia è proprio la sovrapposizione di informazioni a quanto già percepito dall'utente.

Per Simulazione si intende, anche alla luce di quanto riportato nel piano Calenda, l'insieme di componenti (SW & HW) che permettono di modellare, progettare e quindi simulare il comportamento di macchinari, impianti produttivi e prodotti. Per fare cosa? Principalmente, per anticipare soluzioni di problemi non ancora riscontrati realmente. Quindi, ad esempio, i sistemi di realtà virtuale sono da considerarsi inclusi, nella loro doppia accezione: sia quella "immersiva", con l'utente catapultato in un mondo virtuale grazie all'utilizzo di visori specifici, sia quella, ad oggi più diffusa, "non immersiva", che include tutti gli strumenti di calcolo che permettono di virtualizzare un qualsivoglia processo.

Benefici	Limiti
Supporto alle operazioni di manutenzione/service	Il posizionamento preciso dell'operatore, unitamente alla necessità di adattare le informazioni sovraimposte a quanto effettivamente inquadrato, sono ancora limiti molto rilevanti
Formazione interattiva e addestramento personale	Le attuali applicazioni richiedono una potenza di calcolo significativa per rilevare quanto percepito ed aumentarlo con informazioni specifiche digitali, tale da richiedere processori (ancora) troppo grandi per applicazioni (veramente) wearable
Sostituzione di manuali d'uso e disegni cartacei con contenuti digitali immediati	Limitata disponibilità di risorse e competenze per uno sviluppo interno all'azienda di queste soluzioni
Aumento della customer experience	
Aumento dell'efficacia/efficienza delle operazioni di picking e allestimento ordine	
Riduzione dei tempi e dei costi per la progettazione e sviluppo di nuovi prodotti e impianti	
Riduzione dei costi operativi per il controllo dei processi operativi (virtualizzazione di processo)	
Sviluppo di simulazioni e scenari what-if a costi contenuti, riducendo il numero di prove e test sul campo	

Pillole dal campo

Di seguito qualche esempio applicativo reale, con evidenza della tecnologia abilitante e del processo aziendale impattato.

- Servizio post-vendita / Manutenzione: si pensi alla possibilità di dotare gli operatori di strumentazioni di realtà aumentata (occhiali guida, smartphone e tablet), in grado di indirizzarli nelle operazioni di manutenzione (sia che si tratti di un grande impianto produttivo, sia di automobili). L'operatore, trovandosi nei pressi del prodotto difettoso, potrà visualizzarne la struttura, individuare l'origine del guasto, e, opportunamente guidato da istruzioni visive (e vocali) sovrapposte alla realtà, potrà facilmente procedere con la sostituzione/riparazione, anche senza un background formativo specialistico. Sebbene questo possa sembrare fantascienza, diverse aziende stanno già sperimentando queste applicazioni. Tra tutte: **BMW, Mitsubishi Electric e Boeing**.
- Logistica: la realtà aumentata può essere impiegata con successo anche nell'ottimizzazione delle attività di picking e magazzinaggio. Come? Si pensi alla possibilità di guidare gli operatori di magazzino tramite sistemi di realtà aumentata, che li indirizzino verso le scaffalature dove effettivamente si trovano i prodotti presenti sulla lista di picking, nell'ordine adeguato a minimizzare gli spostamenti complessivi. Tali sistemi di picking che sfruttano la realtà aumentata (tecnicamente parlando, pick-by-vision), prevedono attrezzature indossabili (occhiali e computer), che guidano l'operatore nello svolgimento delle proprie attività. In particolare, il visore di realtà aumentata indica quale prodotto deve essere prelevato e dove nel magazzino; una serie di elementi visivi (perlopiù frecce ed indicatori), lo guida invece fino alla posizione dove l'articolo è immagazzinato. Localizzato il prodotto, grazie alla lettura del barcode, il sistema registra la quantità prelevata, permettendo all'operatore di passare al successivo articolo della lista. Soluzioni di questo tipo permettono di incrementare l'efficacia e l'efficienza delle attività logistiche. In che termini? Minori tempi di ricerca del materiale all'interno del magazzino, riduzione degli errori di prelievo e di lettura da parte dell'operatore, eliminazione delle attività di data entry manuale, riduzione delle attività di training e formazione.
- Marketing / Vendite: le soluzioni di realtà aumentata & virtuale possono contribuire anche a ridurre la distanza tra il produttore ed il cliente, permettendo a quest'ultimo di testare (prima dell'acquisto!) virtualmente un paio di occhiali direttamente sul viso (es. **E-Bay**), piuttosto che il funzionamento e l'ergonomia di un rasoio elettrico, o la presenza di un nuovo mobile all'interno della propria stanza. Questo accade, per esempio, con il nuovo **Ikea Catalog**, grazie al quale un cliente può visualizzare sullo schermo del proprio tablet o smartphone il prodotto selezionato direttamente all'interno della propria stanza, verificandone così ingombri, dimensioni e colori. Procedendo così ad un acquisto decisamente più consapevole.
- Ingegnerizzazione / Produzione: si pensi alla possibilità, per un produttore di auto, di simulare tutti gli ingombri dei componenti che dovranno essere montati sotto il cofano, verificandone gli accoppiamenti ed individuandone i conflitti, prima che questi siano anche solo progettati dai fornitori. Oppure, di simulare il processo di colata di un altoforno, individuandone i parametri chiave e verificandone la sensibilità ad una qualsivoglia modifica. Un'altra applicazione potrebbe riguardare la modellizzazione e il dimensionamento di una linea produttiva/di assemblaggio, simulandone differenti configurazioni (ad esempio di forza lavoro, turnazioni, buffer di disaccoppiamento) fino a individuare quella ottimale. In generale quindi, trattasi di applicazioni di realtà virtuale idonee ad anticipare potenziali problemi, tramite test virtuali, che non consumano risorse reali.



Collaborative robotics

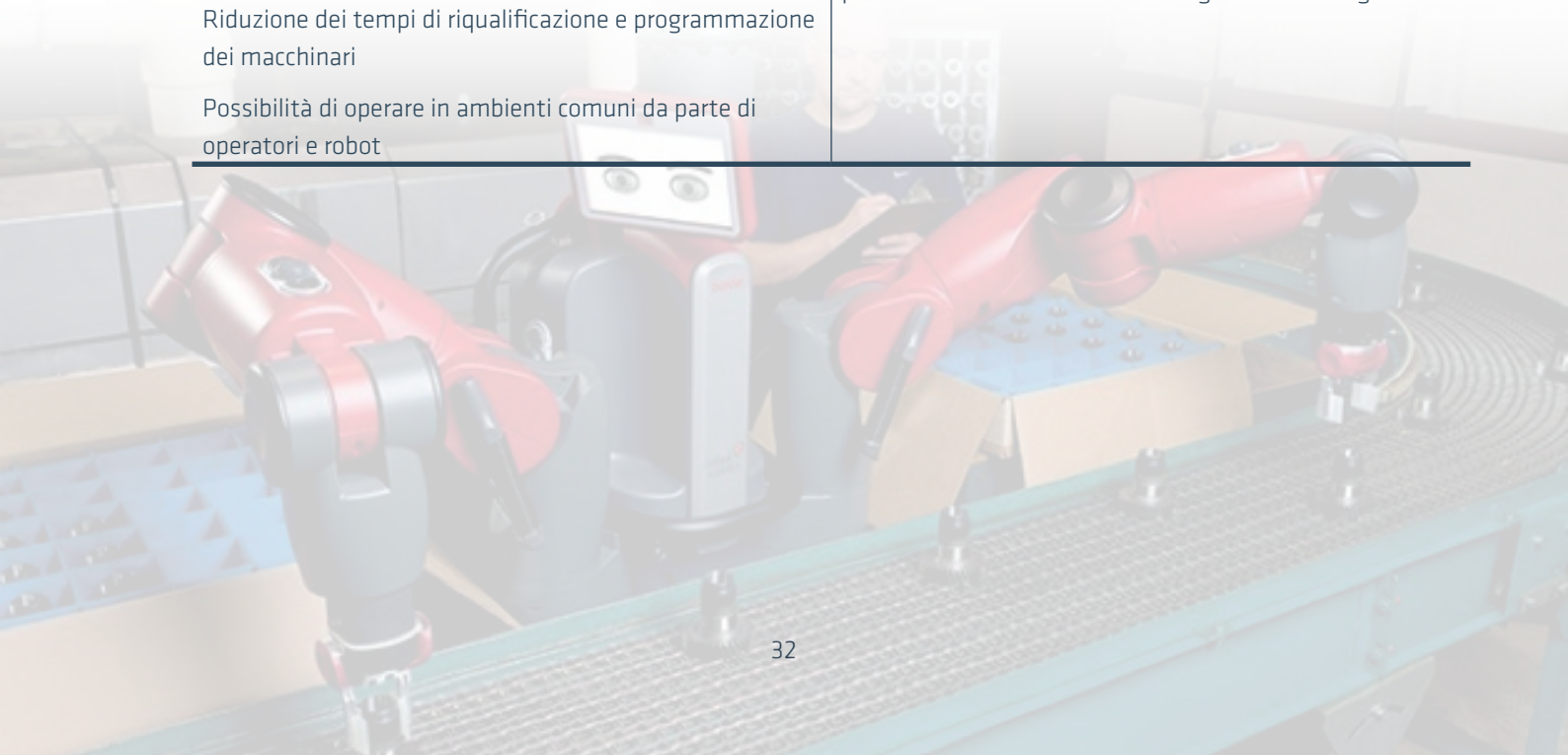
All'interno del piano Calenda, un ruolo centrale è assegnato alle soluzioni di "Advanced Manufacturing", al cui interno ricadono i "Robot collaborativi interconnessi e rapidamente programmabili". La robotica collaborativa (i cosiddetti co-bots), sulla quale stanno lavorando da qualche anno sia i grandi produttori tradizionali come ABB e Kuka, sia realtà emergenti come Rethink Robotics, si caratterizza per due elementi peculiari (rispetto alla robotica tradizionale): primo, prevede la possibilità che il robot possa condividere lo spazio di lavoro con l'operatore umano, lavorando in modo sinergico. In sostanza, il robot non necessita più di gabbie di contenimento all'interno delle quali l'operatore non possa entrare (o solo interrompendo il lavoro del robot), bensì può lavorare all'interno della stessa area dell'operatore umano. Secondo, i robot collaborativi sono facilmente (ri)programmabili: non è necessario intervengano tecnici ed esperti programmatori, ma spesso lo stesso operatore di linea può "insegnare" al robot il movimento da fare, e la forza con cui eseguirlo. Tale caratteristica rende quindi i robot collaborativi molto più flessibili rispetto a quelli tradizionali, la cui progettazione e programmazione richiede tempi molto lunghi e competenze avanzate. È evidente che in questo scenario competitivo caratterizzato da profonda incertezza sui volumi produttivi, anche per via della sempre maggiore spinta alla personalizzazione richiesta dai clienti, la possibilità di ri-programmare facilmente i robot per adattarli velocemente ad una domanda molto variabile, diventa un enorme vantaggio per le aziende. In sintesi, i robot collaborativi garantiscono (i) elevati livelli di sicurezza, pur non disponendo di ambienti protetti in cui operare (grazie a diversi sensori specifici per garantire la sicurezza: laser, telecamere, rilevamento voce, sensori di forza, ...), (ii) sono facilmente impiegabili e riallocabili in diversi contesti (possono apprendere per dimostrazione, utilizzando interfacce Uomo-Macchina per l'esecuzione delle loro operazioni), ed infine, aspetto non meno rilevante, (iii) hanno un veloce ritorno dell'investimento, grazie ai bassi costi di installazione e alla facile ri-programmabilità di cui sopra.

Benefici

- Aumento della flessibilità degli impianti
- Maggiore automazione delle attività logistico-produttive
- Aumento della sicurezza dei lavoratori
- Riduzione dei tempi di riqualificazione e programmazione dei macchinari
- Possibilità di operare in ambienti comuni da parte di operatori e robot

Limiti

- Maturità della tecnologia non (sempre) idonea per applicazioni in ambito industriale
- Limitazioni sulle potenze di targa dei robot collaborativi, poco adatti a task che richiedano grandi forze in gioco



Pillole dal campo

Come già anticipato, quando si parla di robotica collaborativa non è sempre facile esporre specifiche applicazioni, in quanto uno dei vantaggi della tecnologia è proprio la possibilità di riprogrammare i robot per svolgere differenti attività in base alle effettive necessità.

Un caso interessante è quello di **Rethink Robotics**, start-up di Boston, che ha prodotto un robot (Baxter) in grado di caricare e scaricare materiale da linee di montaggio, ordinare e classificare prodotti, a prezzi accessibili alle PMI. Il



vero elemento di novità rispetto ai robot industriali già sul mercato, è il cuore del prodotto, che è dotato di Intelligenza Artificiale, ovvero della possibilità di imparare e apprendere dalle situazioni che gli vengono assegnate e/o mostrate da un operatore umano.

In termini di applicazioni concrete, come spesso accade, occorre guardare al settore dell'automotive. Numerosi esempi di co-bots sono già visibili lungo le linee di montaggio delle vetture di **Ford e BMW**: trattasi di sistemi collaborativi impiegati per supportare l'operatore nello spostare e mettere in posizione portiere e altri elementi della carrozzeria, oppure per l'applicazione del sigillante sui cristalli della vettura, il tutto a stretto contatto ed in sinergia con l'operatore umano.



Cloud Manufacturing

Con il termine Cloud Manufacturing avviene la commistione tra due termini che indicano la completa fusione di una tecnologia prettamente legata al mondo dell'Information Technology (cloud) con il mondo prettamente operativo della produzione (manufacturing). Non a caso, questa area tecnologica può essere considerata la piena manifestazione del paradigma 4.0 in manifattura, ovvero di come grazie all'intersezione e alla compartecipazione di diverse tecnologie digitali sia possibile raggiungere benefici superiori alla somma delle singole componenti che la compongono.

Con il termine Cloud Manufacturing, si considera un coacervo di tecnologie che concorrono ad una maggiore diffusione delle attività manifatturiere (come tipicamente definite e intese), al di là dei confini fisici degli stabilimenti e degli uffici. Mutuando la definizione del NIST per il Cloud Computing, il Cloud Manufacturing può essere definito come “un metodo per abilitare, tramite la rete, l'accesso diffuso, agevole e a richiesta, ad un insieme condiviso e configurabile di risorse manifatturiere (ad esempio software di supporto alla produzione, risorse e capacità produttive)”.

In particolare, tale paradigma tecnologico (la definizione di tecnologia è davvero troppo restrittiva), permette di abilitare forti integrazioni tra un'azienda e tutti i partner che compongono la filiera, sino a giungere anche ad una collaborazione diretta (prima impossibile) con i clienti finali, gli utilizzatori del prodotto, oltre che con i fornitori a monte. Si parla, in questo senso, di Manufacturing as a Service (MaaS).

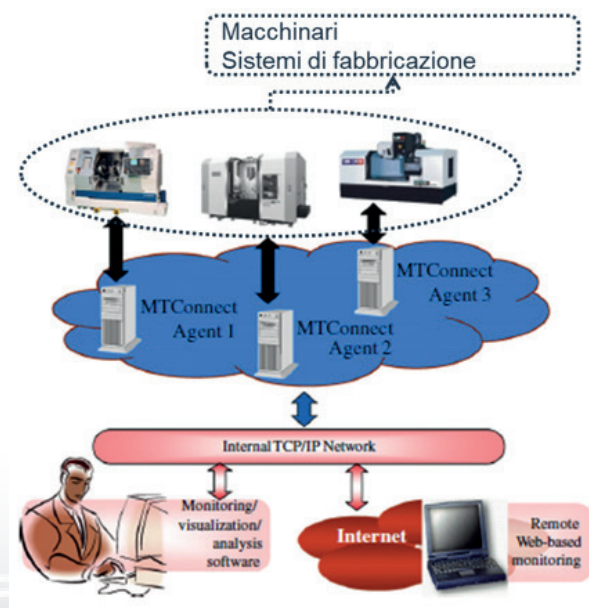


Figura 5 - Architettura di un sistema di Cloud Manufacturing ¹⁰

È importante sottolineare come l'idea di MaaS non equivalga al ben noto outsourcing, ma sia, piuttosto, come un modo per fornire, a richiesta, scenari di produzione personalizzati e personalizzabili per ogni singolo richiedente.

Le principali caratteristiche di questo paradigma, sono riconducibili a:

- Una ridotta interazione tra il richiedente del servizio e l'offerente: talvolta l'interazione è addirittura implicita. È quindi fondamentale un accesso libero a queste infrastrutture virtualizzate, senza che vi sia una intermediazione evidente di un attore (gestore)
- L'accesso a differenti servizi (lavorazioni, attrezzature, sistemi di calcolo) dovrebbe essere centralizzato, rendendo non visibile al richiedente l'origine del servizio: tale sistema di aggregazione permette far percepire come unica anche differenti fonti di servizi, di cui si va a richiedere/prenotare della capacità produttiva, indipendentemente da dove essi siano fisicamente collocati.

¹⁰ - Xu, Xun. "From cloud computing to cloud manufacturing." *Robotics and computer-integrated manufacturing* 28.1 (2012): 75-86.

Pillole dal campo

Non vi sono limitazioni circa la natura e la tipologia di beni e risorse virtualizzabili grazie all'applicazione delle logiche del Cloud Manufacturing.

Sul mercato iniziano a nascere diverse iniziative che hanno appunto lo scopo di creare delle piattaforme di aggregazione di risorse, mezzi di produzione e servizi che possono essere richiesti ed impiegati in modalità virtuale e as a service.

Per esempio, sempre più sono le piattaforme di aggregazione di sistemi di produzione additivi messi a disposizione dagli utenti della rete, oppure da società e aziende professionali, con lo scopo di realizzare on-demand componenti e prodotti personalizzati o in volumi molto ridotti. La peculiarità di queste piattaforme risiede proprio nella possibilità, per chi vi accede, di poter ricevere in modo diretto, senza intermediazione diretta con operatori, un preventivo per la realizzazione del pezzo desiderato: inserendo le informazioni relative al modello 3D, al materiale richiesto, il sistema verifica la disponibilità delle risorse virtualizzate, fornendo in qualche secondo una quotazione economica e l'indicazione della data di consegna del pezzo. In ambito consumer, possiamo citare piattaforme come 3Dhubs.com., materialise.com. In ambito manifatturiero e professionale, da qualche tempo l'azienda **3D Systems**, leader nella produzione e vendita di stampanti 3D, ha messo a punto il servizio di On-Demand Manufacturing, in grado di operare esattamente con le logiche del Cloud Manufacturing (<https://it.3dsystems.com/on-demand-manufacturing>)

Anche l'italiana **Adige**, del gruppo BLM, ha avviato un progetto pilota di virtualizzazione completa di una macchina di taglio laser, in modo che i possibili clienti possano accedervi any-time and any-where, ottenendo un preventivo in tempo reale in funzione della effettiva disponibilità.

Grazie all'applicazione di questo nuovo paradigma produttivo, i benefici possono essere evidenti sia per chi offre il servizio o la risorsa sia per gli utilizzatori finali. Da un lato i primi possono cercare di incrementare la saturazione e l'efficienza dei propri impianti produttivi (uptime), aumentando la capacità e l'efficacia dei sistemi di produzione (manufacturing capacity), grazie all'accorpamento di richieste provenienti da diversi clienti. Dall'altro lato gli utilizzatori potranno ridurre il rischio di obsolescenza tecnologica e di sovradimensionamento dei propri impianti, potendo contare su risorse virtualizzate per far fronte ai picchi di domanda, "variabilizzando" così il costo di produzione al bisogno.

Benefici	Limiti
Maggiore integrazione tra gli attori della filiera e aumento della trasparenza delle informazioni lungo di essa	Limiti culturali, organizzativi, e resistenza al cambiamento da parte delle aziende
Aumento della flessibilità operativa (potendo condividere / facendo ricorso a beni e asset condivisi)	Ridotto spirito di collaborazione tra aziende, anche se appartenenti a stesse filiere
Aumento della saturazione degli impianti e delle risorse condivise	
Maggiore focalizzazione sulle attività core di ogni azienda	



Le politiche industriali a favore di Impresa 4.0

Il paradigma di Impresa 4.0 nell'ultimo lustro ha trovato spazio sulle scrivanie di tutti i governi delle principali economie mondiali, che hanno deciso di approcciarlo in modo differente (anche) in funzione delle specificità e peculiarità dei rispettivi tessuti industriali. Le politiche industriali a supporto dello sviluppo del paradigma 4.0 possono essere in sintesi classificate in due categorie: quelle che si rifanno al modello europeo e quelle che invece si strizzano l'occhio maggiormente al modello *statunitense*.

Elemento in comune è l'importanza attribuita alla creazione di sistemi cyber-fisici che permettono l'integrazione di macchine, oggetti, persone (intese sia come consumatori, sia come lavoratori), non solo nella realtà aziendale o a livello di catena del valore, bensì nell'intera società.

I due modelli si differenziano invece per due caratteristiche: quello europeo fornisce uno standard comune al quale tutte le aziende possono far riferimento per lo sviluppo di diverse tecnologie e si concentra sull'ottimizzazione del settore manifatturiero; al contrario, il modello statunitense punta a migliorare le attività che riguardano in modo principale i servizi e ha come tecnologia di riferimento l'Internet of things, che comprende l'uso del cloud, della sensoristica e le connessioni machine-to-machine, definendo piattaforme pensate per consentire l'interconnessione di oggetti in maniera adattabile e aperta. In altre parole, il modello statunitense punta maggiormente sulla diffusione di tecnologie prettamente informatiche, mentre il modello europeo promuove e supporta (anche) tutta una serie di altre tecnologie, più produttive, che hanno la funzione specifica di rilanciare le attività di trasformazione e di produzione delle imprese manifatturiere.

Il focus dato dai due modelli è quindi differente; nel caso "europeo" l'attenzione è rivolta all'efficienza e alla produttività della fabbrica con l'obiettivo di creare fabbriche intelligenti in grado di fungere da volano per il rilancio della produzione¹¹, mentre nel caso statunitense acquisisce maggiore importanza la connessione interattiva del prodotto con il cliente finale.

Oltre a questa prima classificazione guidata dalla tipologia di supporto prevista, gli interventi governativi possono essere valutati in merito ad altri 3 ambiti significativi:

- **Tecnologie:** ogni piano considera e promuove la diffusione di differenti tecnologie digitali, in funzione delle caratteristiche del tessuto industriale. In funzione quindi di quanto sia prospero oppure in difficoltà un settore rispetto ad un altro, alcune tecnologie più di altre sono incentivate;
- **Governance e attori coinvolti:** ogni piano si caratterizza per una diversa struttura della compagine di enti pubblici/privati che concorrono alla diffusione del paradigma 4.0. È possibile individuare i principali promotori e sviluppatori delle iniziative di ogni Paese, evidenziando in particolare il ruolo dello Stato e degli altri attori pubblici e privati.
- **Modalità di supporto:** anche le modalità con le quali si manifesta concretamente questo supporto sono molto differenti, partendo da misure fiscali sino alla definizione di programmi di formazione e sviluppo delle competenze digitali 4.0, con un diverso ruolo di capitale pubblico e di investimenti privati.

Prima di valutare nel merito i singoli piani industriali, è certamente da sottolineare la nascita, proprio pochi giorni fa (nel mese

¹¹ - La strategia europea è quella di favorire il fenomeno di *reshoring* con l'obiettivo di passare entro il 2020 dall'attuale 15,6% al 20% di PIL legato al manifatturiero.

di giugno), di un comitato congiunto che coinvolge Italia, Francia e Germania, finalizzato a lavorare in maniera armonica allo sviluppo di 3 temi fondanti il paradigma 4.0: (i) la standardizzazione delle tecnologie abilitanti, tra cui certamente quelle inerenti l'ampio mondo dell'Industrial Internet of Things (task coordinato dalla Germania), (ii) l'agevolazione delle azioni di trasferimento tecnologico da parte delle università/centri di ricerca verso le PMI (task coordinato dall'Italia) ed infine (iii) la promozione e la diffusione delle politiche nazionali a supporto di questa trasformazione digitale (task coordinato dalla Francia). Pare quindi evidente la volontà di costituire un fronte comune da parte delle nazioni europee più industrializzate, grazie al quale cercare la risoluzione delle criticità condivise che frenano la diffusione del paradigma 4.0, identificando direttrici comuni sulle quali investire abilitando un percorso di crescita ed aumento di competitività generalizzato delle imprese non legato alle singole economie nazionali¹².



Germania

In Europa, risulta naturale partire dal modello tedesco (Industrie 4.0), il primo ad essere realizzato e di conseguenza quello che ha definito le regole del gioco; al suo interno si ritrovano, non a caso, una serie di elementi ripresi poi, talvolta con qualche variazione, dai programmi degli altri paesi europei.

Tecnologie: nel piano un ruolo preponderante è giocato dal concetto di *cyber-physical system* e di conseguenza dalla tecnologia dell'Internet of things, mentre meno enfasi è assegnata alle tecnologie riguardanti l'integrazione informativa (es. Big data) e a soluzioni tecnologie digitali come la realtà aumentata e virtuale, i robot collaborativi e la simulazione di processo.

Governance e attori coinvolti: il governo tedesco ha deciso di assumere un forte ruolo di coordinamento attraverso il Ministero dell'Istruzione e della Ricerca e il Ministero dell'Economia e della Tecnologia, puntando alla relazione con centri di ricerca pubblici e università, a cui si aggiungono poi le associazioni di categoria nei settori dell'ICT, della meccatronica e dell'elettronica e, non ultime, le imprese fornitrici di tecnologia, quali Bosch e Siemens.

Modalità di supporto: il programma ha stanziato inizialmente finanziamenti dell'ordine dei 200 milioni di euro e prevede nella sua globalità un impegno pubblico di circa 1 miliardo di euro. Le principali manovre sono: il finanziamento di progettualità aziendali e dei centri di ricerca applicata, esenzioni dell'imposta sui redditi per gli investimenti in venture capital in società residenti e operative in Germania e finanziamenti a fondo perduto a livello federale e nazionale per le attività di ricerca e sviluppo con finalità riguardanti la sostenibilità ambientale.



Stati Uniti d'America

Gli USA, con l'Advanced Manufacturing Partnership, hanno come obiettivo principale quello di aumentare l'occupazione nel settore manifatturiero (e nel suo indotto) grazie all'innovazione dei processi produttivi.

Tecnologie: già in possesso di tecnologie di produzione avanzate, gli Stati Uniti puntano sulla creazione di una piattaforma

¹² - Il Sole 24 Ore – Italia, Germania e Francia: network per l'Industria 4.0

basata sul cloud e sui Big data, in grado di generare previsioni sui dati futuri di fabbrica, di integrarli a quelli esistenti, e di eseguire simulazioni e prendere decisioni in tempo reale. Non vi sono quindi specifiche tecnologie conclamate come prioritarie rispetto ad altre, anche se quelle di natura ICT paiono essere prioritarie rispetto a quelle prettamente manifatturiere.

Governance e attori coinvolti: la presenza ed il ruolo del governo USA è stata minore rispetto al caso tedesco; la creazione e la diffusione di competenze digitali è affidata in primis a grandi gruppi privati ICT, imprese fornitrici di tecnologie, università e centri di ricerca, tramite la creazione di network e hub digitali.

Modalità di supporto: il Governo federale USA ha contribuito con 70 milioni di dollari a cui però va aggiunta una forte capacità di raccolta locale e di autofinanziamento; si stima che nel complesso l'impegno pubblico arrivi a mezzo miliardo di dollari.



Francia

Il programma francese, "Industrie du Futur" (2015), rispetto al modello tedesco prevede una intensificazione dell'intervento pubblico, con una maggiore attenzione agli effetti che Industria 4.0 avrà sulla componente del lavoro. L'obiettivo è la re-industrializzazione e la promozione degli investimenti in tecnologie digitali, visto il rischio di obsolescenza dei mezzi produttivi che minaccia il comparto industriale francese.

Tecnologie: il Governo francese ha identificato alcune aree tecnologiche come prioritarie, tra cui l'Additive manufacturing, la cyber-sicurezza e l'impiego diffuso di soluzioni IoT per la digitalizzazione della catena del valore e l'efficientamento energetico.

Governance e attori coinvolti: il programma Industrie du Futur si basa sulla partnership pubblico-privata Alliance pour l'Industrie du Futur, composta da enti pubblici, imprese ed università con un ruolo centrale di organizzazione e coordinamento da parte del Governo.

Modalità di supporto: diverse sono le modalità di supporto previste. Per favorire la crescita delle start-up e delle piccole e medie imprese innovative è prevista la detassazione degli utili e un regime agevolato per le plusvalenze; per favorire l'innovazione è previsto un credito d'imposta del 30%, una tassazione agevolata del 15% per brevetti nazionali ed europei e il super ammortamento del 140% per gli acquisti di macchinari funzionali all'impresa 4.0. Infine, a differenza della Germania (e anche dell'Italia), viene considerato anche l'aspetto ambientale, con una deducibilità del 13,5% sul valore dell'investimento per le società che investono nel settore della ricerca e dello sviluppo sostenibile. Complessivamente, l'impegno pubblico è stimato in oltre 10 miliardi di euro.



Italia

Il piano del Governo italiano discusso nel 2016 e ufficialmente approvato a partire dal 2017 (detto Piano Calenda o Piano Industria 4.0), ultimo arrivato tra i piani promossi dalle economie sviluppate, cerca di assimilare i pregi di ognuno di essi identificando le misure più idonee ad un tessuto manifatturiero molto differente rispetto a quello delle altre nazioni precorritrici. L'obiettivo principale del piano Calenda è il rilancio della competitività della manifattura italiana, attraverso

diverse misure e azioni che prevedono il supporto agli investimenti, la crescita della produttività e l'aumento della propensione all'innovazione delle imprese. Coerentemente con le caratteristiche del contesto produttivo italiano, il piano proposto non fornisce un'unica strada da seguire, proponendo altresì azioni orizzontali e non settoriali, puntando sui fattori abilitanti come gli investimenti innovativi e la creazione di competenze.

Tecnologie: per lo stesso motivo di cui sopra, il piano identifica un insieme ampio di tecnologie digitali la cui implementazione risulta abilitante e di interesse per Industria 4.0; da queste deriva una lista di attrezzature hardware e software che possono essere soggette ad incentivo fiscale. Le tecnologie in questione sono le seguenti: Additive manufacturing, Cloud, Big data and Analytics, Advanced manufacturing solutions, Simulazione, Cyber-security, Realtà aumentata, Internet of things e Integrazione orizzontale e verticale.

Governance e attori coinvolti: il Governo italiano non vuole ricoprire un ruolo dirigista, bensì coordinare i principali stakeholder con un'architettura pubblico-privata che vede il contributo dei maggiori poli universitari, dei centri di ricerca, del mondo economico e imprenditoriale e delle organizzazioni sindacali. Tra i vari obiettivi vi è la creazione di Competence Center e Digital Innovation Hub specializzati in ambiti tecnologici specifici e complementari per favorire la formazione e la creazione di consapevolezza, il lancio e l'accelerazione di progetti innovativi e di sviluppo tecnologico e il coordinamento con gli altri centri di competenza europei.

Modalità di supporto: a differenza di quanto previsto nel piano francese, il piano Industria 4.0 non prevede interventi in favore di uno sviluppo eco-sostenibile ma si concentra su diversi interventi possibili:

- sostegno alla crescita delle start-up e delle piccole e medie imprese innovative con detrazioni fiscali del 30% per chi le sostiene;
- per favorire l'innovazione, è previsto un credito d'imposta pari al 50% delle somme investite (e dei costi interni sostenuti) in ricerca e sviluppo per contratti di ricerca stipulati con università, centri di ricerca o altre imprese private;
- riduzione del 50% dell'ammontare dei redditi derivanti da software coperti da copyright, brevetti, marchi, disegni e modelli, informazioni e segreti aziendali sul reddito complessivo;
- super ammortamento del 140% per l'acquisto di beni immateriali e iper-ammortamento del 250% per l'investimento in beni materiali legati specificatamente a Industria 4.0.

L'impegno pubblico del governo per sostenere la quarta rivoluzione industriale sarà di circa 13 miliardi di euro in 3 anni.



Analisi critica del piano Calenda

Dopo il rapido confronto con gli altri piani industriali di cui sopra, si intende nel seguito analizzare in maggiore profondità il piano Italiano, al fine di evidenziarne meglio pregi e difetti.

Di tale piano, si è detto e scritto di tutto nel corso degli ultimi mesi, tendenzialmente con accezioni positive. Al riguardo è di particolare rilievo la “reazione” delle imprese manifatturiere che, secondo i recenti dati di UCIMU, hanno effettivamente accelerato il rinnovo del parco macchine. Il +22% di ordini di macchine utensili rispetto allo stesso trimestre del 2016 rappresenta la migliore delle risposte possibili, a testimonianza del buon lavoro fatto dal MISE (cfr. § D6. Quali sono le misure più apprezzate del piano Calenda?)

Cosa contiene questo piano? Super (140%) e Iper (250%) ammortamento *in primis*, ma certamente non solo. Sempre in ambito fiscale, si parla poco per esempio di credito di imposta a favore delle attività di ricerca e sviluppo, che al contrario è stato potenziato per interventi in ottica Industry 4.0, fino a coprire il 50% dei costi interni ed esterni (ovviamente sempre e solo per il delta rispetto alla media degli investimenti del triennio 2012-2013-2014). Inoltre, con una enfasi più di medio-lungo periodo, il piano punta a sviluppare le nuove competenze necessarie per guidare e sostenere questa rivoluzione digitale, attraverso la creazione di centri di eccellenza dedicati, dottorati di ricerca ad hoc ed altre misure ancora (elencate in figura). Infine, il piano giustamente non dimentica le infrastrutture abilitanti (di rete, *in primis*), senza le quali Industry 4.0 rischierebbe di rimanere solo un affascinante ma inutile esercizio stilistico realizzato sulla carta, dato che verrebbero a mancare le basi su cui poggiare la trasformazione digitale delle imprese.



Figura 6 -Le principali misure del piano Calenda

Al riguardo, anche considerando la circolare chiarificatrice dell'agenzia delle entrate (31 Marzo 2017), è possibile sintetizzare i seguenti punti di forza:

- **Il piano è specifico per il tessuto industriale Italiano** - traspare molto chiaramente lo studio preliminare svolto nei mesi precedenti la sua pubblicazione, in cui si sono analizzati i modelli proposti dagli altri paesi industrializzati e sono state sentite tutte le parti in causa (imprese manifatturiere, provider tecnologici, accademia), alla ricerca di una configurazione che non fosse un copia-incolla acritico del lavoro di altri, bensì fosse una soluzione cucita sulle specificità del sistema paese Italia;
- **Il piano ha ben compreso la portata del fenomeno Industry 4.0** - Industry 4.0 non è solo una rivoluzione tecnologica e come tale va trattata. Non ha senso incentivare investimenti in tecnologia innovativa se in parallelo non si sviluppano nuove competenze per gestirla. In questo senso, pare ideale il mix tra misure di breve (incentivi fiscali) e di medio-lungo (competenze e infrastrutture) termine;
- **Il piano non si è dimenticato di nessuna tecnologia** – anche sforzandosi, non si riesce a pensare ad ambiti che non

siano inclusi in una delle 9 aree tecnologiche abilitanti proposte;

- **Il piano lascia libere le imprese di decidere in che direzione orientare gli investimenti**, senza dover incastrare a forza proposte progettuali in specifici bandi di finanziamento, che di fatto finiscono col decidere in che direzione innovare;
- **Il piano incentiva gli investimenti in hardware, ma anche quelli in software** - del resto, Industry 4.0 non è solo il rinnovo del parco macchine, bensì è anche e soprattutto la gestione integrata del dato che proviene da tali macchine;
- **Il piano guarda alla catena del valore, non al singolo nodo** - Industry 4.0 è rivoluzione di filiera, che deve coinvolgere tutti i nodi della catena, alla ricerca di sinergie super-additive.

Emerge comunque qualche elemento di negatività.

- In primis, non possiamo e non dobbiamo dimenticarci del colpevole ritardo con cui questo piano è stato elaborato. Partire 4-5 anni dopo i competitor tedeschi o statunitensi certamente non aiuta le nostre imprese; inoltre, la stessa circolare dell'agenzia delle entrate, arrivata più di 3 mesi dopo la prima presentazione del piano, ha avuto sì l'effetto di chiarire (bene) i dubbi interpretativi che erano sorti, ma di fatto ha ritardato ulteriormente l'avvio degli investimenti che devono, per poter rispettare i principi di (i) effettuazione, (ii) entrata in funzione e (iii) interconnessione, essere realizzati praticamente subito. Come ha recentemente detto Stefano Firpo del MISE, gli incentivi fiscali sono una "finestra a tempo", che deve avviare un volano poi in grado di auto-alimentarsi. Pienamente d'accordo con questa posizione; si tratta solo di capire se visti i ritardi di cui sopra, certo non imputabili alle imprese, non abbia senso posticipare la chiusura di tale finestra, anche per evitare che la fretta di investire possa portare a decisioni non totalmente consapevoli;
- Non pare ottimale nemmeno la scelta del doppio ente di riferimento. Di fatto se un'azienda ha un dubbio contenutistico, deve rivolgersi al MISE, mentre per quesiti di natura fiscale deve fare interpello all'Agenzia delle entrate. Esiste il ragionevole sospetto che questo non accelererà i tempi, anzi. Non sarebbe stato preferibile prevedere una task-force unica in grado di fungere da unico polo accentratore delle richieste? A maggior ragione vista l'estensione temporale limitata della finestra di cui sopra;
- Infine, ed è decisamente la nota più dolente, meno risorse del previsto sono state concretamente dedicate alle misure di medio-lungo termine, fondamentali per costruire le competenze digitali necessarie per pilotare le innovazioni stimulate dagli incentivi fiscali. Infatti, sono solo (si fa per dire) 60 (rispetto ai 100 promessi inizialmente) i milioni messi a disposizione nel biennio 2017-2018 per promuovere e sostenere la ricerca applicata e la creazione dei cosiddetti "competence center". Con le dovute proporzioni, è come costruire una monoposto da formula 1 e poi puntare a vincere il mondiale ingaggiando un pilota semi-professionista. Impossibile, per quanto la macchina sia performante. Idem dicasi per le misure infrastrutturali; il piano insiste giustamente sul tema della integrazione informativa tra gli impianti, che però richiede una connettività di base stabile, ad oggi esistente solo a macchia di leopardo in Italia. Al riguardo, non sono note con certezza risorse e (soprattutto) tempistiche di effettiva attuazione del piano di potenziamento della banda (ultra) larga.

Le ultime indiscrezioni raccontano di una possibile estensione dell'orizzonte temporale di validità delle agevolazioni fiscali, anche solo per far fronte al significativo carico di lavoro dei produttori di macchinari, che devono fronteggiare un picco di domanda senza eguali nel recente passato, e che rischiano di ritardare la consegna dei beni. A nostro avviso tale proroga dovrebbe essere estesa all'intero esercizio 2018, per permettere anche alle aziende "ritardatarie" di avviare opportuni progetti di miglioramento / rinnovamento in ottica 4.0.



*Sapete che fare del proprio meglio non è ancora abbastanza?
Prima bisogna sapere che cosa fare*

William Edwards Deming

I RISULTATI DELLA RICERCA



Il campione definitivo si compone di 105 aziende manifatturiere, ed è eterogeneo sia in termini di dimensioni, sia in termini di comparti industriali. Cercando la risposta a quanto siano predisposte e pronte le aziende italiane al paradigma di Impresa 4.0, sono stati individuati 6 diversi cluster, che possono essere raggruppati in 2 macro-categorie: le aziende non ancora pienamente orientate alla vision 4.0, RITARDATE (48%), TEORICHE (2%), PRATICONE (11%), e quelle invece che già stanno abbracciando la quarta rivoluzione industriale, ovvero le FOCALIZZATE (32%), le POLIVALENTI (3%) ed infine le cosiddette STELLE (5%).

Coerentemente con questa clusterizzazione del campione, circa il 50% delle imprese non dispone di alcuna figura che si faccia carico di gestire il processo di trasformazione digitale, quantomeno non in modo formalizzato. Nell'altra metà del campione emerge un elemento di significativo interesse, legato al fatto che è direttamente il **vertice aziendale** guidare la transizione verso il paradigma 4.0, a dimostrazione del valore strategico attribuito al fenomeno.

D1 Quali conoscenze hanno le aziende delle tecnologie abilitanti la trasformazione 4.0?

Le aziende hanno una conoscenza ancora limitata delle tecnologie digitali abilitanti il paradigma 4.0. L'Industrial Internet of Things è l'unica tecnologia nota a più della metà del campione (64%), mentre le altre risultano avere una minore penetrazione. Rispetto alla prima edizione della ricerca, sale al 73% (vs. 63%) la percentuale delle imprese che dichiara di conoscere almeno una tecnologia; una crescita decisamente inferiore alle attese, a dimostrazione del fatto che esiste una quota di imprese che si auto-esclude dal fenomeno, o per motivi dimensionali o, peggio, culturali.

D2. Quanto le stanno impiegando, e come?

Il 49% delle aziende ha svolto / sta svolgendo progetti di miglioramento volti ad implementare almeno una delle tecnologie investigate (+19% rispetto alla prima edizione della ricerca). La Stampa 3D è quella maggiormente impiegata (anche se paradossalmente non è quella più conosciuta), seguita dall'Industrial Internet of Things. Una quota parte non irrilevante del campione (20%, +5% rispetto alla prima edizione della ricerca) ha comunque in corso delle attività di studio preliminare di alcune tecnologie abilitanti, che si concretizzeranno nei prossimi mesi (anche per non perdere il treno degli incentivi fiscali del piano Calenda). In termini di coinvolgimento funzionale, le aree più coinvolte risultano essere Ricerca&Sviluppo, Produzione, Sistemi informativi (funzione abilitante la trasformazione 4.0) e, non ultima, direttamente la Direzione aziendale (sponsor e governance del cambiamento).



D3. Che benefici stanno ottenendo?

Grazie alla trasformazione digitale abilitata dalle tecnologie, le aziende ritengono di poter migliorare in primis **la qualità dei prodotti, ricercando comunque un contenimento dei costi e livelli di servizio sempre più elevati**. È quindi evidente la volontà delle imprese di raggiungere il 4.0 superando il classico trade-off costi-ricavi, aumentando cioè le vendite e quindi il fatturato, garantendo però tempi di risposta sempre più brevi e riuscendo a ridurre i costi, aumentando conseguentemente la marginalità.

D4. Quali ostacoli stanno incontrando?

Il fattore ostativo principale alla diffusione del paradigma 4.0 sembra essere, sorprendentemente, **la non ancora piena maturità delle tecnologie abilitanti**. Tale risultato è in realtà coerente con la dichiarata limitata conoscenza delle tecnologie (quesito D1.), che in realtà in molte altre aziende hanno al contrario già dimostrato di essere impiegabili con successo. Secondo fattore ostativo, a nostro avviso assolutamente quello più rilevante, risulta essere **l'assenza di competenze interne e la contemporanea difficoltà a reperirle sul mercato**. Solo il 14% del campione dichiara come ostacolo significativo **l'entità dell'investimento richiesto** (presumibilmente anche in relazione alla volontà di godere delle agevolazioni proposte dal piano Calenda).

D5. Di quali competenze necessitano?

In media, solo una azienda su sei ritiene di avere già in casa le competenze necessarie per lo svolgimento di progetti 4.0; il quadro migliora lievemente guardando alle sole tecnologie più note (ed impiegate) quali Industrial Internet of Things, Additive manufacturing e Big Data. Più nello specifico, le aziende ricercano con maggiore enfasi competenze e figure professionali di estrazione tecnica, in grado di avviare ed impiegare nel tempo le nuove tecnologie digitali; minore rilevanza viene invece assegnata a figure di natura manageriale/gestionale, come il **Chief Digital Officer** o il **Digital Strategist**, considerate non fondamentali, almeno nel breve periodo.

D6. Quali sono le misure più apprezzate del piano Calenda?

Come ci si poteva attendere, tra le misure proposte dal piano Calenda, la parte del leone è assegnata alle **agevolazioni fiscali relative all'acquisto o al rinnovo di impianti / macchinari / attrezzature (iper ammortamento)**. A seguire, **l'analoga agevolazione a favore dei software (super ammortamento)**. Distaccato, ma ancora di significativo interesse, il credito di imposta (potenziato) per le attività di ricerca e sviluppo, spesso propedeutiche agli investimenti in tecnologia di cui sopra. Tutte le altre misure previste risultano mediamente o non note o comunque di ridotto interesse.



Metodologia e obiettivi della ricerca

La principale domanda a cui la ricerca vuole dare risposta è la seguente: **come le aziende manifatturiere italiane stanno approcciando il paradigma 4.0, con quali risultati e a fronte di quali difficoltà?**

Rispetto alla prima edizione della ricerca, questa seconda vuole indagare in modo esplicito e mirato il concetto di impresa intelligente e connessa, quindi di Impresa 4.0. Per poter raggiungere tale obiettivo, si è deciso di impiegare una metodologia che potesse essere il più possibile assimilabile a quella utilizzata per la prima edizione della ricerca, garantendo la massima confrontabilità dei dati raccolti.

In primis, la ricerca si focalizza sul solo comparto manifatturiero italiano, senza vincoli in termini di **dimensioni aziendali** (micro, piccole, medio e grandi imprese sono considerate) **e di settori** (partendo dall'industria alimentare, al chimico, passando per la metallurgica, il machinery, sino all'automotive). Tale scelta è coerente con quella della prima edizione della ricerca: data l'ampiezza delle tecnologie considerate e dalla loro applicabilità (quantomeno potenziale) in tutti i settori manifatturieri, non avrebbe senso operare esclusioni ex ante.

Questa volontà di tracciare e rilevare le differenti modalità di approccio al fenomeno da parte di aziende di diverse dimensioni/comparti si è declinata nello sviluppo di una **survey di carattere esplorativo**, volta a raccogliere informazioni empiriche. Si è optato per un **questionario a risposte miste aperte / chiuse**, somministrato **on-line**.

Tale questionario è **suddiviso in 10 sezioni**, leggermente differenti rispetto a quelle progettate per la prima edizione.

Le prime due sezioni anche in questo caso sono dedicate alla raccolta delle informazioni generali dell'azienda, del rispondente ed alcune domande relative ad una serie di prerequisiti tecnologici dell'azienda (es. livello di informatizzazione dei processi).

La successiva sezione, introdotta ex-novo, ha l'obiettivo di valutare il posizionamento generale dell'azienda rispetto al paradigma 4.0, valutando quali misure siano state messe eventualmente in campo e quale sia la governance di tali piani di azione. Le successive sei (strutturalmente identiche) coprono le altrettante tecnologie analizzate, con l'obiettivo di indagare il livello di conoscenza/rilevanza/utilizzo, nonché gli ostacoli incontrati ed i benefici attesi/raggiunti.

Alcune domande integrative sono state inserite per indagare le competenze necessarie allo sfruttamento completo delle tecnologie; di particolare interesse è l'identificazione di quali siano queste competenze chiave e del processo creazione delle stesse, tramite formazione interna oppure acquisizione dall'esterno. Infine, l'ultima sezione della ricerca, è stata dedicata alla valutazione del piano Calenda, con l'obiettivo di rilevare l'apprezzamento o meno delle diverse misure previste dal nostro governo per supportare il paradigma 4.0.

Tabella 2 - Struttura del questionario di indagine

STRUTTURA DEL QUESTIONARIO	
Sez. 1	Informazioni anagrafiche dell'azienda Pre-requisiti tecnologici
Sez. 2	Informazioni anagrafiche del rispondente
Sez. 3	Approccio aziendale al paradigma 4.0 
Sez. 4 - 9	Stato dell'arte della tecnologia: • Descrizione progetti pianificati/in corso/svolti • Aree aziendali impattate e coinvolte • Competenze richieste/necessarie  • Principali risultati ottenuti (vs. aspettative) • Analisi redditività investimenti sostenuti <i>(1 modulo a sé stante per ogni tecnologia indagata. È previsto che la compilazione di ciascun modulo possa essere affidata a persone diverse in azienda, in funzione delle specifiche competenze detenute)</i>
Sez. 10	Analisi delle misure del piano Calenda 

La **struttura** del questionario è stata progettata in ottica di **modularità**: coerentemente con gli obiettivi della ricerca, volta ad indagare sia la conoscenza delle tecnologie da parte delle aziende sia il livello di (eventuale) utilizzo delle stesse, è stato necessario dare l'opportunità ai rispondenti di non compilare le sezioni tecnologiche verso le quali non avessero nessun tipo di conoscenza/interesse. Ogni azienda partecipante ha avuto così la possibilità di affidare la compilazione dei vari moduli a persone differenti, in funzione delle specifiche competenze richieste.

Coerentemente con la struttura descritta, la ricerca intende rispondere principalmente a 6 domande:

Tabella 3 - Le domande della ricerca

OBIETTIVO	
Rilevare e quantificare la propensione al paradigma Impresa 4.0 delle aziende manifatturiere italiane	
D1	Quali conoscenze hanno le aziende delle tecnologie abilitanti 4.0 ?
D2	Quanto le stanno impiegando , e come?
D3	Che benefici stanno ottenendo (rispetto alle attese)?
D4	Quali ostacoli stanno incontrando?
D5	Di quali competenze necessitano? 
D6	Quali sono le misure più apprezzate del piano Calenda ? 



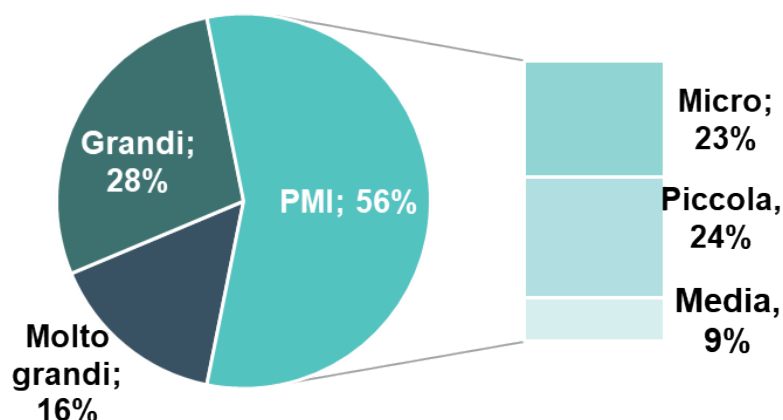
Descrizione del campione della ricerca

Il campione definitivo della ricerca è costituito da **105 aziende manifatturiere (+35 unità rispetto alla prima edizione)**, con attività produttive (anche) in Italia.

Una prima segmentazione del campione può essere realizzata in funzione delle **dimensioni aziendali**. Per aziende che appartengono a gruppi multinazionali, si è deciso di utilizzare in questa classificazione il solo fatturato della sede italiana, così da considerare la reale dimensione delle attività aziendali nel nostro paese, non conteggiando quanto svolto a livello globale da altre sedi in differenti nazioni. Nel dettaglio, si è inoltre deciso di non utilizzare la classificazione standard dell'Unione Europea delle PMI¹³, ritenuta troppo generalista e poco adatta al caso in esame, in cui peraltro compaiono anche aziende di più grandi dimensioni. Si è quindi deciso di adottare la seguente classificazione:

- Aziende *Molto grandi*: aziende con un fatturato annuo superiore ai 300 milioni di €
- Aziende *Grandi*: aziende con un fatturato annuo compreso tra 50 e 300 milioni di €
- Aziende *PMI*: aziende con un fatturato annuo inferiore ai 50 milioni di €

Figura 7 – Segmentazione del campione per dimensione aziendale



L'analisi dimensionale evidenzia una significativa eterogeneità, visto che circa la metà del campione è composta da PMI e l'altra da imprese medio-grandi.

In particolare si nota come, rispetto alla configurazione del tessuto industriale italiano composto per circa il 98% da micro e piccole imprese con meno di 10 addetti¹⁴, il campione della ricerca sia sbilanciato verso aziende di dimensioni maggiori. Tale composizione appare ragionevole considerando la volontà di studiare la diffusione di nuove tecnologie digitali, maggiormente accessibili ad aziende più strutturate e con una maggiore disponibilità di risorse (economiche e non) da poter investire per la loro adozione ed implementazione.

Complessivamente, il campione appare sufficientemente eterogeneo da permettere valutazioni circa la trasversalità e l'applicabilità del paradigma 4.0 (anche) in funzione delle dimensioni aziendali.

¹³ - Raccomandazione 2003/361/CE - Commissione Europea – Maggio 2003

¹⁴ - Statistiche nazionali sulla struttura delle imprese - ISTAT

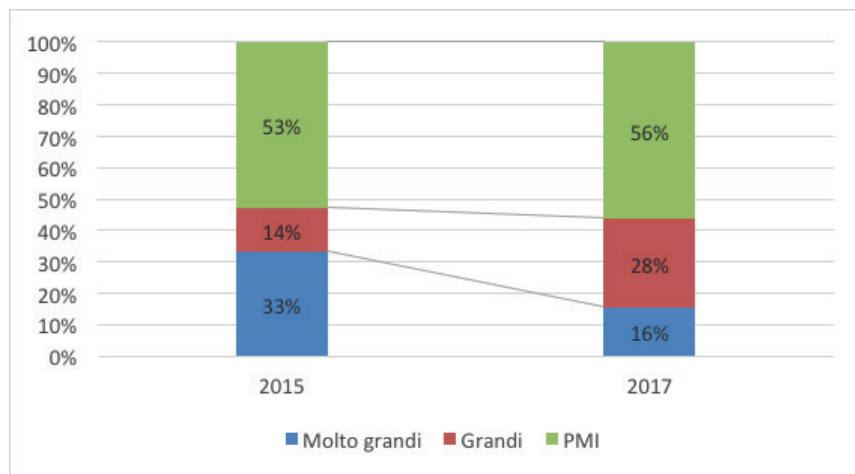


Figura 8 - Composizione dimensionale dei campioni della ricerca nelle due edizioni

Verificata l'eterogeneità dimensionale, è possibile fare alcune considerazioni in merito alla **composizione per settori industriali** delle imprese del campione, attraverso la valutazione del codice ATECO 2007¹⁵ di ciascuna azienda. Nel grafico di Figura 9 vengono riportati i macro settori all'interno dei quali si collocano le aziende esaminate, da quello più rappresentato a quello meno.

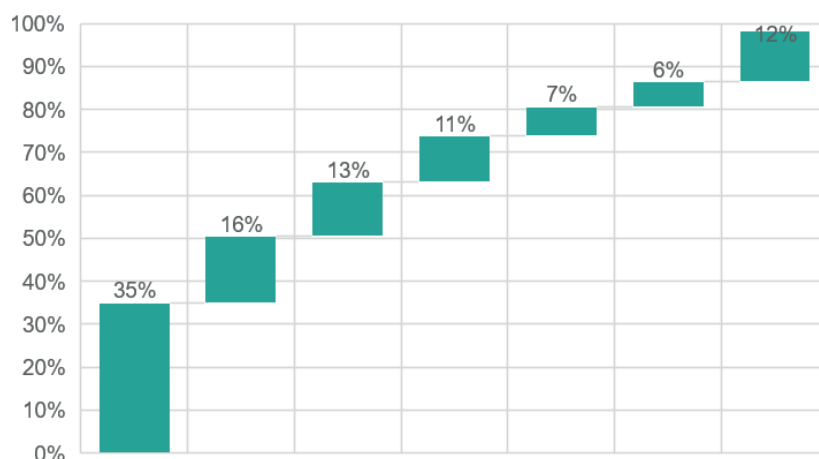


Figura 9 - Segmentazione del campione per settore industriale

I macro settori rappresentati in figura 9 sono ovviamente delle aggregazioni di singoli comparti ATECO, permettendo una lettura più fluida e semplice delle analisi successive. In particolare, si tratta di:

- **Macchinari:** in questa categoria ricadono le aziende con codice ATECO 28 (Fabbricazione di macchinari ed apparecchiature)
- **Prodotti in metallo:** in questa categoria ricadono le aziende con codice ATECO 25 (Fabbricazione di prodotti in metallo, esclusi macchinari e attrezzature)

15 - <http://www.istat.it/it/archivio/17888>

- **Apparecchiature elettriche:** in questa categoria ricadono le aziende con codice ATECO 27 (Fabbricazione di apparecchiature elettriche ed apparecchiature per uso domestico non elettriche) e con codice 26 (Fabbricazione di computer e prodotti di elettronica e ottica; apparecchi elettromedicali, apparecchi di misurazione e di orologi)
- **Metallurgia:** a questa categoria appartengono le aziende con codice ATECO 24 (Metallurgia)
- **Automotive:** comprende le aziende appartenenti ai settori 29 (Fabbricazione di autoveicoli, rimorchi e semirimorchi) e 30 (Fabbricazione di altri mezzi di trasporto)
- **Altre industrie manifatturiere:** comprende aziende appartenenti al settore 32 (Altre industrie manifatturiere), comprendente imprese per la produzione di gioielli, giocattoli, articoli sportivi, etc.
- **Altro:** comprende i restanti settori manifatturieri (che assommano una sola azienda ciascuno)

Anche questa segmentazione restituisce una **buona eterogeneità** del campione, permettendo l'identificazione di eventuali relazioni specifiche tra il settore manifatturiero di appartenenza e l'adozione del paradigma 4.0.

Valutando inoltre la localizzazione geografica delle aziende del campione emerge chiaramente una predominanza di imprese del nord Italia, coerentemente con la composizione dell'universo di partenza. Nello specifico, il 67% delle aziende ha sede in Lombardia, il 17% nel Triveneto (Veneto-Trentino Alto Adige-Friuli Venezia Giulia), il 10% nel centro Italia (Marche, Toscana, Umbria, Emilia Romagna) ed infine il 5% nel Nord Ovest (Piemonte, Liguria e Valle d'Aosta).

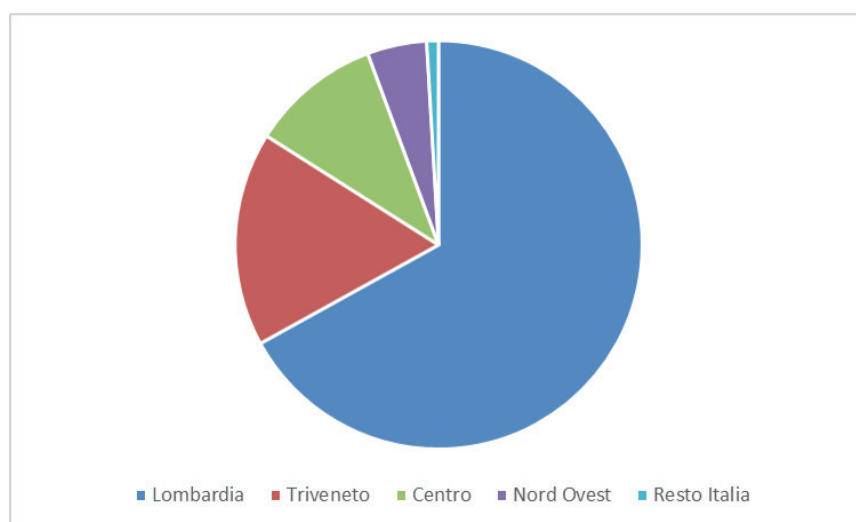


Figura 10 - Stratificazione del campione per localizzazione geografica

Altro elemento di interesse è il conteggio delle aziende che hanno partecipato sia alla prima che alla seconda edizione della ricerca. Si evince che, delle 80 aziende che hanno partecipato alla prima fotografia del 2015, circa la metà ha partecipato anche all'edizione del 2017. Ciò significa che per circa il 30% del nuovo sample di indagine si dispone di informazioni relative anche alla rilevazione del 2015.



Le aziende italiane e il paradigma 4.0

Prima di procedere alla descrizione puntuale dei risultati (quali siano le tecnologie più note, quelle maggiormente impiegate, quali i benefici abilitati e le difficoltà incontrate dalle imprese italiane) è interessante descrivere il quadro d'insieme che emerge analizzando le oltre 100 compilazioni ottenute. Si vuole, in sostanza, rispondere ad una domanda cruciale: **quante sono le aziende che stanno già abbracciando il paradigma 4.0, e come si posizionano quelle che invece ancora non lo hanno fatto?**

Per dare una risposta chiara ed esaustiva, vanno introdotte le seguenti variabili complesse:

- La prima è la **Rilevanza** che un'azienda assegna ad ognuna delle 6 tecnologie digitali investigate. La rilevanza tiene in considerazione due aspetti differenti: la **conoscenza** della tecnologia da parte dell'azienda e l'**interesse** che dichiara verso le applicazioni nel proprio contesto. Incrociando queste due differenti variabili semplici, è possibile identificare quanto un'azienda sia predisposta allo studio e alla successiva implementazione della tecnologia, in funzione di quanto ritenga utile il suo utilizzo lungo i propri processi e/o nei propri prodotti.
- La seconda è data dall'**Utilizzo** della tecnologia, ovvero dallo stadio di implementazione che ha raggiunto. In particolare, il processo che va dal non aver intrapreso ancora nessuna azione concreta all'utilizzo effettivo, è stato suddiviso in 7 macro fasi: (i) nessuna azione, (ii) studio preliminare, (iii) analisi di fattibilità, (iv) pianificazione dell'investimento, (v) implementazione in corso, (vi) utilizzo della tecnologia e (vii) abbandono della tecnologia.

Entrambe queste variabili sono quindi valutate per ogni singola tecnologia investigata ed hanno dimensioni a 3 livelli:

- Rilevanza: alta, media, bassa
- Utilizzo: nessuna azione intrapresa, studio e analisi di fattibilità, investimento e pianificazione

L'incrocio di queste due variabili, unitamente ad una terza variabile che è rappresentata dal numero di tecnologie sulle quali l'azienda si sta muovendo (anch'essa valutata su 3 livelli, ovvero: meno di 2 tecnologie, tra 2 e 4, e maggiore di 4), permette di posizionare le aziende all'interno della matrice illustrata in Tabella 4.

Tabella 4 - Matrice di posizionamento delle aziende

	# TECNOLOGIE UTILIZZATE		
	Meno di 2	Tra 2 e 4	Maggiore di 4
Meno di 2	RITARDATARI	PRATICONI	
Tra 2 e 4	TEORICI	IN CAMMINO	
		FOCALIZZATI	POLIVALENTI
Maggiore di 4		STELLE	

Nello specifico, partendo dalle 9 potenziali categorie complessive derivanti dall'incrocio del numero di tecnologie sulle quali le aziende hanno espresso giudizi in merito a rilevanza e utilizzo, si è deciso di consolidarne alcune poche popolate e

difficilmente distinguibili, giungendo alle 6 proposte. Tali classi devono essere lette nella seguente maniera:

- **RITARDATARI:** in questa categoria rientrano le aziende che hanno approfondito al più una tecnologia, senza assegnare ad essa una significativa rilevanza e senza svolgere alcuna azione empirica. Sono ovviamente oggi le aziende più lontane dalla configurazione 4.0;
- **PRATICONI:** a questa categoria appartengono le aziende che, pur poco propense allo studio e all'approfondimento delle tecnologie, hanno deciso di lanciare diversi progetti pilota (≥ 2) allo scopo di verificare direttamente sul campo la rilevanza. Per tali aziende si riscontra una duplice accezione di "rischio": positiva la componente che permette di "gettare il cuore oltre l'ostacolo" in virtù della richiesta da parte del mercato di "essere veloci", negativa quella che considera l'assenza di approfondimento teorico come la probabile anticamera dell'insuccesso, visto che l'eccessiva fretta potrebbe generare un impiego non ottimale delle tecnologie, quindi risultati al di sotto delle aspettative e il conseguente abbandono delle stesse;
- **TEORICI:** in questo cluster al contrario si posizionano quelle aziende che prima di fare hanno bisogno di sviluppare forte competenza teorica. Sono cioè quelle aziende che adottano un approccio rigoroso e strutturato, che svolgono intense e accurate fasi di analisi per comprendere quali delle tecnologie disponibili possano essere impiegate con soddisfazione. Sono quindi quelle aziende che approcciano teoricamente tutte (o quasi) le tecnologie disponibili, latitando però nella realizzazione di progetti implementativi;
- **FOCALIZZATI:** le aziende di questa categoria sono certamente già "in cammino" verso il paradigma 4.0. Come i teorici, non disdegnano la teoria, ma la sanno applicare concretamente, almeno all'interno di un sotto-insieme di tecnologie considerate più rilevanti;
- **POLIVALENTI:** queste aziende, "in cammino" come i FOCALIZZATI, hanno elementi di comunanza con i PRATICONI di cui sopra, perché hanno un approccio prevalentemente pratico. Studiano il giusto, poi fanno partire concreti casi pilota, di cui misurano attentamente i benefici. Rispetto ai FOCALIZZATI, sono aziende che hanno deciso di intraprendere progetti su un numero maggiore di tecnologie (>4), tendenzialmente superiore a quelle per le quali è stata svolta una fase di studio teorico;
- **STELLE:** sono le aziende che stanno effettivamente applicando il paradigma 4.0. Essere 4.0 non significa infatti abbracciare puntualmente 1-2 tecnologie digitali per rispondere a specifiche esigenze, magari di singoli reparti / aree di business, senza che queste siano tra di loro integrate e interconnesse. Essere veramente 4.0 vuol dire riuscire ad applicare in modo pervasivo all'interno dei processi diverse tecnologie digitali, in grado di comunicare e scambiare dati e informazioni per prendere decisioni rapide e consapevoli, gestire in tempo reale cambiamenti improvvisi del contesto, essere flessibili nell'applicare le modifiche necessarie, nonché garantire livelli di efficienza e sostenibilità sufficientemente elevati.

A valle della presentazione di questa matrice, è ora possibile rispondere alla domanda che ci si poneva ad inizio paragrafo: **come si posizionano le aziende italiane rispetto al paradigma 4.0?** La risposta è nella Tabella 5.

Tabella 5 – Il posizionamento delle aziende italiane nel framework

	# TECNOLOGIE UTILIZZATE		
	Meno di 2	Tra 2 e 4	Maggiore di 4
Meno di 2	RITARDATARI 47%	PRATICONI 11%	
Tra 2 e 4	TEORICI 2%	IN CAMMINO	
		FOCALIZZATI 32%	POLIVALENTI 3%
Maggiore di 4		STELLE 5%	

Il 47% delle aziende (i RITARDATARI) non sta sostanzialmente muovendo nessun passo verso il paradigma 4.0, se non qualche limitato carotaggio teorico del tutto preliminare. L'11% del campione si posiziona invece nella categoria dei PRATICONI: aziende che, pur senza una ragionevole certezza dei risultati ottenibili e senza obiettivi altrettanto formalizzati, ha deciso di adottare un approccio pratico, che mira a valutare l'applicabilità di diverse tecnologie, direttamente sul campo. Approccio opposto a quello dei TEORICI (solo il 2% del campione), cioè di quelle aziende che sembrano approfondire qualsivoglia area tecnologica, ma che poi frenano quando è il momento di trasformare la teoria in pratica, o perché gli investimenti sono troppo elevati, o perché sono spaventate dal cambiamento che sarebbe richiesto, oppure perché i benefici stimati sono inferiori alle attese.

Ben diverso il discorso per il 35% di aziende che risultano a tutti gli effetti "in cammino", in relazione ai diversi progetti pilota già intrapresi, derivanti da una coerente analisi teorica preliminare. Meglio di queste, solo le stelle della nostra indagine, cioè le imprese che stanno davvero pervasivamente applicando diverse tecnologie all'interno dei processi, cercando sinergie e generando integrazione di filiera.

Dalla Figura 11 emerge un messaggio per certi versi quasi scontato ma non per questo poco importante: in industria (o impresa) 4.0, le dimensioni contano. Delle imprese facenti parte le classi dei RITARDATARI, dei PRATICONI e dei TEORICI, cioè le più lontane dal paradigma 4.0, il 75% sono PMI. In altri termini, le PMI appaiono meno predisposte alla trasformazione 4.0, non solo in termini di risorse investibili, bensì anche in termini culturali. Ciò non significa affatto che le PMI non possano accedere alla rivoluzione 4.0 in atto: per definizione tutte le aziende possono approcciare la trasformazione digitale delle proprie attività. La riprova sta nel fatto che esiste 1 PMI che si posiziona all'interno del cluster delle stelle, al pari di aziende molto più grandi e strutturate.

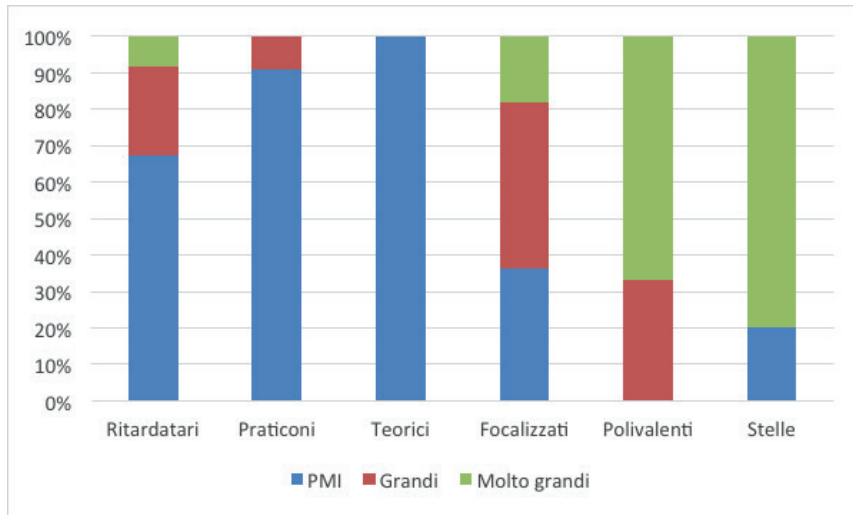


Figura 11 - Cluster 4.0 e dimensioni aziendali

Complessivamente emerge una fotografia dai lineamenti definiti. Più della metà del campione è effettivamente in forte ritardo nel percorso di avvicinamento al paradigma 4.0, ma c'è un significativo 35% che al contrario è in cammino verso la trasformazione digitale e addirittura un 5% che si può già oggi definire 4.0.

CONFRONTO CON ALTRE RICERCHE

Una recente ricerca condotta da Digital360, che ha preso in esame 135 aziende del manifatturiero di dimensioni medio grandi, nessuna delle quali al di sotto dei 100 addetti, mostra elementi di comunanza con i nostri risultati. Dalla ricerca si evince infatti come le aziende intervistate abbiano una certa confidenza con alcune tecnologie chiave della terza rivoluzione industriale, quelle cioè che hanno guidato l'automazione di fabbrica, mentre su alcuni asset chiave di Industria 4.0, in primis il cloud manufacturing, il livello di adozione è ancora molto basso. La classificazione proposta colloca un significativo 21% di aziende nella categoria delle "Belle Addormentate", inconsapevoli di quanto sta accadendo intorno a loro, cui si aggiunge un 29% di "Teoriche", ovvero realtà che sulla carta sembrano aver compreso, ma in pratica non hanno mosso un dito. Un dato non troppo dissimile da quello raccolto da noi, che posiziona il 50% delle aziende nelle categorie RITARDATARI e TEORICI. Rispetto all'11% proposto da RISE, Digital360 evidenzia circa il 15% di imprese di limitata cultura ma piene di volontà di agire. Il restante 35% si divide tra le imprese che vengono assimilate a quelle collocate nella categoria IN CAMMINO (15%) e le "Attaccanti", pienamente convinte nei loro percorsi di adozione pari al 20% del campione. Qui si riscontra l'unica significativa differenza rispetto alla ricerca RISE, che ne conta solo il 5%. Riteniamo che tale differenza sia riconducibile alla diversa dimensione aziendale media del sample di indagine. Come evidenziato dalla Figura 11, è evidente una relazione tra le dimensioni aziendali e il livello di vicinanza al paradigma 4.0: campioni di differente composizione (come quelli impiegati dalla ricerca RISE e DIGITAL360), uno maggiormente baricentrato su aziende di piccola-media dimensione e l'altro più orientato alle grandi imprese, possono fornire fotografie anche significativamente differenti.



A chi compete in azienda la trasformazione 4.0

Dopo aver posizionato le aziende nella matrice di Tabella 5, è opportuno investigare quale sia la figura e, soprattutto, da quale livello gerarchico provenga, in grado di lanciare e trascinare l'azienda verso la configurazione 4.0. Chiedendo chi fosse lo sponsor delle iniziative 4.0 in azienda, è emerso un dato molto interessante: nella metà dei casi, è direttamente il **vertice aziendale** a farsi carico di guidare l'azienda nella valutazione e successiva implementazione delle nuove tecnologie digitali. Essendo una rivoluzione industriale abilitata sia dalle tecnologie, ma con impatti soprattutto sul modo di lavorare delle aziende e delle persone, è più che ragionevole che sia l'imprenditore, o il top management nelle imprese più strutturate, a "committare" la trasformazione digitale, vincendo sul nascere le resistenze interne al cambiamento e definendo la nuova identità organizzativa aziendale. Nel 20% dei casi rimanenti la responsabilità è affidata a capi funzione e per un altro 20% il ruolo è affidato all'IT, nella visione, un tantino datata, che tutto ciò che riguardi l'innovazione digitale debba necessariamente transitare dai sistemi informativi.

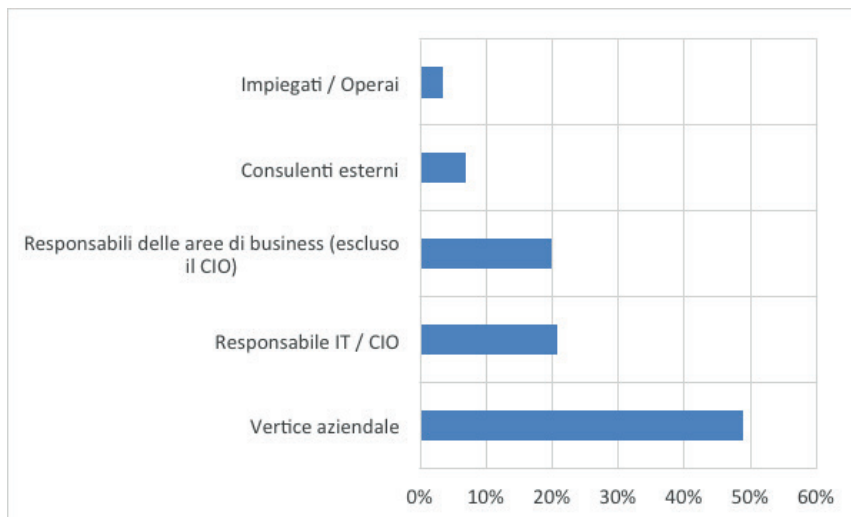


Figura 12 - Sponsor aziendale della trasformazione 4.0

Una volta chiarito chi è lo sponsor in azienda della trasformazione 4.0, è lecito chiedersi a chi spetti la **governance** dei progetti di innovazione digitale. Come si evince dalla Figura 13, circa la metà del campione non dispone di alcuna figura che attualmente si faccia carico di gestire questo processo in modo formalizzato ed esplicito. Questi valori sono ovviamente piuttosto in linea con la classificazione delle aziende esposta in Tabella 5: i RITARDATARI, ancora poco consapevoli di come si stia rapidamente trasformando il settore manifatturiero, non avvertono il bisogno di dotarsi di una figura che governi un cambiamento nemmeno in atto. Le aziende che invece almeno parzialmente stanno muovendosi verso la configurazione 4.0 affidano la governance a persone che vi si dedicano a tempo parziale (35%); solo il 15% possiede già una figura totalmente dedicata a questo scopo.

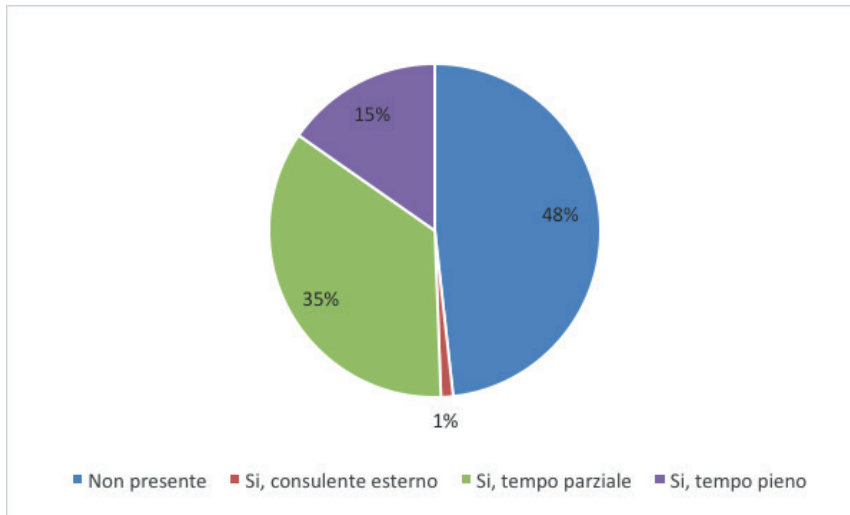


Figura 13 - Figura deputata alla governance della trasformazione digitale

INDUSTRY 4.0 E LEAN MANUFACTURING

Poche aziende stanno attuando un approccio strutturato per implementare le leve di Industry 4.0. Secondo una ricerca di McKinsey¹⁶, solo il 16% ha una strategia chiara e solo il 24% ha assegnato chiare responsabilità. Anche queste ultime aziende commettono però spesso un errore: o attribuiscono la responsabilità del cambiamento a una funzione di staff, senza potere di esecuzione diretta, o assegnano la responsabilità a figure troppo in basso nell'organigramma. In entrambi i casi, la realizzazione del pieno potenziale d'impatto è compromessa. In definitiva, intraprendere il percorso verso Industry 4.0 significa prendere un rischio ed è ben noto come non sia possibile delegare i rischi. Il top management deve necessariamente assumersi la responsabilità decisionale e applicare un approccio programmatico per guidare l'azienda in modo rapido ed efficace.

In questo senso, sempre più spesso si accosta il fenomeno di Impresa 4.0 a quello della Lean Manufacturing. Sempre McKinsey sostiene che i consolidati principi del LEAN THINKING / MANUFACTURING, continuino ad essere indispensabili anche per approcciare il paradigma 4.0. Industry 4.0 può essere interpretato e considerato come una rivoluzione «lean digital enabled»: grazie alla disponibilità di dati in tempo reale e ai potenti sistemi di analytics, i vantaggi derivanti da aumento dell'efficienza e della produttività potranno superare anche le migliori aspettative ottenibili con i soli principi lean tradizionali. In sostanza: «che senso ha digitalizzare gli sprechi o comunque le attività non pienamente a valore aggiunto? Prima faccio pulizia, razionalizzo, poi digitalizzo».

I punti in comune tra i due fenomeni sono facilmente individuabili:

1. Industry 4.0 è un fenomeno di interesse per tutto il business aziendale, non per la sola area IT. L'area IT abilita Industry 4.0, ma non ne guida l'implementazione. Le aziende spesso tentano di individuare come applicare le nuove tecnologie integrandole con gli attuali Sistemi. Invece dovrebbero considerare come applicare le tecnologie al loro business del futuro, analizzando gli impatti in ottica di filiera e svolgendo business-case specifici.

16 - Industry 4.0 demystified–lean's next level, McKisney, 2017

2. Industry 4.0 è legata a doppio filo alle persone e alle competenze presenti in azienda. La commistione di tecnologie e persone è critica e rilevante, così come lo è nei progetti di lean manufacturing. Le tecnologie, come robot collaborative o algoritmi avanzati sono oramai delle commodities e facili da installare. Tuttavia, per raggiungere il massimo del potenziale che queste tecnologie possono offrire è fondamentale rivedere i propri processi, identificare delle competenze specifiche e riorganizzare la propria struttura aziendale. È quindi necessario che le aziende identifichino in modo prioritario le skills richieste per questo processo, all'interno della propria struttura e in quella dei partner di filiera.

Ma sono altrettanto evidenti alcuni punti di rottura e distacco tra i due approcci. Il primo è legato al coinvolgimento del personale: se è vero che entrambi hanno nella componente umana una delle direttrici principali, i progetti Lean vedono nell'operatore di reparto l'attore principale, colui che non solo implementa il cambiamento, ma ne diventa anche il promotore diretto. Impresa 4.0 invece vede nell'operatore colui che deve saper adattare le proprie competenze per abbracciare le nuove tecnologie, ma che certamente non potrà essere la figura che diffonde il paradigma 4.0 nell'azienda. Inoltre, quando si parla di Lean e Impresa 4.0, si fa riferimento a innovazioni di magnitudo radicalmente differente: la prima porta con sé un'innovazione incrementale, realizzata attraverso piccoli passi quotidiani, secondo le ben note logiche del miglioramento continuo; la seconda, invece, genera innovazioni radicali, che generano un momento di discontinuità con il passato, in grado potenzialmente di rilanciare l'azienda verso obiettivi non raggiungibili con innovazioni incrementali. (Figura 14).

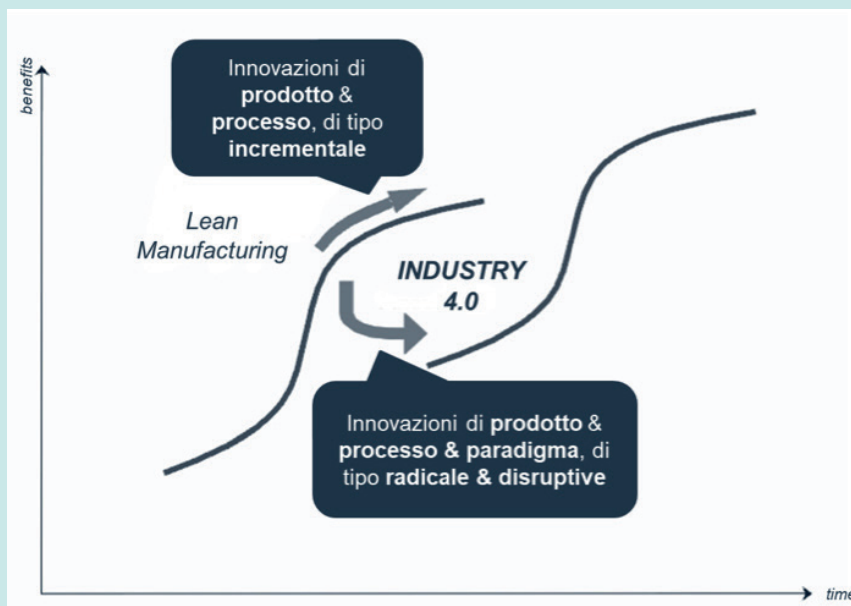


Figura 14 - Innovazione incrementale (lean) vs. radicale (industry 4.0)



I pre-requisiti per diventare aziende 4.0

La trasformazione digitale verso il paradigma 4.0 è un percorso che richiede tempo. Perché le aziende che approcciano questo cambiamento abbiano successo, sono necessari una serie di fattori e pre-requisiti senza i quali difficilmente potranno essere raggiunti gli obiettivi prefissati:

- Deve essere presente in azienda una convinzione che nasce direttamente dal vertice circa la necessità di perseguire questo cambiamento, in grado imporre una decisa governance con cui pilotare e gestire i progetti di innovazione digitale, guidando gli investimenti ed il consumo di risorse nella direzione corretta;
- A fronte di questa guida decisa e sicura, è strettamente necessario che l'intera organizzazione aziendale abbracci il paradigma 4.0, rivedendo i propri processi e le proprie mansioni, eventualmente riqualificando le competenze di quelle risorse che non risultano essere allineate con le nuove tecnologie;
- Infine, perché questo cambiamento possa avvenire nel minor tempo possibile, è strettamente necessario che un'azienda abbia già intrapreso il percorso per poter essere 3.0: ovvero, un'azienda deve aver già realizzato una piena informatizzazione dei propri processi di business.

Negli ultimi anni si è consolidata l'idea che la diffusione dei sistemi informatici in azienda, sia lungo i processi di trasformazione primari sia lungo quelli di supporto, debba essere considerata parte integrante della Terza Rivoluzione Industriale. L'informatizzazione delle attività di business, grazie all'utilizzo di sistemi quali ERP, MES, CRM, BI, APS, WMS, PLM/PDM, ..., è quindi un pre-requisito per le aziende che vogliono abbracciare il paradigma 4.0. Non è pensabile infatti interconnettere in reti intelligenti macchinari, attrezzature, linee produttive, persone, stabilimenti, aziende e intere filiere logistiche e coordinarne le attività in modo armonico, senza che ognuna di queste entità sia stata prima opportunamente informatizzata.

In poche parole, **per diventare 4.0, le aziende è bene che siano già 3.0.** È evidente come tale pre-requisito di natura tecnologica influenzerà la velocità con la quale le imprese potranno divenire 4.0. Coloro che ad oggi hanno già svolto il percorso di informatizzazione, disporranno delle fondamenta grazie a cui potersi dedicare alla trasformazione digitale dei propri processi; per quelle aziende che, invece, non hanno ancora completato il proprio percorso di informatizzazione, la strada verso il paradigma 4.0 sarà più lunga e articolata, dovendo in prima battuta terminare la costruzione delle fondamenta per questa trasformazione.

Le aziende italiane, notoriamente molto propense all'innovazione di prodotto, come si posizionano rispetto ad una innovazione di processo quale è quella generata dall'informatizzazione delle proprie attività? Valutando il livello della copertura informativa dei propri processi (quali applicativi sono disponibili e per quali processi), unitamente alla configurazione e al ruolo dell'area IT, sono state identificate 3 diverse categorie in cui collocare le aziende del campione:

- **Aziende a bassa informatizzazione:** sono imprese che non dispongono di una copertura informativa di tutti i propri processi, affidandosi ancora a applicativi stand-alone o generici (es. pacchetto MS Office), in cui il ruolo dell'area IT è prettamente operativo, relativo al mantenimento in esercizio dei sw e delle periferiche disponibili;
- **Aziende a media informatizzazione:** trattasi di imprese con una sufficiente copertura funzionale dei propri processi, in cui l'area IT svolge un ruolo non solo operativo, ma viene coinvolta anche nei processi decisionali strategici;

- **Aziende ad alta informatizzazione**, ovvero quelle imprese che da un lato hanno una copertura informativa estesa a tutti i processi aziendali e dall'altro dispongono di un'area IT strutturata, in grado di gestire progetti di innovazione aziendali essendo costantemente coinvolta nelle scelte di natura strategica.

In Figura 15 è rappresentata la segmentazione delle aziende del campione per livello di informatizzazione. Un (ottimo) 38% può essere classificato ad alta informatizzazione, disponendo di tutti i sistemi e gli applicativi software necessari per il corretto funzionamento dei propri processi di business; a questo si aggiunge un 25% di aziende che sono mediamente informatizzate, cioè che hanno la necessità di intervenire puntualmente per coprire alcuni processi/aree ad oggi ancora non gestiti da applicativi integrati. Infine, il restante 37% è classificato a bassa informatizzazione: queste aziende saranno quelle che, credibilmente, incontreranno maggiori difficoltà nell'abbracciare il paradigma 4.0.

Una prima chiave di lettura, positiva, emerge da questi dati: rispetto al 5% di aziende categorizzate come STELLE, ovvero che hanno già compiuto il cammino per una piena trasformazione digitale dei propri processi, una quota parte molto superiore del campione pare avere le carte in regola per approcciare tale percorso, avendo costruito fondamenta solide su cui edificarlo. Dall'altro lato, lo stesso dato può essere interpretato in modo meno brillante: come mai, anche queste aziende adeguatamente informatizzate, non hanno ancora mosso passi significativi verso la vision 4.0?

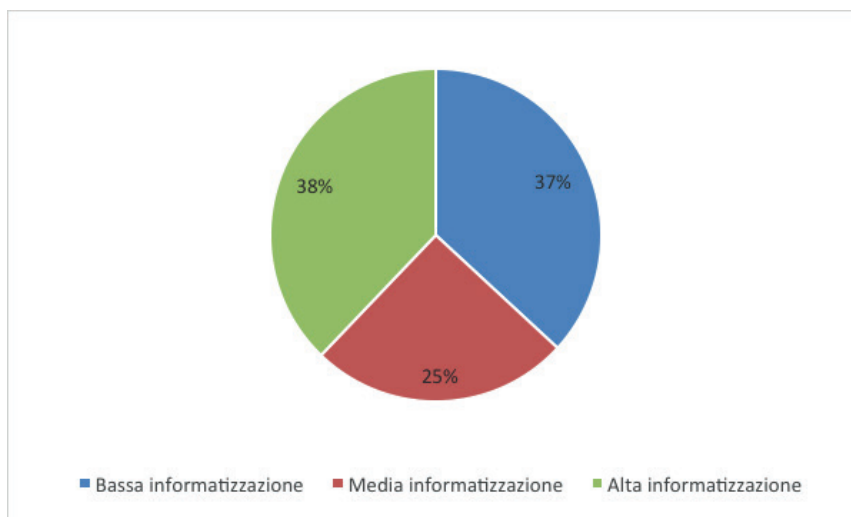


Figura 15 - Livello di informatizzazione delle imprese del campione

Per poter rispondere a questa domanda, di seguito viene proposta una classificazione delle aziende sia per livello di informatizzazione sia per appartenenza ai cluster descritti in precedenza (Figura 16). Come ci si poteva attendere, tutte le aziende che sono state identificate come STELLE manifestano dei congrui livelli di informatizzazione dei propri processi: una volta consolidata la configurazione 3.0 dell'azienda, ci si è potuti concentrare sull'evoluzione verso il paradigma 4.0. Muovendosi da destra verso sinistra, è evidente la relazione diretta tra la minore propensione all'Impresa 4.0 e il minore livello di informatizzazione. Nelle aziende che ad oggi appaiono più indietro nel cammino verso il 4.0, ovvero quelle appartenenti alle categorie RITARDATARI – PRATICONI – TEORICI, predomina un basso livello di informatizzazione: non solo l'obiettivo è lontano, ma mancano le basi per poterlo raggiungere rapidamente. Fortunatamente, anche in queste categorie, una quota parte non irrilevante (sebbene minoritaria) è dotata di una medio-alta informatizzazione, il che dovrebbe permettere l'avvio di azioni finalizzate alla trasformazione 4.0.

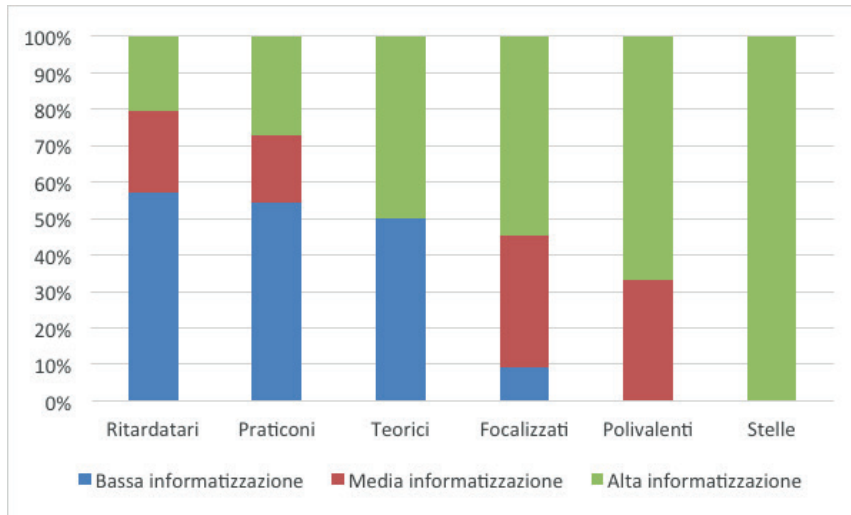


Figura 16 - Cluster 4.0 e livello di informatizzazione

Se è evidente il ruolo giocato dalla terza rivoluzione industriale quale abilitatore per la quarta, è meno evidente quale debba essere il ruolo specifico dell'area IT nel suo complesso e se questo in qualche misura influenzi l'efficacia del percorso verso lo scenario 4.0. Chiedendo alle aziende del campione quale fosse il ruolo dell'area IT in azienda, e incrociando tale variabile con i cluster 4.0 di cui sopra, si può notare un crescente coinvolgimento strategico muovendosi verso le categorie maggiormente propense al 4.0. Per tutte le aziende STELLE infatti, l'area IT è parte attiva nella definizione di una strategia aziendale che sia focalizzata sull'applicazione delle nuove tecnologie digitali; all'estremo opposto, nelle aziende dei cluster RITARDATARI – PRATICONI – TEORICI, l'area IT è concentrata sul mantenimento operativo delle infrastrutture informative aziendali, garantendone la continuità del servizio. Una via di mezzo è quella per cui l'area IT non è strategica ma è comunque elemento abilitante alle innovazioni digitali di prodotto/processo richieste dalle altre aree di business; tale configurazione intermedia è maggiormente presente nelle categorie fortemente orientate all'impiego pratico di diverse tecnologie (magari non in modo perfettamente armonico tra di loro) come quelle dei FOCALIZZATI e dei POLIVALENTI.

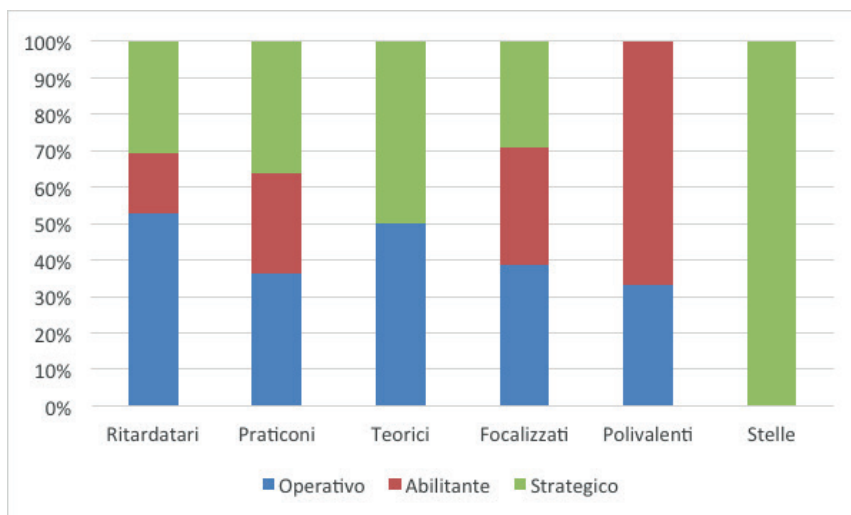


Figura 17 - Cluster 4.0 e coinvolgimento dell'area IT

Oltre al coinvolgimento, altro elemento di interesse è relativo al ruolo giocato dall'area IT nel definire le strategie future, anche con particolare riferimento alle innovazioni digitali di Impresa 4.0.

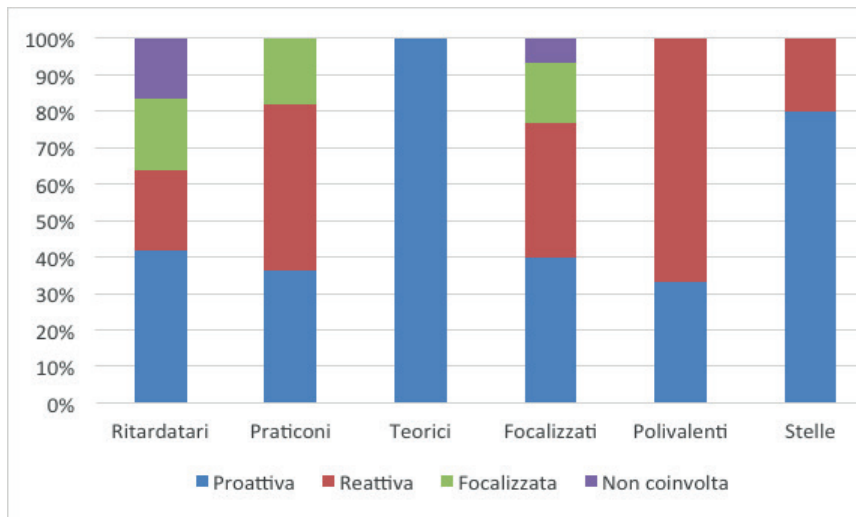


Figura 18 – Cluster 4.0 e ruolo dell'area IT

Dai numeri della nostra ricerca per l'IT emerge un ruolo significativo, anche se non sempre di primo piano. In particolare, ad essa viene spesso assegnato il ruolo di selezionatore delle tecnologie digitali da impiegare in azienda, svolgendo quindi un compito proattivo rispetto alle richieste delle singole aree aziendali. Altrettante aziende del campione dichiarano come l'area IT abbia un ruolo reattivo nei confronti delle esigenze delle altre aree di business: in questo caso, sono le altre aree di business a guidare l'IT nella valutazione delle nuove tecnologie emergenti. Muovendosi verso le categorie con una minore propensione all'innovazione digitale (destra vs. sinistra), non sorprende che l'area IT assuma via via compiti di minore rilievo: in alcune aziende il ruolo è prettamente legato ai soli temi di integrazione e sicurezza delle nuove tecnologie digitali rispetto all'infrastruttura informativa in essere (IT focalizzata), mentre in una quota ancora minore, nelle categorie più lontane dal paradigma 4.0, il ruolo è esclusivamente legato alla fase di implementazione operativa delle nuove tecnologie, scelte dalle altre funzioni senza alcun coinvolgimento preliminare dell'IT.



Le risposte alle domande della ricerca

Dopo aver illustrato il livello di maturità delle aziende del campione nei confronti del paradigma 4.0 e aver descritto alcuni pre-requisiti necessari al perseguimento della piena trasformazione digitale, nel seguito del rapporto vengono illustrate le risposte alle sei domande di partenza, esponendo nel dettaglio le principali analisi numeriche a supporto.



D1. Quali conoscenze hanno le aziende delle tecnologie abilitanti la trasformazione 4.0?

Le aziende hanno una conoscenza ancora limitata delle tecnologie digitali abilitanti il paradigma 4.0. L'Industrial Internet of Things è l'unica tecnologia nota a più della metà del campione (64%), mentre le altre risultano avere una minore penetrazione. Rispetto alla prima edizione della ricerca, sale al 73% (vs. 63%) la percentuale delle imprese che dichiara di conoscere almeno una tecnologia; una crescita decisamente inferiore alle attese, a dimostrazione del fatto che esiste una quota di imprese che si auto-esclude dal fenomeno, o per motivi dimensionali o, peggio, culturali.

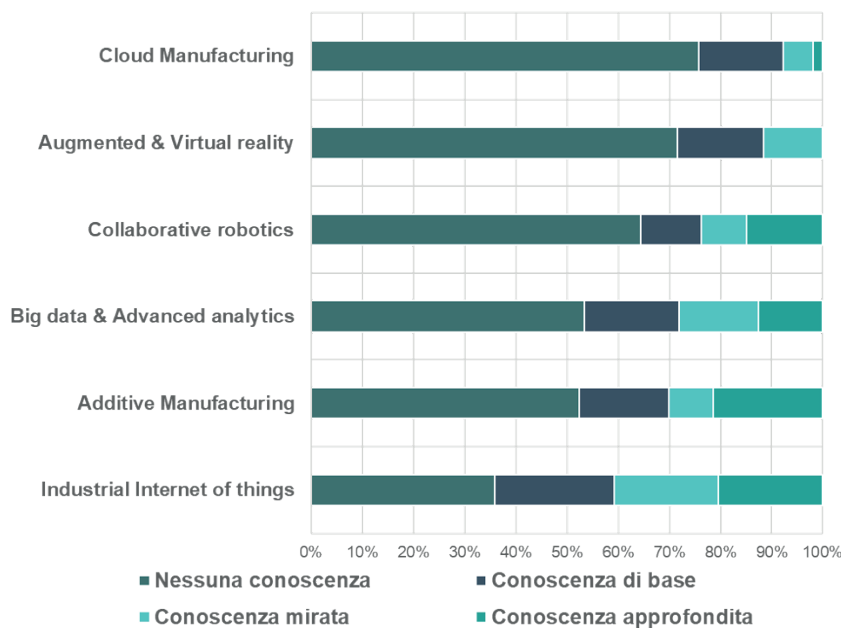


Figura 19 - Livello di conoscenza di ciascuna tecnologia

Per ciascuna tecnologia, il grafico suddivide le aziende rispondenti in funzione del livello di conoscenza posseduto, suddividendole nelle seguenti 4 categorie:

- Non conoscenza: l'azienda non conosce la tecnologia;
- Conoscenza superficiale: l'azienda ha noto il campo di applicazione generale della tecnologia, grazie alla lettura di articoli divulgativi o avendo partecipato a conferenze/workshop sul tema;
- Conoscenza media: l'azienda ha raggiunto una buona conoscenza dello stato dell'arte della tecnologia e dei benefici

potenziali, senza entrare nel merito delle specifiche opportunità per la propria realtà;

- Conoscenza approfondita: l'azienda ha approfondito non solo lo stato dell'arte, ma anche le specifiche tecniche e i paradigmi di funzionamento della tecnologia, producendo valutazioni analitiche legate ai benefici e ai costi associati ad un'eventuale applicazione all'interno del proprio contesto aziendale.

La Figura 19 evidenzia immediatamente uno scenario molto diversificato a seconda della tecnologia considerata. In particolare, emerge come per 5 delle 6 tecnologie esaminate, più della metà del campione dichiara di non avere delle conoscenze sui principi di funzionamento. In particolare, per tecnologie come l'Additive Manufacturing e i Big Data, la metà del campione dichiara di non conoscerne i paradigmi e, considerando anche coloro che hanno delle informazioni basiche, si arriva a circa il 70% del campione. Scenario leggermente peggiorativo per la robotica collaborativa, in cui il 65% del campione dichiara di non conoscere i principi base, mentre la situazione diventa ancora più evidente se ci si focalizza sulle soluzioni di Realtà aumentata e virtuale e Cloud Manufacturing, con oltre il 70% delle aziende del campione che dichiara di non sapere cosa siano. Per queste ultime due tecnologie, pur essendo simile la quota parte di aziende che dichiara di non conoscerle, il significato è molto diverso considerando il differente livello di maturità che hanno raggiunto. La realtà aumentata e virtuale è secondo gli esperti una tecnologia non più in fase embrionale, bensì pronta per applicazioni concrete in azienda. Nonostante ciò, dagli addetti ai lavori viene definita il “grande gigante dormiente”, tanto in quanto da molti anni ad oggi, a fronte di continui proclami e slogan, le applicazioni reali siano davvero molto limitate. Pare quindi significativo come, a fronte di una tecnologia spesso citata e conclamata, vi sia un numero così elevato di imprese che ne dichiara una conoscenza pressoché nulla. Discorso diverso può essere fatto per il Cloud Manufacturing: per tale tecnologia, che rappresenta forse la rappresentazione più estrema del paradigma 4.0, pare onestamente più credibile un livello di conoscenza ancora molto basso, tanto in quanto le imprese del campione non hanno ancora avuto il tempo per potersi confrontare in modo diretto con una tecnologia ancora nelle sue fasi iniziali di vita.

Infine, sebbene descritta come ultima tecnologia di questa breve dissertazione, si trova l'Industrial Internet of Things, non nota a solo il 35% del campione. Addirittura, il 40% del campione dichiara di conoscere la tecnologia in modo approfondito. Tali valori paiono in linea con la centralità della tecnologia nel paradigma 4.0: non a caso tutti i piani di intervento nazionali (cfr. ¶ Le politiche industriali a favore di Impresa 4.0) hanno come elemento abilitante e imprescindibile l'interconnessione delle risorse all'interno di un sistema cyber-fisico, possibile per l'appunto (solo) tramite le soluzioni di Industrial IoT.

Rispetto ai risultati della prima edizione della ricerca emerge un miglioramento complessivo sul livello di conoscenza dichiarata delle aziende: nel 2015 infatti circa un 33% delle aziende non conosceva nessuna tecnologia, a fronte di un 23% nel campione attuale. Un cambiamento di moderata entità, a dimostrazione che in questi due anni molto probabilmente le aziende che già conoscevano alcune tecnologie si sono mosse per approfondirne gli utilizzi e le applicazioni, mentre quelle che allora non avevano “mosso un passo” nella direzione delle nuove tecnologie sono sostanzialmente rimaste nella stessa condizione (Figura 20).

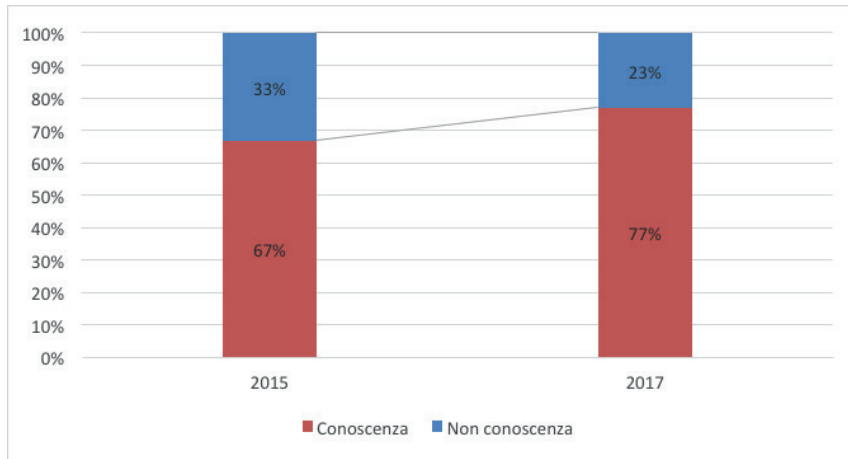


Figura 20 - Livello di conoscenza a confronto tra le due edizioni della ricerca

È significativo valutare quale sia la relazione tra i cluster 4.0 e le tecnologie considerate: quali sono quelle più note all'interno di ciascun cluster, e quali livello di conoscenza è raggiunto? Per rispondere alla prima domanda, in Tabella 6 per ogni cluster viene mostrata la segmentazione relativamente a quante aziende dichiarano una conoscenza (anche minima) di ogni tecnologia (sono quindi escluse quelle aziende che dichiarano di non conoscere in nessun modo la tecnologia). La connotazione cromatica di ogni cella identifica invece quale livello di conoscenza viene dichiarato dalla maggior parte delle aziende appartenenti al cluster medesimo sulla singola tecnologia: blu per una conoscenza di base, rosso per una conoscenza mirata ed infine verde qualora la conoscenza sia approfondita. Non sorprende constatare che coloro che non hanno ancora abbracciato il paradigma 4.0 (RITARDATARI & PRATICONI) dichiarino una conoscenza di base per tutte le tecnologie, con un livello di distribuzione coerente con l'ordinamento proposto in precedenza: in pratica le aziende di questi gruppi conoscono poco le tecnologie e hanno iniziato ad approcciare per prime quelle maggiormente conclamate dai media e da istituzioni. Altro elemento interessante, ma non sorprendente, è lo stacco netto tra questi due cluster e i successivi 3: TEORICI, FOCALIZZATI e POLIVALENTI manifestano infatti una conoscenza in media più alta, quasi sempre di natura mirata e talvolta anche approfondita. Infine, il 5% di aziende del campione appartenenti al cluster STELLE, risulta abbia approfondito tutte le tecnologie investigate.

Tabella 6 - Cluster 4.0 e livello di conoscenza

	Industrial Internet of things	Additive Manufacturing	Big data & Advanced analytics	Collaborative robotics	Augmented & Virtual reality	Cloud Manufacturing
Ritardatari	43%	21%	14%	7%	10%	5%
Praticoni	23%	14%	20%	23%	11%	9%
Teorici	25%	25%	25%	13%	13%	0%
Focalizzati	24%	20%	20%	13%	11%	11%
Polivalenti	19%	19%	19%	19%	13%	13%
Stelle	18%	18%	18%	18%	8%	18%

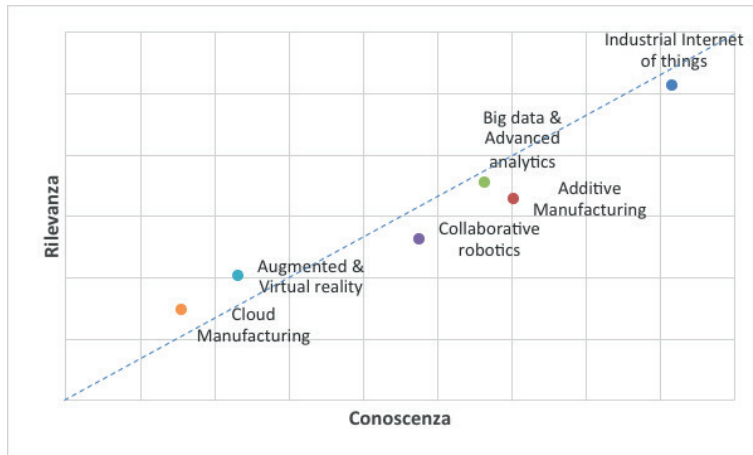


Figura 21 - Conoscenza e rilevanza delle tecnologie

Incrociando il livello di conoscenza con l'interesse, è possibile evidenziare un comportamento molto simile a quello rilevato nella prima edizione della ricerca, ovvero una relazione pressoché lineare tra le due variabili: al crescere di una aumenta anche l'altra sostanzialmente nello stesso modo. Nel grafico di Figura 21 sono rappresentati i centroidi, ovvero i valori medi dei parametri di conoscenza e interesse per ogni tecnologia, con riferimento alle risposte delle aziende che hanno manifestato una conoscenza non nulla su di esse. È evidente che ci sia coerenza tra il livello di conoscenza e quello di interesse attribuiti alle tecnologie. Così come per la prima edizione della ricerca, non è (ancora) perfettamente chiaro quale delle due sia la variabile dipendente e quale sia quella indipendente. Conoscendo meglio la tecnologia, l'azienda è in grado di valutarne in modo più approfondito i benefici, influenzando quindi l'interesse attribuito? Oppure è vero l'inverso, cioè che è l'interesse attribuito a priori a stimolare il desiderio di migliorare la conoscenza? Ai casi di studio che svolgeremo nel proseguo della ricerca l'ardua sentenza.

Più nel dettaglio, l'Industrial Internet of Things e i Big Data & Advanced Analytics sono tecnologie che si posizionano quasi esattamente sulla retta di interpolazione, evidenziando un allineamento pressoché perfetto tra il livello di conoscenza e interesse (medio-alto) assegnato. Di fatto, la concretizzazione di ciò che l'economista Jeremy Rifkin sosteneva ancora nel 2014 nei suoi libri "La fine del lavoro" e "La società a costo marginale zero": "Metteremo sensori ovunque, in ogni device, in ogni macchina, lungo tutta la value chain, al fine di restituire dati in real time. E questo in tutti i settori, nell'agricoltura, come nel retail o nell'industria".

Rispetto alla prima edizione della ricerca le tecnologie di Additive Manufacturing manifestano valori di rilevanza inferiori. La motivazione può essere legata al percorso di maturazione che la tecnologia ha subito in questi due anni: appare infatti evidente come, a fronte di un'iperbole mediatica a cui le tecnologie additive sono state sottoposte dal 2012 al 2015, siano seguite negli ultimi anni poche applicazioni pratiche di effettivo successo. In particolare si sono consolidati gli ambiti di utilizzo in specifici settori, come quello aeronautico, automotive, medicale e militare, mentre le applicazioni in altri settori manifatturieri hanno faticato ad emergere a fronte di difficoltà di natura sia tecnica sia di contesto, per via dell'assenza di normative e standard internazionali. È possibile quindi ipotizzare che, per pochi specifici settori, la tecnologia sia (definitivamente?) maturata e abbia acquisito maggiore peso nelle strategie aziendali; invece, per un numero più ampio di comparti manifatturieri, la tecnologia non sia riuscita a fare breccia a discapito delle aspettative, riducendo complessivamente la rilevanza percepita dalle aziende.

D2. Quanto le stanno impiegando, e come?

Il 49% delle aziende ha svolto / sta svolgendo progetti di miglioramento volti ad implementare almeno una delle tecnologie investigate (+19% rispetto alla prima edizione della ricerca). La Stampa 3D è quella maggiormente impiegata (anche se paradossalmente non è quella più conosciuta), seguita dall'Industrial Internet of Things. Una quota parte non irrilevante del campione (20%, +5% rispetto alla prima edizione della ricerca) ha comunque in corso delle attività di studio preliminare di alcune tecnologie abilitanti, che si concretizzeranno nei prossimi mesi (anche per non perdere il treno degli incentivi fiscali del piano Calenda). In termini di coinvolgimento funzionale, le aree più coinvolte risultano essere Ricerca&Sviluppo, Produzione, Sistemi informativi (funzione abilitante la trasformazione 4.0) e, non ultima, direttamente la Direzione aziendale (sponsor e governance del cambiamento).

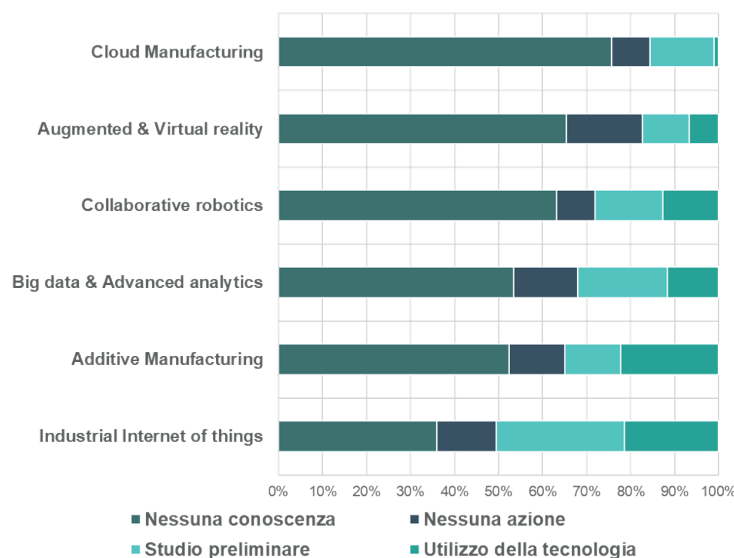


Figura 22 – Livello di utilizzo delle tecnologie

Il processo implementativo delle tecnologie in azienda viene valutato secondo 3 diverse fasi, al netto della non conoscenza che implica quindi un mancato utilizzo:

- Nessuna azione: l'azienda, pur conoscendo la tecnologia, non sta attivamente muovendosi per applicarla all'interno dei propri processi di business;
- Studio preliminare: l'azienda sta attivamente prendendo in considerazione la tecnologia, e si sta adoperando per valutare la fattibilità tecnico-economica del suo inserimento nei processi di business;
- Utilizzo: l'azienda sta già applicando la tecnologia all'interno delle proprie attività

Il dato che emerge è che, non sempre, a fronte di determinati livelli di conoscenza, corrispondano coerenti valori di impiego concreto della tecnologia. Analizzando infatti in quale stadio del processo implementativo le aziende si trovino ad oggi, emerge come l'Additive Manufacturing, sebbene meno nota rispetto all'Industrial Internet of Things, sia ad oggi più utilizzata (seppure di poco) dalle imprese del campione: la stampa 3D è infatti concretamente impiegata da un 22% del campione rispetto ad un 21% dell'IloT.

Le altre tecnologie manifestano livelli di utilizzo coerenti rispetto alla conoscenza dichiarata: infatti Big Data & Advanced Analytics e Collaborative robotics sono impiegate da poco più del 10% del campione (rispettivamente 12% e 13%), mentre le restanti due aree tecnologiche non coinvolgono mai più del 10% del campione. In particolare, il Cloud Manufacturing non risulta sostanzialmente mai impiegato concretamente, anche se una quota parte non irrilevante delle aziende dichiara di avere in corso progetti di approfondimento della tecnologia, per capirne la fattibilità tecnico-economica e le modalità con cui eventualmente introdurla in azienda.

Considerando complessivamente il campione, è possibile valutare quale sia la quota parte di esso che si sta muovendo almeno su di una tecnologia. Ciò che si evince dalla Figura 23 è interessante e, in un certo senso, anche rinfrescante: il 49% delle aziende del campione ha in corso progetti di implementazione, o addirittura sta già impiegando, almeno una delle tecnologie considerate. Rispetto alla prima edizione della ricerca il valore è significativamente cresciuto: nel 2015 si trattava infatti “solo” del 30% delle aziende intervistate. Un messaggio quindi positivo, che supporta quantitativamente la “sensazione” di un processo di avvicinamento “pratico” delle imprese italiane alle tecnologie digitali abilitanti, nonostante la strada verso l'Impresa 4.0 sia ancora lunga e impegnativa. Il paradigma 4.0 non si manifesta infatti solo con l'introduzione di una/poche tecnologie in azienda, slegate e non interconnesse tra di loro, bensì nel momento in cui le diverse soluzioni riescono ad essere impiegate in modo sinergico e coordinato, grazie ad una loro completa armonizzazione all'interno dei processi aziendali.

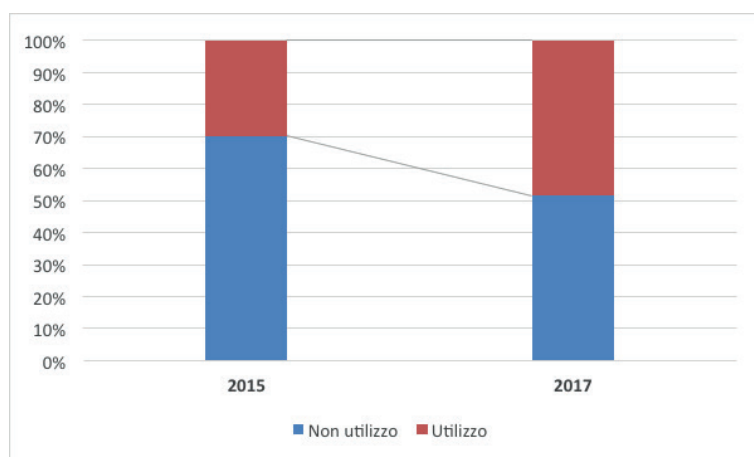


Figura 23 - Aziende che impiegano almeno una tecnologia

Numeri alla mano, le aziende che stanno implementando / utilizzando le tecnologie 4.0 hanno adottato in media quasi 2 (1,8) applicazioni ciascuna. Tale valore deriva da una fetta consistente delle imprese del campione che utilizza una sola di esse (54%); circa il 30% delle imprese ne sta impiegando 2, mentre il 12% ne sfrutta 3. Il rimanente 4% è suddiviso in quota uguale tra imprese che impiegano rispettivamente 4 e (addirittura) 6 tecnologie digitali.

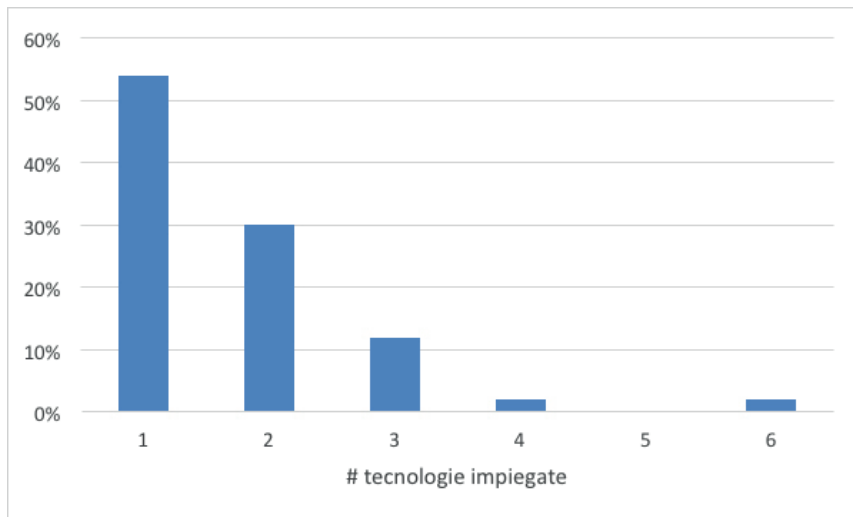


Figura 24 - Numero di tecnologie utilizzate dalle imprese

Volendo eseguire una proiezione di quante potranno essere le aziende che nei prossimi mesi impiegheranno almeno una tecnologia, si possono considerare nell'analisi appena svolta anche quelle aziende che ad oggi si stanno attivando per studiare e approfondire queste nuove soluzioni, avendo in corso uno studio preliminare volto all'analisi di fattibilità tecnico-economica delle stesse. Suddividendo ulteriormente la quota parte del campione che ad oggi non impiega nessuna tecnologia in due classi composte da quelle aziende che ad oggi hanno in corso almeno 1 progetto di studio delle tecnologie rispetto a quelle che invece proprio non si stanno nemmeno attrezzando per capirne cosa fare, è possibile fare una stima di quante imprese, in aggiunta a quelle attuali, adotteranno almeno 1 tecnologia nel breve periodo.

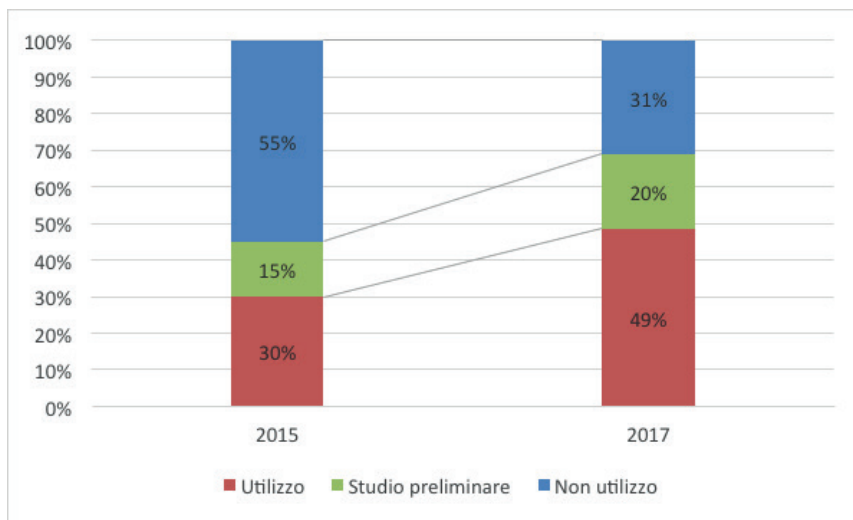


Figura 25 - Aziende che impiegano e approfondiscono almeno una tecnologia

Come si evince dalla Figura 25, il 20% delle aziende del campione, pur non implementando attualmente nessuna tecnologia, sta approfondendo le potenziali applicazioni, i costi e i benefici di almeno una di esse. Qualora tutte queste imprese dovessero ottenere un esito positivo da questa fase di studio preliminare, si otterrebbe uno scenario ipotetico in cui circa il 70% del campione arriverebbe ad impiegare almeno una tecnologia abilitante. Rispetto ai numeri relativi alla prima edizione della ricerca, emerge una crescita del 25%.

Approfondimento: Quanto vengono impiegate le tecnologie di IoT nel mondo?

The Economist¹⁷ ha realizzato un indicatore sintetico, definito IoT Business Index, con lo scopo di verificare il livello di utilizzo e adozione di tale tecnologia. L'indice utilizza una scala 1-10, dove 10 = uso estensivo dell'IoT, mentre 1 = non utilizzo. Sulla base di una survey che ha coinvolto 825 aziende nel 2016, emerge un utilizzo ancora prototipale della tecnologia, con un valore medio dell'indice di poco superiore a 4, tipico delle tecnologie non (ancora) pienamente mature. Inoltre non emergono, rispetto alla fotografia scattata nel 2013, differenze significative. In alcuni comparti, per esempio quello manifatturiero, il livello dell'indicatore 2016 è addirittura più basso di quello del 2013, segnalando come spesso le aziende in questo triennio non abbiano approfondito l'utilizzo delle tecnologie di IIoT, ma siano rimaste alla finestra ad osservare ed attendere una "proclamazione ufficiale" dell'avvenuta maturazione della tecnologia.

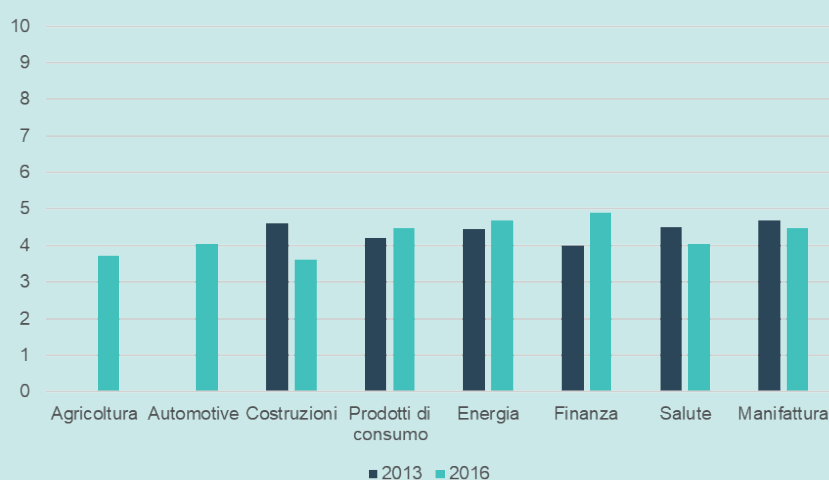


Figura 26 - IoT Index per comparto industriale (The Economist)

Il coinvolgimento delle diverse funzioni aziendali

Per poter rispondere sino in fondo alla D2, si è deciso di indagare quali fossero **le aree aziendali coinvolte ed impattate** nel/dal processo di valutazione e adozione di queste tecnologie, con l'obiettivo principale di comprendere se, ed in che modo, il percorso di trasformazione digitale riguardasse davvero tutti i processi e tutte le aree di business in modo trasversale ed uniforme, rispondendo a queste domande:

- In che misura sono coinvolti i processi primari rispetto a quelli di supporto?
- Quale è il ruolo giocato dal vertice aziendale?

17 - The internet of things business index 2017: transformation in motion - The Economist - Giugno 2016



Figura 27 - Coinvolgimento delle diverse aree aziendali

In Figura 27 viene rappresentato il valore medio del coinvolgimento delle singole aree aziendali: più il valore si trova verso l'esterno dell'area del grafico, maggiore è il coinvolgimento della specifica funzione di business. Emergono messaggi sostanzialmente in linea a quelli dell'edizione precedente, anche se con alcune, ma significative, differenze. Si possono evidenziare alcune indicazioni interessanti:

- **Ricerca & Sviluppo:** anche in questa edizione della ricerca risulta essere l'area aziendale maggiormente coinvolta nei progetti di trasformazione digitale. Tale risultato può essere motivato da due spiegazioni: da un lato, trattandosi di nuove tecnologie digitali, alcune delle quali ancora in piena evoluzione, è evidente come sia compito dell'area aziendale più esposta alle correnti innovative captare e testare tali soluzioni; dall'altro lato, il ruolo giocato da queste tecnologie è principalmente quello di fungere da elementi abilitanti una vera e propria riprogettazione e revisione delle funzionalità del prodotto e dei modelli di business con cui vengono distribuiti, richiedendo costantemente un coinvolgimento dell'area di Ricerca & Sviluppo.
- **Produzione:** il paradigma 4.0 si esplica anche (e soprattutto) all'interno dei processi produttivi. Non a caso il termine più comunemente diffuso per indicare tale fenomeno è proprio Industria 4.0. Anche in questa seconda edizione della ricerca, le aziende identificano l'area della produzione come fortemente coinvolta in quasi tutte le attività svolte in ottica 4.0. È estremamente difficile infatti poter identificare tecnologie che a priori non possono avere impatti diretti, di magnitudo più o meno *disruptive*, sul processo produttivo.
- Della stessa magnitudo risulta essere il coinvolgimento della funzione dei **Sistemi Informativi**. Il ruolo di quest'area è sia quello di abilitare l'utilizzo di queste nuove tecnologie alle altre aree aziendali, sia quello di utilizzatore diretto delle stesse. In primis l'IT ha (o dovrebbe avere) il compito di far dialogare i nuovi sistemi tecnologici, siano essi di natura prettamente informatica (come per esempio le soluzioni di Big Data & Analytics, Realtà aumentata & virtuale), siano invece afferenti più a soluzioni di natura produttiva (Additive manufacturing, Collaborative Robotics e cloud manufacturing), con l'infrastruttura informativa preesistente in azienda. Tale integrazione si esplica soprattutto

nell'utilizzo diffuso di sensori, rilevatori, tag, attuatori, in grado di garantire la raccolta e la condivisione di informazioni in tempo reale a livello di reparto, aziende e filiere nella loro globalità, ovvero nell'applicazione delle tecnologie afferenti al paradigma dell'Industrial Internet of things. Questo elemento è pre-requisito citato esplicitamente anche dal piano Industria 4.0 del governo Italiano, che considera l'interconnessione la chiave di volta per una completa adozione del paradigma 4.0 nelle imprese.

- Un peso significativo è assegnato alla **Direzione**. Il vertice aziendale, area non investigata nella prima edizione della ricerca, assume sin da subito una rilevanza al pari delle aree sopra descritte nel processo di analisi e implementazione delle tecnologie digitali. Come descritto ampiamente nella sezione A chi compete in azienda la trasformazione 4.0, il coinvolgimento di figure di vertice e del top management ha infatti un ruolo di primaria importanza nel governare e dirigere il percorso di trasformazione digitale abilitato da queste nuove tecnologie digitali.
- Le aree di **Acquisti, Logistica e distribuzione, Qualità, Marketing & Vendite e Service** appaiono meno coinvolte di quanto ci si potrebbe aspettare. Sono evidenti, almeno teoricamente, le potenziali applicazioni almeno di alcune delle tecnologie considerate per le attività di pianificazione e distribuzione, così come per quelle di proposizione commerciale. Evidentemente queste potenzialità non sono ancora percepite in modo diretto dalle aziende del campione. Così come lo era per le aziende della prima edizione della ricerca, anche in questa seconda edizione risultano poco chiari gli utilizzi possibili delle tecnologie. Questo nonostante al contrario alcuni impieghi siano conclamati; basti pensare all'utilizzo delle stampanti 3D per la produzione on demand di parti di ricambio, in grado di rivoluzionare la configurazione delle filiere logistiche, sfruttando il paradigma della produzione *on-site* (realizzazione del prodotto richiesto in un nodo della filiera prossimo al punto di consumo). Anche applicazioni di realtà aumentata per il supporto delle attività di ricerca della merce e predisposizione dell'ordine paiono ancora troppo lontane dai contesti aziendali analizzati. Proseguendo nella carrellata, l'area del Marketing e delle vendite potrebbe godere in modo significativo dell'applicazione di sistemi di Big Data & Advanced Analytics, grazie a cui monitorare l'evoluzione del mercato, catturare indicazioni utili per lo sviluppo di nuovi prodotti e verificare la risposta dello stesso al lancio di nuove soluzioni. Il fatto che siano poco coinvolte, è un segnale inequivocabile della strada che ancora c'è da fare nello sviluppo di soluzioni che siano percepite di effettivo valore aggiunto dall'industria.
- Infine, aree di supporto come l'**Amministrazione**, e le **Risorse umane** sono poco coinvolte. Lo scarso coinvolgimento di quest'ultima, apparentemente anche ragionevole, si interseca in realtà con l'ostacolo dell'assenza di competenze, che l'HR sarà poi chiamata a dovere integrare per permettere un pieno sfruttamento delle tecnologie. Ebbene, un coinvolgimento preliminare potrebbe permettere di anticipare questa esigenza, evitando di dover rincorrere le skills mancanti.

Confrontando i risultati delle due edizioni della ricerca, si evince una generale e diffusa crescita del livello medio di coinvolgimento delle aree aziendali (dell'elenco delle aree evidenziate in Figura 28 sono state eliminate l'area della direzione e della qualità, non essendo state indagate nella prima edizione della ricerca). In particolare è evidente una crescita superiore alla media del coinvolgimento dell'area IT, ad ulteriore conferma del ruolo chiave di abilitatore esercitato. Le restanti aree aziendali manifestano invece crescite in linea con il valore medio generale.

Figura 28 – Coinvolgimento delle diverse aree aziendali (2017 vs. 2015)



Considerando le 3 tecnologie più note al campione, si riesce a valutare il diverso impatto atteso sulle aree aziendali, identificando quelle peculiarità intrinseche ad ogni tecnologia tali da renderla adatta per alcune applicazioni piuttosto che altre (e quindi ad alcune aree più di altre). Queste indicazioni vengono fornite dalla Figura 29.

L'Industrial Internet of Things assume un profilo molto simile a quello medio appena descritto, caratterizzato da un coinvolgimento molto alto per l'area della Ricerca e Sviluppo e della Direzione. Un valore appena sopra la media si ottiene per quanto riguarda i Sistemi Informativi, del tutto in linea con la natura della tecnologia medesima, legata a doppio filo con le soluzioni tradizionali dell'Information Technology.

Un comportamento diverso, ma sempre in linea con le aspettative, è quello derivante dalle tecnologie di **Additive Manufacturing**: in questo caso l'area della Ricerca & Sviluppo raggiunge il massimo livello di coinvolgimento, essendo conclamata da tutti i rispondenti come quella che più di tutte le altre funzioni è deputata all'utilizzo di queste soluzioni; le restanti aree di business paiono invece più distanti, raggiungendo valori quasi sempre inferiori alla media di Figura 27. Questo andamento è sintomatico delle applicazioni in cui viene impiegata la stampa 3D dalle aziende del campione: gli utilizzi rimangono confinati alla sola fase di prototipazione rapida (prevalentemente estetica, ma anche funzionale in molti casi) e quasi mai fuoriescono verso applicazioni più spinte relative alla produzione di componenti e prodotti poi direttamente impiegati in esercizio. Da questo deriva un coinvolgimento limitato dell'area di Produzione, che presumibilmente continuerà ad operare in modo tradizionale facendo raramente ricorso a tecnologie additive. Altra nota da sottolineare è il livello di coinvolgimento della Direzione: per questa tecnologia si riscontra un valore inferiore alla media del set completo delle tecnologie, giustificabile considerando il ciclo di vita della tecnologia, che da oltre 20 anni è nota alle imprese e che da circa 5-6 anni sta cercando di aprirsi e ritagliarsi uno spazio sempre più importante all'interno dei processi aziendali. In altre parole, il ruolo di stimolatore svolto dalla Direzione è presumibilmente già stato esercitato e quindi appare meno rilevante rispetto a quello svolto per altre tecnologie oggi meno mature e quindi meno note.

Infine, per quanto riguarda l'area tecnologica dei **Big Data & Advanced Analytics**, il coinvolgimento è generalmente di media entità, al netto dei picchi relativi alle aree dei Sistemi informativi e della Direzione. Per questa tecnologia più di altre è evidente il limitato coinvolgimento delle aree di marketing, vendite e service, che potrebbero però fortemente beneficiare di sistemi in grado di analizzare e interpretare il comportamento dei clienti, identificando relazioni implicite tra variabili esogene ed endogene all'azienda su cui poter agire per ottimizzare l'esperienza del cliente e massimizzare i profitti.



Figura 29 - Coinvolgimento delle diverse aree aziendali per tecnologia



D3. Che benefici stanno ottenendo?



Grazie alla trasformazione digitale abilitata dalle tecnologie, le aziende ritengono di poter migliorare in primis **la qualità dei prodotti, ricercando comunque un contenimento dei costi e livelli di servizio sempre più elevati**. È quindi evidente la volontà delle imprese di raggiungere il 4.0 superando il classico trade-off costi-ricavi, aumentando cioè le vendite e quindi il fatturato, garantendo però tempi di risposta sempre più brevi e riuscendo a ridurre i costi, aumentando conseguentemente la marginalità.

Considerando l'ampiezza delle possibili applicazioni delle tecnologie, per ognuna è stata proposta una lista di benefici ottenibili, con l'obiettivo di valutare nel dettaglio i vantaggi operativi peculiari di ciascuna. Tuttavia, per fornire una visione più aggregata, tali benefici possono essere ricondotti a 4 categorie, che fanno riferimento ai differenziali competitivi sui quali un'azienda può agire¹⁸ per creare un vantaggio rispetto ai propri concorrenti.

- **Qualità:** a quest'area appartengono tutti i benefici inerenti la possibilità di sviluppare prodotti con funzionalità incrementate (o completamente differenti rispetto a quelle dei prodotti attuali), proprietà e prestazioni superiori (affidabilità, durabilità, conformità, etc.), geometrie e forme più complesse, estetica migliorata, etc., oppure di offrire una personalizzazione molto spinta del prodotto. In questo caso quindi i benefici permettono una maggiore differenziazione rispetto ai propri competitor, offrendo soluzioni innovative non (facilmente) imitabili nel breve periodo.
- **Tempo:** a questa categoria fanno riferimento tutti i benefici relativi alla possibilità di intervenire (specialmente) sui processi aziendali, riducendone il tempo di esecuzione (riduzione del tempo di produzione, riduzione del tempo di progettazione, riduzione del tempo di trasporto e consegna, etc.). Intervenire in quest'area genera quindi un vantaggio competitivo, non più relativo alla sola possibilità di creare prodotti differenti e non imitabili, bensì permettendo di ridurre complessivamente il time-to-market del prodotto, offrendo quindi un servizio migliore al cliente.
- **Costo:** la possibilità di contenere i costi e quindi mettere sul mercato prodotti a prezzi competitivi, è ancora la leva di successo per molte aziende in tanti settori industriali. Sebbene lo spostamento verso economie di scopo (anziché di scala) abbia fatto insorgere nelle aziende la consapevolezza di dover agire anche (e soprattutto) sulle leve di differenziazione, per diversi settori la ricerca di maggiore efficienza è comunque rimasta prioritaria. Alcune delle tecnologie indagate permettono di perseguirla con risultati interessanti: riduzione delle materie prime in ingresso, riduzione degli scarti e delle non conformità, efficientamento dei consumi energetici, sono solo alcuni dei possibili benefici che ricadono in questa categoria.

¹⁸ - Hayes, R., & Wheelwright, S. (1984). *Restoring Our Competitive Edge: Competing Through Manufacturing*. New York: John Wiley.

- **Flessibilità:** può manifestarsi in 3 forme: personalizzazione, varietà della gamma e volumi generati¹⁹. Una maggiore personalizzazione dei prodotti e dei servizi implica una maggiore dipendenza dalle esigenze del singolo cliente che, per definizione, sono poco (o per nulla) prevedibili e standardizzabili; un'ampia gamma di prodotti/servizi offerti comporta un maggiore ricorso a leve di modularità e riutilizzo, al fine di ridurre la variabilità delle proprie attività e quindi diminuire la complessità; infine, la flessibilità legata ai volumi si manifesta nella possibilità di ridefinire le quantità da produrre in funzione della “moda” del momento, privilegiando, per esempio, determinati codici rispetto ad altri. In queste tre concezioni, la flessibilità è quindi sempre più rilevante per le imprese, e le nuove tecnologie possono essere di supporto nella sua gestione.

La trasformazione digitale delle imprese è un percorso complesso e articolato, ma il traguardo ultimo è estremamente chiaro: riportare le aziende ad essere competitive in un contesto globale mutato (e mutevole), caratterizzato da continue innovazioni tecnologiche che si susseguono a velocità frenetiche. Tutto questo all'interno di filiere produttive in cui il ruolo del cliente è sempre più preponderante, non solo in quanto colui che remunera tutte le imprese del lavoro svolto, ma sempre più spesso in quanto attore fondamentale da cui hanno avvio le attività di progettazione e sviluppo di prodotti e servizi custom in funzione delle sue specifiche necessità. In questo contesto, le aziende accedono a nuove tecnologie digitali con lo scopo di poter soddisfare queste esigenze puntuali relative a prodotti/soluzioni personalizzati, mantenendo allo stesso tempo un'elevata reattività e un time-to-market molto breve, tipici invece del paradigma della produzione di massa.

Per tutte le aziende del campione che manifestano anche solo una conoscenza basilica delle tecnologie è possibile analizzare quali siano i benefici principali a cui desiderino ambire grazie all'applicazione di queste tecnologie digitali: sfruttando la struttura del questionario di indagine, in cui viene proposta una lista di potenziali vantaggi operativi specifici per ogni area tecnologica, è possibile valutare quali siano i benefici attesi dichiarati dalle imprese, cogliendo quindi le peculiarità per ognuna di esse.

Dal grafico di Figura 30 emerge una prima visione d'assieme trasversale alle diverse tecnologie, in cui si evidenzia quale sia la categoria di benefici maggiormente ricercata dalle aziende. **Il 38% delle risposte ottenute assegna una rilevanza molto significativa a benefici riconducibili all'incremento della qualità dei prodotti/servizi offerti;** il 27% considera molto rilevanti i vantaggi di costo e il 24% di tempo, mentre solo un 11% dei benefici ricercati ricade nella categoria dell'aumento di flessibilità delle attività aziendali. Appare quindi evidente la volontà delle aziende italiane di ricercare in primis un aumento delle funzionalità dei prodotti sviluppati, anche e soprattutto grazie alla maggiore capacità di intercettare e interpretare le esigenze e le necessità specifiche del mercato. Una tendenza, questa, che spinge nella direzione della differenziazione delle nostre imprese, in linea di massima conscie che il vantaggio principale abilitato dal paradigma 4.0 sia quello di una maggiore soddisfazione del cliente grazie a prodotti / servizi qualitativamente superiori rispetto a quelli offerti da concorrenti che ancora non hanno adottato le nuove tecnologie digitali.

¹⁹ - Krajewski, L., Ritzman, L., & Malhotra, M. (2010). *Operations Management: Processes and Supply Chains (9th Edition)*. Upper Saddle River, New Jersey: Prentice Hall.

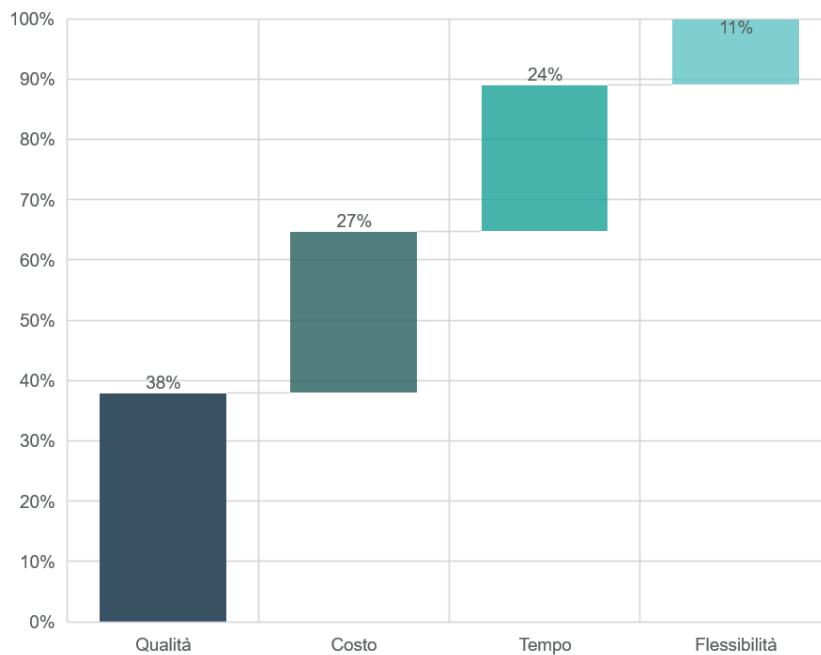


Figura 30 - I benefici attesi dall'impiego delle tecnologie digitali

Sebbene secondari rispetto ai benefici di qualità, sono comunque significativi i vantaggi legati ad un efficientamento delle operations e alla riduzione del tempo di risposta al cliente. Le applicazioni di queste nuove tecnologie digitali hanno già pienamente dimostrato le loro potenzialità in questi ambiti:

- l'utilizzo di tecnologie di Industrial Internet of Things permette di monitorare costantemente ed in modo automatizzato lo stato dei processi produttivi, evidenziando in maniera anticipata eventuali trend di deriva degli stessi e permettendo quindi di agire proattivamente, riducendo quindi scarti, non conformità e in generale accrescendo l'efficienza complessiva del sistema produttivo;
- le tecnologie di Additive Manufacturing permettono di accorciare in modo sostanziale alcune fasi del processo di sviluppo nuovo prodotto, tra cui quelle di prototipazione e test, grazie alla loro caratteristica principale che è quella di bypassare la creazione di utensili, stampi e altre attrezzature necessarie nelle lavorazioni tradizionali per asportazione;
- i sistemi di robotica collaborativa contribuiscono sensibilmente all'aumento di efficienza dei sistemi produttivi, grazie alla loro predisposizione ad essere facilmente riconfigurati per operazioni e task differenti, riducendo quindi i tempi richiesti per una revisione delle linee produttive in funzione di nuovi prodotti e nuove soluzioni da introdurre nel mercato.

Per tutti gli (altri) esempi si rimanda ai paragrafi specifici di descrizione delle tecnologie abilitanti (cfr. § Le tecnologie abilitanti Impresa 4.0).

Rispetto alla prima edizione della ricerca, si conferma la predisposizione delle aziende nel ricercare nel paradigma 4.0 benefici più legati alla qualità di ciò che viene prodotto ed offerto sul mercato, rispetto alla mera riduzione dei costi. Del resto il mercato sta chiedendo questo, soprattutto in contesti in cui la competizione sui prezzi (e quindi sui costi) non è non potrà mai essere la strategia vincente per le imprese italiane, costrette a fronteggiare competitor stranieri tendenzialmente non pareggiabili in termini di costi, da superare quindi con qualità e servizio.

Molto interessante, oltre alla vista appena proposta, è la valutazione di quali siano i benefici maggiormente conclamati con riferimento ad ogni singola area tecnologica. Come accennato in precedenza, per ognuna di esse è stata proposta una lista di benefici concretamente realizzabili, di cui è stato richiesto di indicarne la rilevanza. L'ordinata dei grafici di Figura 31 riporta la quota parte di aziende che, per ogni singola tecnologia di cui manifestino almeno una conoscenza di base, indica molto rilevante uno specifico vantaggio legato alle 4 categorie di riferimento. La dimensione delle bolle invece indica quanti possibili benefici possono essere classificati all'interno di ciascuna categoria: più il diametro della bolla è grande, maggiore è il numero di benefici potenzialmente abilitati dalla tecnologia in quello specifico ambito.

Non sorprende verificare come il campione consideri generalmente molto rilevanti i benefici abilitati dalla diffusione di soluzioni di IIoT: circa il 60% delle aziende che conoscono la tecnologia, ritiene di poter ambire a vantaggi significativi di costo, di tempo e anche di qualità. Inoltre, dalla dimensione delle bolle è evidente la trasversalità degli impatti delle tecnologie di IIoT, in grado di abilitare diverse modalità con cui le aziende possono conseguire vantaggi di costo, tempo e qualità, identificando quale sia quella/e più idonea/e in funzione del proprio contesto. **In sintesi: tanti possibili benefici a cui è possibile accedere, considerati molto rilevanti da più della metà delle aziende interessate a soluzioni di IIoT.**

Quadro differente se si prende in considerazione le tecnologie di Stampa 3D. Complessivamente solo 2 delle 4 categorie di benefici riescono a mettere d'accordo più della metà delle imprese che conoscono questa area tecnologica, ovvero quelle relative ai benefici di costo e di tempo, mentre una quota parte più ridotta del campione considera rilevanti i benefici legati ad un aumento della qualità dei prodotti e ad una maggiore flessibilità del processo produttivo. Quanto emerso è emblematico del trend con cui la tecnologia viene impiegata globalmente. Negli ultimi anni si è infatti assistito ad evoluzioni tecnologiche molto importanti, che hanno spinto le stampanti 3D ad essere più performanti, più rapide, a poter lavorare prodotti di dimensioni maggiori e con una varietà di materiali superiore, ma allo stesso tempo non si è avuta una particolare evoluzione e maturazione delle applicazioni industriali. In quei settori in cui la tecnologia era già entrata a pieno titolo qualche anno fa con applicazioni per la produzione diretta di componenti e prodotti, come l'aerospace e l'automotive (soprattutto nel settore racing), si è assistito ad un progressivo consolidamento ed affinamento degli utilizzi delle tecnologie additive. Discorso opposto per i restanti settori e comparti in cui la tecnologia, anche a fronte di tali evoluzioni, non è ancora oggi riuscita a fare breccia e ad uscire dall'ambito di applicazione legato alla sola prototipazione rapida. Per questa ragione la maggior parte delle aziende limita le proprie aspettative a benefici di costo e di tempo: in primis grazie all'impiego delle tecnologie additive le imprese ambiscono a comprimere il tempo per le attività di sviluppo di nuovi prodotti, realizzando prototipi estetici e funzionali in poche ore, con una riduzione del time to prototype in media di un fattore 1/10 rispetto alle tecnologie tradizionali; inoltre, se a questa riduzione del tempo medio per la realizzazione dei prototipi aggiungiamo anche la possibilità di poterli avere senza dover far ricorso a attrezzature e stampi, anche il costo complessivo si riduce in media di un fattore 1/15²⁰. È evidente come tali benefici siano quelli più facilmente ed immediatamente accessibili nel breve periodo; perseguire benefici legati ad una revisione e riprogettazione dei prodotti per incrementarne le funzionalità sfruttando le potenzialità delle tecnologie di stampa 3D (riassumibili nei due slogan *free form design & complexity for free*) richiede invece un orizzonte di medio-lungo periodo che le aziende oggi faticano a definire, anche per via delle difficoltà nel reperire risorse e competenze specifiche in grado di guidare le imprese in questo

20 - Questi fattori derivano da numerosi casi di studio svolti dal Laboratorio RISE.

percorso di trasformazione.

Le 4 categorie di benefici sono considerate molto rilevanti da più della metà delle aziende che conoscono le aree tecnologiche Big Data & Advanced Analytics, Collaborative robotics e Cloud Manufacturing, senza differenze sostanziali che meritino approfondimenti specifici. È invece inferiore il numero di aziende che considerano rilevanti i benefici associati alle soluzioni di Realtà aumentata & virtuale: infatti più della metà delle aziende che conoscono queste tecnologie considera i benefici da esse abilitati non di estremo rilievo per i propri prodotti/processi. **Tra le tecnologie analizzate, la realtà aumentata & virtuale oltre ad essere nota a meno di un terzo del campione è anche considerata quella dalle potenzialità minori in termini di vantaggi generati.**

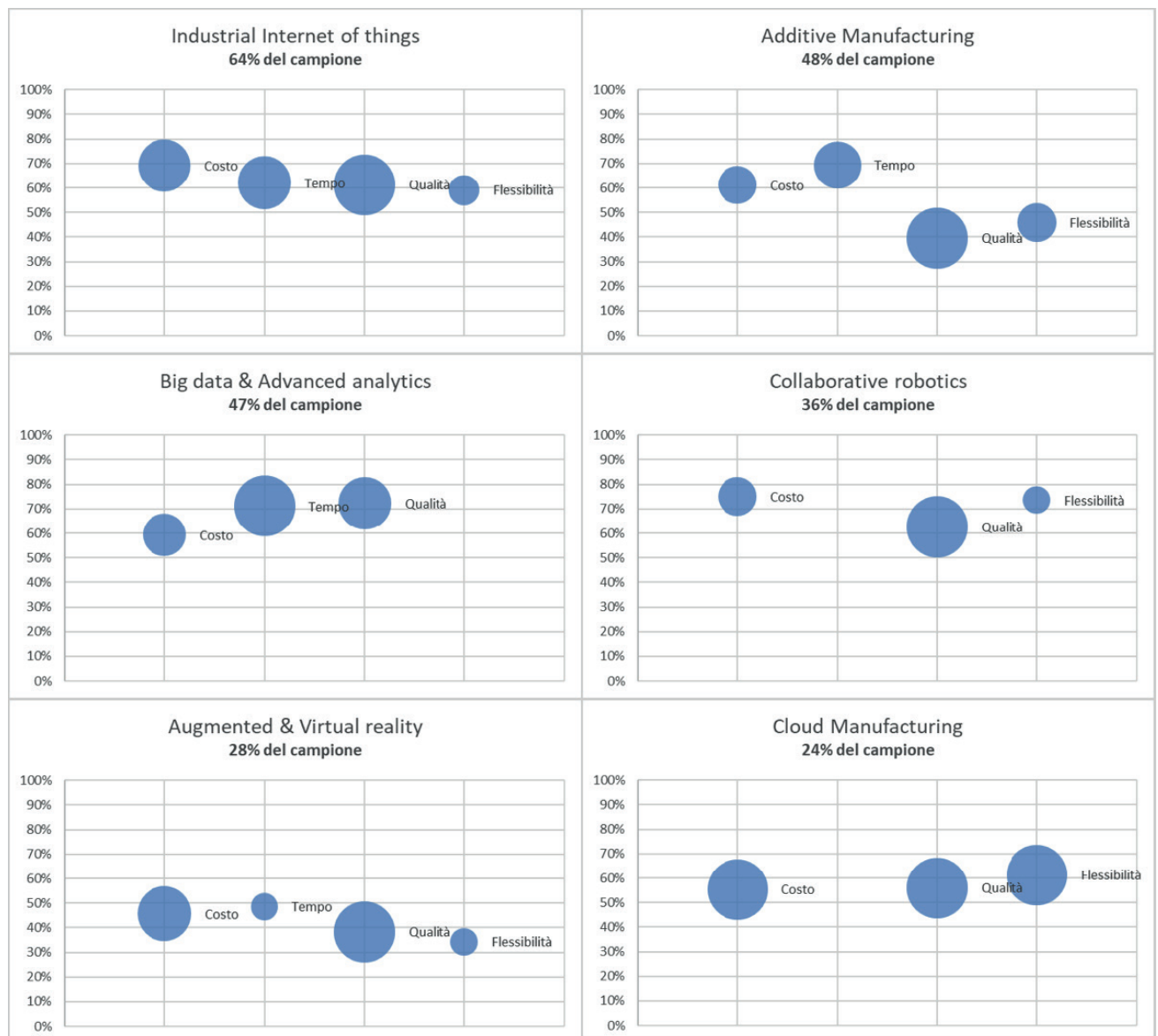


Figura 31 - I benefici per singola area tecnologica

Il gruppo bresciano Fondital, che nel 2016 ha raggiunto quasi i 900 milioni di euro di fatturato, da diversi anni ha deciso di sfruttare tecnologie di stampa 3D per supportare i propri processi di sviluppo nuovi prodotti e di industrializzazione degli stessi.

Il gruppo ha deciso di internalizzare diverse tecnologie di additive manufacturing, in grado di coprire le esigenze ed i fabbisogni di diverse aree aziendali, da quelle più basiche relative ad una prototipazione estetica, sino alla produzione di componenti in grado di essere impiegati in esercizio.

In particolare, dispone di sistemi di stampa della famiglia FDM che lavorano polimeri tradizionali (come l'ABS), macchine per la lavorazione di resine fotopolimeriche come la Sterolitografia (SLA), stampanti per la produzione di modelli in gesso (Color Jet Printing) ed infine macchine per la sinterizzazione di metalli tra cui acciaio e alluminio (Selective Laser Melting).

Fondital ha scommesso in modo significativo sulle tecnologie di stampa 3D: l'obiettivo primario era relativo alla possibilità di riuscire ad intervenire sul processo di progettazione/prototipazione, riducendone i costi e allo stesso tempo aumentando il numero di test realizzati. L'unica modalità per poter intervenire sia sull'efficienza (abbassando i costi) sia sull'efficacia (incrementando il numero di prototipi eseguiti) era il ricorso a nuove tecnologie digitali emergenti, appartenenti alla categoria dei sistemi di Stampa 3D.

Grazie a questo insieme di tecnologie, Fondital ha potuto da un lato abbassare di molto il costo delle attività di prototipazione e delle campionature esterne, accelerare il time to market dei propri prodotti, dotando i propri uffici tecnici di uno strumento con cui poter essere maggiormente certi di individuare il modello e il progetto migliore potendo testare diverse configurazioni.

A valle di qualche anno, la scommessa può dirsi pienamente ripagata dai risultati ottenuti. Tutti gli obiettivi attesi, tangibili e non, sono stati pienamente rispettati.

Come evidenziato dai risultati della ricerca, anche Fondital si è principalmente focalizzata su obiettivi di costo e di tempo nell'applicazione della tecnologia di stampa 3D.

Va inoltre considerato che per la tipologia di prodotti che l'azienda produce su larga scala, sarebbe stato difficile attendersi obiettivi legati ad un aumento della qualità dei prodotti che, molto raramente, potranno essere soggetti ad una produzione diretta in additivo, considerando appunto i volumi produttivi.

Ulteriore elemento che sottolinea la rilevanza attribuita alla tecnologia da parte di Fondital è la scelta di strutturare due diverse risorse interne responsabili dell'utilizzo delle tecnologie che gestiscono rispettivamente le stampanti per la lavorazione di materiali polimerici (e gesso) e la stampante per la produzione di componenti in metallo.

GENERAL ELECTRIC

Una delle più grandi aziende al mondo, fondata nel 1982 e con un fatturato prossimo ai 150 miliardi di euro, è certamente tra quelle più focalizzate su una piena trasformazione digitale delle sue industries: energia, oli & gas, aviazione, trasporti, healthcare, ... A conferma dalla vision aziendale, proiettata verso l'adozione completa e diffusa delle nuove tecnologie, si possono citare alcune parole di eminenti figure aziendali:

“The real opportunity for change... surpassing the magnitude of the consumer Internet... is the Industrial Internet, an open, global network that connects people, data, and machines” - Jeff Helmet, GE Chairman & CEO, 2014).

Secondo GE la manifattura del futuro sarà intelligente. L'obiettivo del gigante americano è quello di riuscire a connettere tutti i punti di una filiera produttiva, Anywhere & Anytime, abilitando così l'azienda a prendere decisioni basate su fatti concreti ed in tempo reale, raggiungendo gli obiettivi di business previsti.

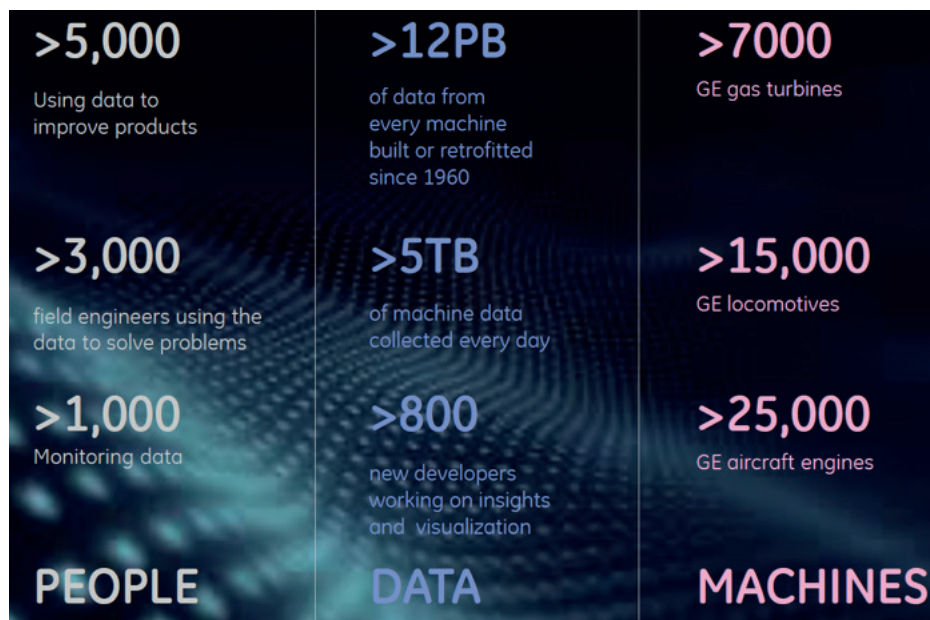


Figura 32 - Industrial Internet of Things in GE

“Our mission is to ensure additive technology becomes a standard part of the tool kit for each business” - Jennifer Cipolla, GE's Center for Additive Technology Advancement, 2016).

GE considera la stampa 3D una tecnologia core del proprio processo di digitalizzazione. Le tecniche di produzione additive sono impiegate da diversi comparti del colosso americano, tra cui quello aviazione, oil&gas e medicale. Rispetto a quanto indicato dal campione della ricerca, GE ha deciso di investire sulla tecnologia in modo da poter godere di benefici legati a tutte le categorie sopra descritte: aumento della qualità dei prodotti, riduzione dei costi complessivi di lavorazione e compressione dei tempi di progettazione e sviluppo nuovo prodotto. Gli esempi sono diversificati: dal fuel nozzle delle turbine per aerei, alle pale delle turbine per il settore oil & gas. Peculiarità comune a questi casi è l'impiego delle tecnologie di stampa 3D per la revisione complessiva del design di questi componenti, sfruttando i paradigmi del free form design, ottenendo quindi prodotti con funzionalità e performance accresciute rispetto a quelli realizzati tramite tecnologie tradizionali; se a questo si aggiunge la possibilità di intervenire in modo radicale anche sul processo produttivo, eliminando addirittura alcune fasi del ciclo di lavoro, il vantaggio aumenta esponenzialmente: grazie alla stampa 3D, GE è in grado di realizzare in un unico prodotto ciò che con tecnologie di asportazione tradizionali veniva realizzato per assemblaggio a partire da 19 diversi componenti.

D4. Quali ostacoli stanno incontrando?

Il fattore ostativo principale alla diffusione del paradigma 4.0 sembra essere, sorprendentemente, la non ancora piena maturità delle tecnologie abilitanti. Tale risultato è in realtà coerente con la dichiarata limitata conoscenza delle tecnologie (quesito D1.), che in realtà in molte altre aziende hanno al contrario già dimostrato di essere impiegabili con successo. Secondo fattore ostativo, a nostro avviso assolutamente quello più rilevante, risulta essere l'assenza di competenze interne e la contemporanea difficoltà a reperirle sul mercato. Solo il 14% del campione dichiara come ostacolo significativo l'entità dell'investimento richiesto (presumibilmente anche in relazione alla volontà di godere delle agevolazioni proposte dal piano Calenda).

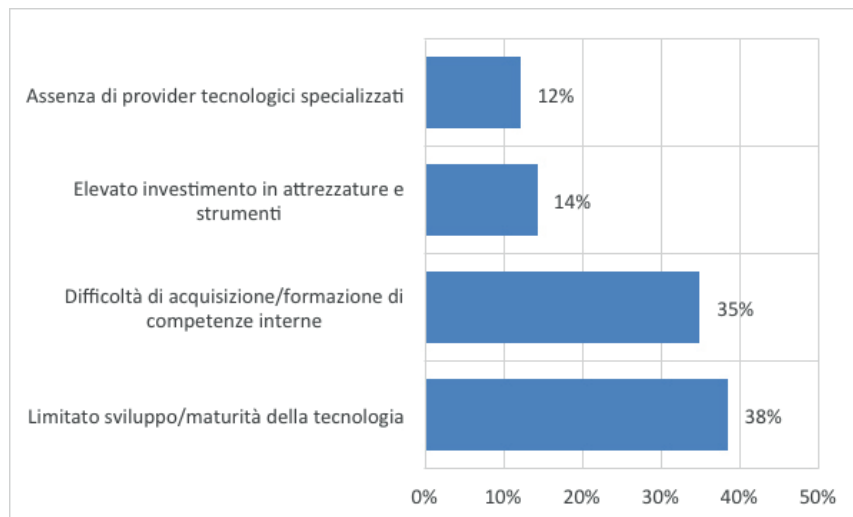


Figura 33 - Ostacoli attesi / incontrati

I fattori inibenti, ovvero quegli elementi che secondo le imprese frenano l'adozione delle nuove tecnologie digitali, possono essere ascrivibili a due categorie principali, descritte di seguito:

- **Fattori esogeni:** trattasi di elementi non direttamente riconducibili alle aziende manifatturiere utilizzatrici, bensì associabili alla composizione e alla strutturazione del mercato dell'offerta delle tecnologie digitali. In particolare sono 2 gli elementi considerati:
 - Limitato sviluppo/maturità della tecnologia
 - Assenza di provider tecnologici specializzati
- **Fattori endogeni:** trattasi di elementi riconducibili alle stesse aziende utilizzatrici e quindi alle risorse economiche (e non) che hanno a disposizione per poter intraprendere questo percorso di trasformazione digitale dei loro processi. Anche in questo caso sono 2 i fattori considerati:
 - Difficoltà di acquisizione e formazione di competenze interne
 - Elevato investimento in attrezzature e macchinari

In Figura 33 è rappresentata la frequenza con la quale il campione dichiara tali fattori ostativi come molto inibenti il processo di adozione di nuove tecnologie digitali.

Secondo le imprese coinvolte, **l'elemento maggiormente ostativo alla diffusione delle tecnologie è principalmente di natura esogena alle imprese stesse, ovvero il limitato sviluppo e maturità delle tecnologie considerate.** L'elevata rilevanza di questo aspetto è in controtendenza rispetto a quanto emerso dalla prima edizione della ricerca in cui tale elemento si posizionava al terzo posto del ranking dei fattori ostativi. Per comprendere sino in fondo le ragioni di questo posizionamento è necessario toccare diversi aspetti di cui non è facile individuare i punti di contatto. Così come spesso ci si chiede se “è nato prima l'uovo o la gallina”, anche per queste tecnologie digitali è lecito domandarsi quale sia la relazione tra la conoscenza che hanno le imprese di queste tecnologie ed il livello di sviluppo e maturazione che viene loro associato. Infatti, a fronte di una conoscenza non sempre approfondita delle tecnologie, spesso le aziende sottostimano le potenziali applicazioni delle stesse all'interno del proprio contesto, valutando come inopportuno e troppo anticipato il momento per investire su di esse, vista la presunta non piena maturità della tecnologia. È quindi possibile che le aziende incorrano in errori di valutazione circa lo stato di evoluzione delle tecnologie digitali, in relazione ad una conoscenza troppo superficiale dei paradigmi e delle tecniche che le governano. Non a caso, **Cisco**, con specifico riferimento all'IoT, sostiene che una delle principali difficoltà per i provider stia proprio nel far percepire questo livello di maturazione della tecnologia (oramai pronta e accessibile) agli utilizzatori finali. Spesso le imprese non riescono a percepire la necessità di utilizzare nuove soluzioni disponibili, perché non ne comprendono sino in fondo i possibili benefici applicativi. Le tecnologie investigate sono già disponibili e funzionanti e potrebbero giocare un ruolo di primo piano nelle aree di sviluppo nuovo prodotto, nel controllo dei processi aziendali e nell'allargare ed estendere i confini aziendali oltre le mura fisiche dei propri uffici e stabilimenti. Il rischio che le imprese lascino per strada alcune applicazioni rilevanti a causa di una conoscenza non sempre approfondita è troppo elevato per poter essere accettato di buon grado: chi non intraprende il cammino di trasformazione ora, rischia di perdere un'opportunità che difficilmente si ripresenterà nel futuro e pagherà lo scotto di vedere allontanarsi sempre più i propri concorrenti/partner che, a differenza sua, si saranno mossi per tempo. **Ancor più che nella precedente ricerca, è quindi importante sottolineare il ruolo che potrebbero giocare in questo percorso di trasformazione digitale gli enti / attori esterni alle imprese manifatturiere: a loro potrebbe / dovrebbe spettare il compito di svolgere in modo equo e super-partes l'analisi dei fabbisogni aziendali, proponendo ed illustrando in modo diretto quali possano essere le applicazioni principali di queste tecnologie per ogni singolo processo aziendale, stimolando nelle imprese una fase di revisione delle procedure e dei metodi attuali (anche se di successo), necessaria ad intraprendere un pieno percorso di adozione del paradigma 4.0.**

È evidente il legame molto stretto tra questo primo elemento ostativo e quello successivo, inerente la difficoltà nel reperire le competenze e le figure professionali necessarie alla piena internalizzazione ed implementazione di queste tecnologie. In particolare le aziende evidenziano come sia ancora critico trovare sul mercato le competenze che permettano di gestire tutte le fasi del processo di analisi tecnico-economica, selezione dei fornitori e successiva implementazione delle soluzioni digitali disponibili. Non solo queste competenze mancano all'interno della maggior parte delle organizzazioni attuali, ma anche l'offerta non pare essersi ancora allineata alla richiesta di nuove figure professionali. L'assenza di una (o più) persone competenti all'interno dell'azienda rischia di vanificare opportunità potenzialmente già disponibili.

A tal proposito va sottolineata una comunanza rispetto all'edizione precedente della ricerca: ancora una volta, l'area

Risorse Umane è coinvolta solo marginalmente nel processo di analisi e implementazione delle nuove tecnologie digitali. Sebbene il non coinvolgimento diretto nell'utilizzo delle tecnologie da parte di questa specifica funzione aziendale sia tutto sommato ragionevole, occorre evidenziare che **sarebbe lecito attendersi quantomeno un ruolo di abilitatore, in piena analogia con l'IT.** Con quali mansioni? Tracciare i fabbisogni effettivi, individuare le figure interne ritenute idonee, ricercare quelle esterne in grado di colmare le lacune interne, proporre sistemi incentivanti ad hoc, etc. Purtroppo, salvo rare eccezioni, ad oggi questo ruolo non viene svolto o comunque viene svolto in ritardo e/o in modo non strutturato.

La stretta correlazione tra la difficoltà di dotarsi di risorse e competenze in grado di gestire questa trasformazione digitale e la valutazione secondo cui le tecnologie digitali non siano ancora mature per delle applicazioni industriali, è pericolosa e preoccupante. In questo preciso momento storico le imprese sono chiamate a prendere delle decisioni circa quali siano le tecnologie digitali che certamente dovranno essere approfondite rispetto a quelle che sin d'ora potranno invece non essere considerate, identificando quindi le alternative possibili, con l'obiettivo di muoversi solo su quelle che garantiscono il migliore rapporto tra costi e benefici. Le aziende dovrebbero chiedersi quali potranno essere i rischi associati alla scelta di non impiegare una/alcune tecnologia/e digitale/i non suffragata da conoscenze specifiche ed elementi empirici e concreti, bensì basata invece su analisi superficiali e svolte da personale non competente. Decidere oggi di non intraprendere investimenti per alcune delle tecnologiche considerate a causa di una sottostima dei vantaggi potenziali legata a sua volta ad una mancanza di competenze o da una conoscenza solo superficiale, significa non salire a bordo del treno che si muove in modo inesorabile verso la configurazione 4.0.

I restanti due fattori ostativi si posizionano a grande distanza da quelli appena descritti. In particolare solo il 14% del campione considera molto rilevante l'onerosità degli investimenti in attrezzature e strumenti. **Rispetto a quanto dichiarato dalle imprese che hanno partecipato alla prima edizione, tale valore è molto più contenuto.** La percezione di questo fattore come meno rilevante può essere interpretata con due chiavi di lettura complementari. In primis, è indubbio come l'evoluzione di queste tecnologie digitali sia oramai galoppante: ogni giorno emergono nuovi sviluppi e upgrade delle soluzioni proposte che spingono la frontiera tecnologica sempre più avanti. In questo processo di evoluzione, il costo di queste tecnologie va via via riducendosi in modo significativo, diventando sempre più accessibile anche alle piccole e medie imprese. Alcuni esempi di questo trend di decrescita sono presentati in Figura 34: a parità di funzionalità disponibili, il costo di una stampante 3D è circa 400 volte più basso rispetto a quello delle stesse disponibili 10 anni fa, mentre la sensoristica avanzata che abilita la diffusione di soluzioni di IIoT ha subito una riduzione del costo di 250 volte negli ultimi 8 anni.

	Tecnologia	Anno riferimento	Costo ieri	Costo 2016	Tasso sviluppo
	Stampa 3D	2007	40.000	100	400 volte in 10 anni
	Robotica	2008	500.000	22.000	23 volte in 9 anni
	Droni	2007	100.000	700	142 volte in 10 anni
	Sensoristica avanzata	2009	22.000	79	250 volte in 8 anni

Figura 34 - Il costo delle tecnologie nel tempo

Se a questo primo fattore intrinseco dell'evoluzione tecnologica si aggiunge anche un elemento esogeno legato alla presenza di agevolazioni fiscali che riducono l'entità dell'investimento, è evidente come (almeno nel breve periodo) **l'aspetto del costo di queste soluzioni non possa più essere un fattore ostativo primario.**

Ancora meno rilevante è la difficoltà nel reperire sul mercato **provider tecnologici specializzati** nella realizzazione e commercializzazione di queste nuove soluzioni digitali. Alcune tecnologie più di altre si caratterizzano per una struttura del mercato dell'offerta ancora molto frammentata, caratterizzata dalla presenza di diversi attori che giocano spesso un ruolo limitato, ma fondamentale, nell'implementazione della tecnologia medesima. Questo il caso del mercato delle soluzioni di Industrial Internet of Things, che è un paradigma basato sulla convergenza di differenti tecnologie; conseguentemente, anche il mercato dell'offerta accorpa un vasto insieme di attori (di diversa dimensione, da player globali a start-up innovative) che propongono sistemi hardware e software necessari a rendere le fabbriche ed in generale le filiere intelligenti: da coloro che vengono sensoristica e attrezzature, passando per quelle aziende che dispongono di applicativi e soluzioni software necessarie per l'interconnessione e dialogo degli oggetti intelligenti, sino a giungere a quelle aziende che svolgono attività di system integrator. È quindi evidente che una maggiore complessità tecnologica, porta con sé anche una maggiore complessità della struttura del mercato dell'offerta che, almeno ad oggi, non pare comunque spaventare le imprese.

È importante infine evidenziare come il ranking appena descritto con riferimento ai fattori ostativi alla diffusione completa delle tecnologie digitali per l'intero campione, non subisca sostanziali variazioni anche valutando i singoli cluster 4.0 (Figura 35). Ciò significa che gli ostacoli attesi (previsti dai RITARDATARI) sono poi all'incirca quelli effettivamente incontrati (dalle STELLE), senza significative sorprese. In un certo senso, trattasi di un forte incentivo a partire con il percorso di trasformazione, nella misura in cui sembra che gli ostacoli che si incontreranno nella pratica saranno allineati a quelli previsti inizialmente.

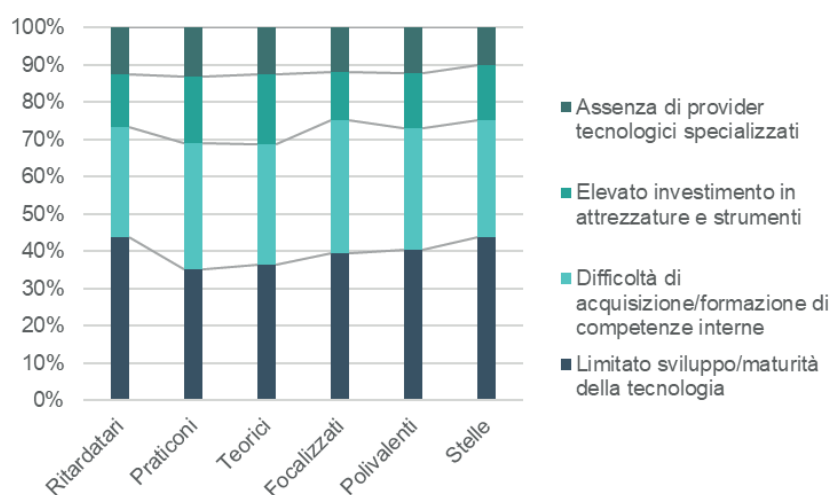


Figura 35 – Cluster 4.0 e i fattori inibenti

D5. Di quali competenze necessitano?

In media, solo una azienda su sei ritiene di avere già in casa le competenze necessarie per lo svolgimento di progetti 4.0; il quadro migliora lievemente guardando alle sole tecnologie più note (ed impiegate) quali Industrial Internet of Things, Additive manufacturing e Big Data. Più nello specifico, le aziende ricercano con maggiore enfasi competenze e figure professionali di estrazione tecnica, in grado di avviare ed impiegare nel tempo le nuove tecnologie digitali; minore rilevanza viene invece assegnata a figure di natura manageriale/gestionale, come il **Chief Digital Officer** o il **Digital Strategist**, considerate non fondamentali, almeno nel breve periodo.

Come già accennato diverse volte nel corso del rapporto, trattare il paradigma 4.0 come un puro fenomeno tecnologico sarebbe limitante. Le tecnologie digitali sono solo una delle componenti di questa trasformazione, ma ve ne sono altre altrettanto rilevanti e importanti perché questo percorso di evoluzione si possa manifestare a pieno nel tessuto industriale italiano. Una di queste è certamente relativa agli impatti nell'organizzazione aziendale: la piena adozione delle tecnologie digitali sottintende una serie di **modifiche ai processi aziendali, che dovranno essere ridisegnati in ottica 4.0** considerando come queste nuove soluzioni favoriranno la nascita e la diffusione dei sistemi cyber-fisici e quindi di una potenziale interconnessione di tutte le risorse che concorrono al processo medesimo (persone, macchinari, prodotti, ...). **Perché queste modifiche organizzative siano realizzabili è strettamente necessario che le aziende si dotino di figure competenti in grado di pianificare, implementare e gestire nel tempo questo cambiamento.**

Negli ultimi mesi sono numerosi autori hanno discusso sul tema delle competenze necessarie per la trasformazione 4.0, ponendosi le seguenti domande:

- Quali sono le figure professionali e le competenze necessarie a guidare l'azienda verso la configurazione 4.0?
- Dove le si possono trovare?
- Quale sarà il saldo occupazionale dovuto all'introduzione di nuove figure e all'abbandono di posizioni lavorative in seguito all'avvento delle nuove tecnologie?

Un messaggio appare evidente dall'analisi di questi contributi: la persona resta comunque al centro di questa rivoluzione e rimane l'elemento chiave per usufruire appieno dei vantaggi offerti dalle nuove tecnologie.

Le trasformazioni in atto sembrano creare una forte discontinuità nel fabbisogno di competenze da parte delle imprese. Se è vero che da un lato esistono evidenze a supporto della cosiddetta "jobless growth", ne esistono altrettante che testimoniano come non sia solo la progressiva automatizzazione di alcuni lavori tradizionali a causare la perdita dei posti di lavoro, ma che questo fenomeno sia riconducibile anche alla contemporanea carenza di nuove competenze ("competences shortage"). Considerando che sarebbe necessario dedicare un rapporto completo per poter discutere completamente questi temi, nel proseguo verrà data una risposta alle prime due domande del punto elenco precedente, lasciando ad una trattazione dedicata il tema inerente l'impatto sull'occupazione.



Figura 36 – L'evoluzione delle competenze in ottica 4.0

Quali sono le competenze di cui le imprese hanno bisogno per gestire questa rivoluzione? Appare davvero fondamentale, in questo mutevole scenario competitivo, che le imprese si dotino di competenze **sia tecniche** (relative alle nuove tecnologie digitali oggi disponibili), **sia manageriali**, orientate alla gestione di progetti complessi e al lavoro in team.

Negli ultimi anni sono nate numerose nuove figure professionali con il compito di gestire i nuovi strumenti tecnologici messi a disposizione delle imprese. In particolare queste nuove figure professionali devono saper governare alcune pilastri che sono alla base del paradigma 4.0:

- **Il ruolo attivo del cliente.** Saper interpretare le richieste del cliente non è facile anche in relazione alle fonti di informazioni, che sono sempre più diversificate e complesse. Per questo servono nuove figure in grado di saper intercettare le richieste dei consumatori e guidare quindi la strategia aziendale nella stessa direzione in cui si dirige il mercato. Ne sono un esempio le figure legate al mondo web e social, come: l'*E-commerce Manager*, responsabile delle vendite online e dell'elaborazione di strategie per il lancio di un prodotto o di un servizio online; il *Digital Strategist*, che decide le strategie di web-marketing e social; il *Social Media Manager*, che deve ottimizzare la presenza di un'azienda sui social, affiancato dal *Social Media Analyst* che studia il ritorno dell'investimento sui social media; o ancora figure più ampie, come il *Digital Marketing Manager* che ha il compito di gestire e ottimizzare le interazioni digitali con i propri consumatori e prospect attraverso i canali social, web e mobile, nel rispetto degli obiettivi di vendita e di marketing e coerentemente con la brand reputation dell'azienda.
- **Gestione del dato.** Altro asset fondamentale di questa trasformazione è rappresentato dai dati e dalle informazioni oggi disponibili per le aziende. Similmente a quanto detto per le nuove tecnologie, anche in questo caso l'investimento in tecnologie e strumenti, deve essere affiancato da un forte investimento in risorse e competenze. Infatti, si rendono oggi necessarie nuove figure, come il *Business Analyst*, in grado di utilizzare i dati a disposizione al fine di identificare le esigenze di business dei clienti per determinare le soluzioni più adatte; nel nuovo "mare di dati", l'azienda deve

essere in grado di selezionare quelli importanti, sintetizzandoli per prendere decisioni. È infatti necessario saper trattare ed analizzare grandi quantità di dati di natura eterogenea per creare valore applicando una logica di processo multidisciplinare. Servono quindi figure quali il *Data Analyst* o il *Data Scientist*, fino al *Data Security Manager*, deputato alla messa in sicurezza dei dati generati.

- **Gestione delle tecnologie abilitanti.** Ogni tecnologia ha le proprie peculiarità: per poter beneficiare delle potenzialità della stampa 3D è necessario che un progettista sia in grado di abbracciare i paradigmi della progettazione additiva, liberandosi dai vincoli della produzione tradizionale; per non restare soffocati dai dati raccolti lungo i processi di una filiera è necessaria una figura in grado di individuare le relazioni tra i dati disomogenei e destrutturati disponibili. E via dicendo. Un elenco più dettagliato delle figure professionali necessarie per ogni tecnologia è fornito in Tabella 7.

Tabella 7 - Le figure professionali per le tecnologie 4.0

TECNOLOGIA	FIGURA PROFESSIONALE
Industrial Internet of Things	IoT Strategist IoT Solutions Architect - Presente Software Development Engineer Network security manager/analyst
Additive Manufacturing	Progettista CAD “additivo” Ingegnere dei materiali Tecnico supervisore delle stampanti 3D Digital Designer/Modeler
Big Data & Advanced Analytics	Data scientist / Data architect Data analyst Data security manager
Collaborative Robotics	Computer Vision/Perception Robotics Engineer Machine Learning System Engineer Mathematical & Data analyst
Augmented & Virtual Reality	AR/VR Software Engineer Augmented Reality Application Developer 3D Graphics Designer & Animators
Cloud Manufacturing	System / Infrastructure architect Machine supervisor System engineer Network security manager/analyst

Aldilà dell'elenco completo, quali sono le figure professionali più rilevanti per le imprese del campione? Coerentemente con la diffusione nel sample delle diverse tecnologie digitali, in cui al primo posto si hanno i sistemi di stampa 3D, la figura professionale più importante risulta essere il progettista CAD additivo, ovvero l'esperto nella progettazione CAD di

prodotti secondo logiche additive e non sottrattive, seguendo le direttrici del *free-form design e no-constraints*. A seguire troviamo:

- **Data Analyst:** figura con orientamento matematico/statistico, responsabile della definizione dei modelli matematici utili al trattamento e all'analisi dei dati raccolti;
- **Data Security Manager:** figura responsabile dell'acquisizione, conservazione e archiviazione dei dati raccolti e della definizione dei protocolli di sicurezza per la loro gestione;
- **IoT Strategist:** responsabile nella definizione delle strategie di utilizzo e sfruttamento della sensoristica IoT;
- **3D Digital Designer/Modeler:** figura deputata alla realizzazione di modelli 3D grafici di prodotti e componenti (non sempre realizzati a disegno)

La ricerca e la riqualificazione non riguarda però solo i ruoli “operativi”: **anche la C-Line dell'azienda si trova oggi costretta a cambiare**, al fine di includere nuove figure quali: il Chief Digital Officer, che ha il compito di sovrintendere (e coordinare) tutte le funzioni dell'azienda che hanno in qualche misura a che fare con il mondo delle tecnologie digitali; il Chief Innovation Officer, che ha il compito di proporre modelli innovativi per il business dell'impresa, affinché sfrutti al meglio la rivoluzione digitale; o ancora il Chief Security Officer, ovvero una figura più tecnica che si assuma l'incarico di proteggere la sicurezza delle informazioni e dei sistemi dell'azienda.

Tutte le figure professionali sopra citate, siano esse direttamente coinvolte nell'utilizzo delle tecnologie digitali oppure siano deputate a gestire e governare la transizione verso il paradigma 4.0, sono state valutate in funzione di due direttrici: la **presenza** attuale in azienda e la **rilevanza** dichiarata dai rispondenti. In Figura 37 le 6 tecnologie sono posizionate con riferimento a queste due grandezze. Va sottolineato come i valori percentuali riportati siano calcolati con riferimento alla sola quota parte di aziende che dichiarano di conoscere, anche in forma basica, la singola tecnologia, e non sull'intero campione di riferimento.

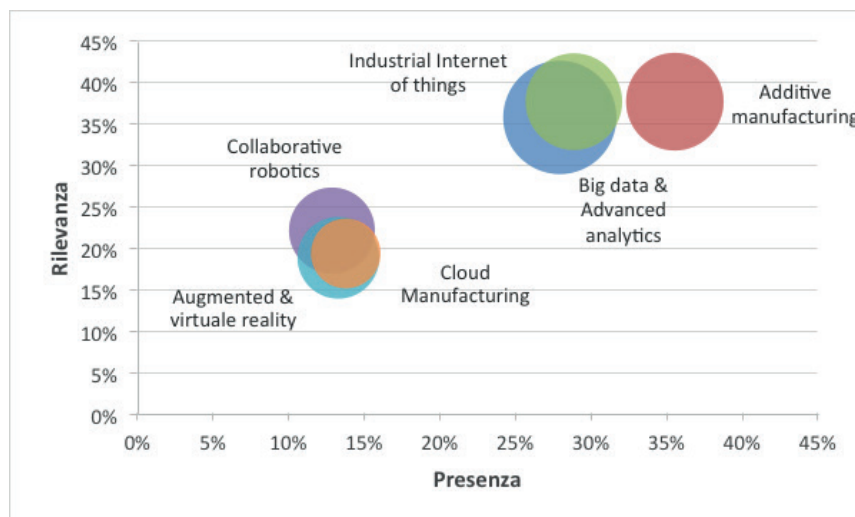


Figura 37 - Presenza e rilevanza delle figure professionali 4.0

Appare evidente la suddivisione delle tecnologie in 2 gruppi distinti in funzione della conoscenza media da parte delle imprese del campione: da un lato quelle più note ovvero IIoT, Additive Manufacturing e Big Data; dall'altro lato quelle meno diffuse, ovvero Collaborative Robotics, Augmented & Virtuale reality e infine Cloud Manufacturing. Per il primo terzetto di tecnologie si evidenzia una presenza significativa, ma discontinua, di figure professionali in grado di impiegarle

correttamente: circa un terzo del campione per l'IIoT e i Big Data e circa il 40% per quanto concerne la stampa 3D, indicano di avere già in casa delle competenze specifiche. Valori inferiori invece al 15% dei rispondenti che conoscono le restanti 3 tecnologie dichiarano di possedere già le competenze ad hoc per il loro impiego. Stesso trend per quanto riguarda la rilevanza: per le 3 tecnologie più note quasi il 40% dei rispondenti dichiara una rilevanza “elevata” delle nuove figure professionali per poter impiegare correttamente tali soluzioni, mentre la restante quota parte indica di poterne fare a meno. Per le 3 tecnologie meno note, il numero di aziende che ritiene molto rilevanti le figure professionali proposte è prossimo al 20%.

È motivata la preoccupazione delle aziende relativa alla disponibilità di figure professionali in grado di saper impiegare correttamente le nuove soluzioni digitali: in media **circa il 25% del campione dispone già di professionalità idonee, mentre la restante quota parte deve “accontentarsi” di competenze non specifiche**, con un aumento esponenziale del rischio di prendere decisioni non totalmente consapevoli, soprattutto nella fase critica di selezione delle direttrici di investimento.

È possibile scorporare l'analisi appena descritta per tipologia di figura professionale richiesta: in particolare si possono considerare le figure prettamente **operative** (quindi necessarie all'impiego diretto delle soluzioni digitali) e quelle invece di matrice prettamente **manageriale** (deputate alla governance del percorso di trasformazione digitale, tra cui *Chief Digital Officer, Digital Project Manager, ...*). Mediamente si riscontra come le imprese del campione siano più concentrate su figure di carattere operativo, presenti circa nel 30% dei casi rispetto a circa il 20% per quanto concerne le figure di profilo manageriale; inoltre, anche la rilevanza associata a queste due categorie manifesta lo stesso trend tale per cui le figure operative sono considerate di primaria importanza rispetto alle figure manageriali.

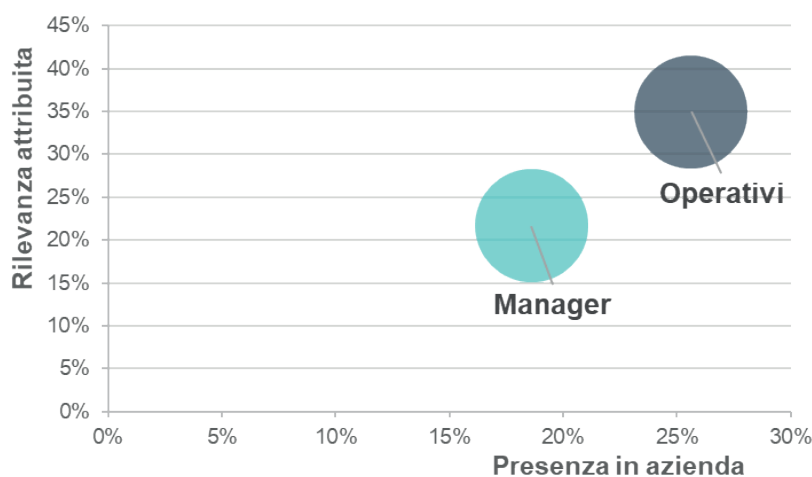


Figura 38 – Figure professionali operative vs. manageriali

La situazione rappresentata in Figura 38 è emblematica di come le aziende stiano mediamente affrontando il percorso verso il paradigma 4.0. In particolare, **la maggior parte di esse vive questa transizione come un cambiamento quasi esclusivamente di natura tecnologica, legato all'implementazione di una/poche tecnologie in modo destrutturato**. La minore presenza (e rilevanza) di figure professionali che abbiano il compito di tenere le redini di questo processo di trasformazione, in grado di gestire e coordinare le diverse esigenze di tutti i processi aziendali, ne è la testimonianza. La realtà dei fatti (le STELLE ce lo insegnano) è che, senza figure professionali di alto profilo e con un livello di inquadramento dirigenziale, come per esempio può essere il *Chief Digital Officer*, intraprendere un percorso di avvicinamento all'Impresa 4.0 può diventare molto complesso.

D6. Quali sono le misure più apprezzate del piano Calenda?

Come ci si poteva attendere, tra le misure proposte dal piano Calenda, la parte del leone è assegnata alle agevolazioni fiscali **relative all'acquisto o al rinnovo di impianti / macchinari / attrezzature (iper ammortamento)**. A seguire, **l'analoga agevolazione a favore dei software (super ammortamento)**. Distaccato, ma ancora di significativo interesse, il credito di imposta (potenziato) per le attività di ricerca e sviluppo, spesso propedeutiche agli investimenti in tecnologia di cui sopra. Tutte le altre misure previste risultano mediamente o non note o comunque di ridotto interesse.

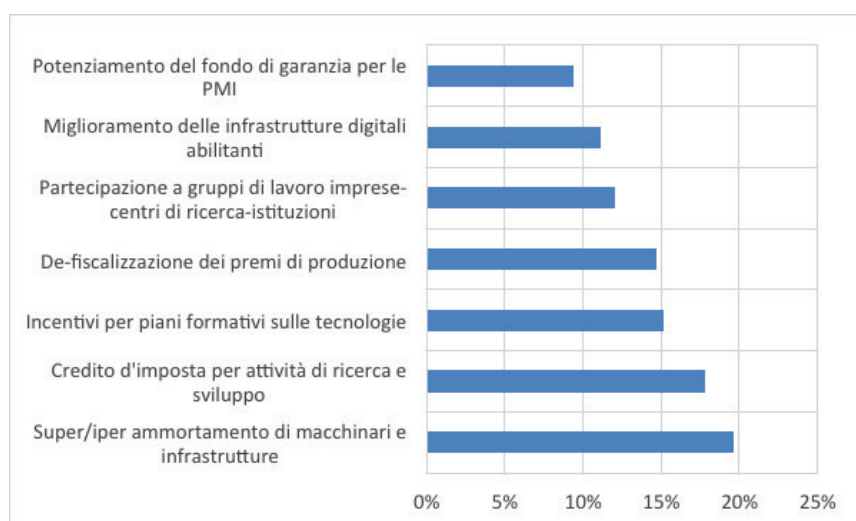


Figura 39 – Interesse dichiarato verso le misure del piano Calenda

La collocazione temporale della seconda edizione della ricerca ha permesso di rilevare il giudizio delle imprese del campione rispetto alle misure proposte dal piano Calenda, già descritte in precedenza.

In Figura 39 si riporta la graduatoria ottenuta. È evidente come super e iper-ammortamento facciano la parte del leone. D'altra parte, l'accesso libero a queste misure, non legato alla partecipazione a bandi, garantisce a tutte le imprese indipendentemente da settore e dimensione di poterne godere. Non a caso, circa il 20% delle aziende del campione considera questa come la misura più importante del piano Calenda.

A seguire, molto apprezzato risulta essere il potenziamento del credito di imposta per le attività di ricerca e sviluppo. Prima di investire in macchinari o software, è infatti evidente che le imprese dovranno identificare le direttrici primarie in cui farlo, avendo chiari i costi ed i benefici a cui andranno incontro. Tutte queste attività di analisi preliminare, propedeutiche ad una progettazione del percorso di avvicinamento al paradigma di Impresa 4.0, potranno essere supportate grazie a questa iniziativa che, rispetto agli anni precedenti, prevede un incremento del beneficio dal 25 al 50%, sia dei costi esterni (esempio, di consulenza), sia dei costi interni del personale coinvolto, a cui occorre aggiungere anche l'innalzamento dei limiti di credito massimo per contribuente da 5 a 20 milioni di euro. A seguire, ma nemmeno troppo distanti, le altre misure, a testimonianza di una generalizzata piena comprensione del piano nella sua globalità.

APPROFONDIMENTO – L'ACCESSO ALLE AGEVOLAZIONI FISCALI

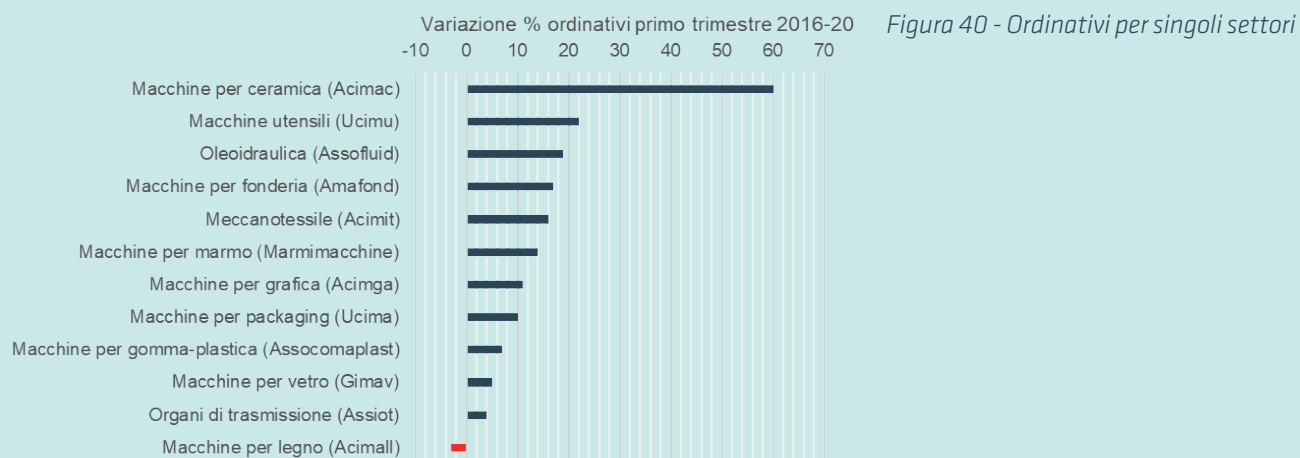
Dai recenti risultati della ricerca 2016-2017 condotta dall'Osservatorio Industria 4.0 del Politecnico di Milano, emergono ulteriori segnali del generale apprezzamento del piano da parte delle imprese. La conoscenza del piano è molto buona, solo il 16% delle imprese del campione della survey non lo conosce (circa 240 aziende, di medio-grandi dimensioni). Oltre la metà del campione (52%) intende utilizzare il superammortamento al 140% e il 36% l'iperammortamento al 250%. Secondo l'osservatorio, il dato relativo a un maggior utilizzo del superammortamento (in termini di intenzioni di utilizzo) è sensato e in linea con l'obiettivo: se non serve che una macchina sia connessa, non ha senso che lo sia. Ragionando invece in termini di ammontare degli investimenti, sarà probabilmente l'iperammortamento a fare la parte del leone, perché i beni connessi sono più capital intensive. La ricerca evidenzia inoltre come il 61% delle imprese stia valutando attivamente come sfruttarlo e una quota pari al 26% dichiara che investirà oltre un milione di euro.

APPROFONDIMENTO – I PRIMI EFFETTI DEL PIANO CALEND

Come sottolineato dal ministro dello Sviluppo economico, Carlo Calenda, commentando i dati dell'UCIMU, associazione del network di Confindustria che racchiude i costruttori italiani di macchine utensili, robot, automazione, il piano industria 4.0 sta mostrando i suoi primi concreti effetti.

Il numero di ordinativi di attrezzature nel periodo gennaio-marzo dell'anno in corso è aumentato del 5,1% rispetto allo stesso periodo dello scorso anno. Particolarmente significativo che questo risultato sia determinato dall'incremento delle richieste per il mercato nazionale (+22,2%).

Elaborazioni del Sole 24 ore sui dati delle diverse associazioni di categoria che raggruppano i principali produttori di macchine utensili, mostrano un quadro ancor più interessante, tanto in quanto la crescita degli ordinativi è diffusa a tutti i comparti manifatturieri. Eclatante la crescita del 60% degli ordinativi per le macchine per ceramica; crescite rilevanti sono però visibili anche in comparti più robusti in termini assoluti, come le macchine per fonderia e per il tessile.





*Avere un'idea è un'ottima cosa.
Ma è ancora meglio sapere come portarla avanti*

Henry Ford

Parte III

COME APPROCCIARE LA TRASFORMAZIONE 4.0



La strada verso il paradigma 4.0 non è certo un rettilineo da percorrere alla massima velocità. Diventare imprese 4.0 comporta numerosi cambiamenti di diversa natura e entità, da integrare in modo armonico. In primis, ci sono le nuove tecnologie, in grado di impattare su tutti i processi aziendali, sui prodotti realizzati, generando funzionalità prima impossibili, e anche sulla loro modalità di proposizione sul mercato, con la nascita di nuovi modelli di business. Queste tecnologie devono essere integrate tra di loro e all'interno del sistema produttivo, devono saper dialogare e scambiare dati sia all'interno, sia all'esterno dell'azienda. Queste **tecnologie richiedono competenze specifiche**, non sempre presenti in azienda e ancora difficili da trovare sul mercato: sia figure professionali tecniche, legate alle singole tecnologie digitali, sia figure manageriali, in grado di governare la trasformazione in azienda. L'introduzione di queste nuove figure impatta significativamente sull'organizzazione aziendale, costringendo le imprese a rivedere (almeno in parte) la propria struttura: in primis, grazie alle nuove soluzioni tecnologiche alcune relazioni tra le aree di business si modificano, alterando gli equilibri pre-esistenti (sempre più l'area IT dovrà essere a supporto delle altre funzioni di business, sempre maggiore sarà il coinvolgimento della Ricerca & Sviluppo per la progettazione di prodotti unici e personalizzati, ...); in secondo luogo, le figure professionali legate all'impiego delle tecnologie e alla gestione del cambiamento acquisteranno maggiore rilievo nelle decisioni strategiche aziendali, affiancando e supportando la direzione.

In sintesi, approcciare davvero il paradigma 4.0 vuol dire mettere in discussione il proprio tradizionale modo di lavorare, assumendo che possa non essere più quello ottimale. Ancora più a fondo, significa ripensare i propri processi di business, eventualmente alla luce delle funzionalità abilitate dalle nuove tecnologie. In poche parole, occorre affrontare una trasformazione a 360 gradi della propria azienda, che parta dalla cultura, passi per l'organizzazione, i metodi e infine le tecnologie, informatiche e non.

Ma quale può essere un credibile percorso per fare questo? Occorre adottare un **approccio olistico**, che esamini l'azienda a tutti i livelli, senza esclusioni ex ante. Un buon punto di partenza sta nel cercare risposta alle seguenti 5 domande chiave:

- Come il digitale rivoluzionerà il mio settore nei prossimi 5-10 anni
- Quale è il potenziale valore per la mia azienda e cosa posso fare per massimizzarlo
- Su quali processi ha senso che io orienti i prossimi investimenti
- Quali nuove competenze serviranno e come fare per identificarle e mantenerle
- Cosa devo fare per pilotare la mia azienda all'interno di questo percorso

Il laboratorio RISE dell'Università degli Studi Brescia negli ultimi anni ha elaborato una metodologia proprietaria, nel seguito esposta.



Il check-up 4.0

Il check-up 4.0 è un percorso progettuale finalizzato ad accompagnare le imprese nella definizione della road map ottimale di avvicinamento al paradigma 4.0, individuando in maniera oggettiva, quantitativa e super-partes quali possano essere le tecnologie su cui investire, a beneficio di quali processi e con quali obiettivi di miglioramento rispetto allo scenario corrente. Partendo dalla definizione del livello attuale di maturità digitale, sarà quindi possibile progettare un personalizzato percorso di trasformazione verso la configurazione 4.0.

Grazie a questa metodologia, un'azienda sarà cioè in grado di rispondere alle seguenti domande chiave:

1. Quanto conosco le potenzialità d'impiego delle nuove tecnologie digitali disponibili sul mercato
2. Come si posizionano i miei processi rispetto al paradigma 4.0
3. Come possono essere ridisegnati i miei processi grazie all'impiego delle nuove tecnologie digitali
4. Come queste tecnologie possono impattare e modificare il modello di business dell'azienda
5. Quali sarebbero i costi / benefici relativi alla implementazione di queste tecnologie
6. Qual è l'ordine di ingaggio più adeguato per le tecnologie digitali selezionate

Il processo di analisi si snoda in 3 fasi di lavoro:

- **Analisi critica dei processi as-is:** l'obiettivo è di costruire una base di conoscenza critica sulla quale sviluppare le proposte di introduzione delle nuove tecnologie e il conseguente ridisegno mirato dei processi. Per farlo, occorre identificare gli elementi di criticità attuali e quantificare la maturità digitale dei processi esaminati rispetto al traguardo 4.0;
- **Assessment tecnologico:** con questo secondo step sarà possibile supportare e stimolare il management aziendale a ripensare i propri processi di business attraverso l'impiego di nuove tecnologie digitali, identificando quali di queste debbano essere considerate in via prioritaria (e quali no), stimandone costi e benefici legati all'implementazione;

	SMART LIFECYCLE			SMART FACTORY					SMART SUPPLY CHAIN	
	New product development	Product lifecycle mgmt	Suppliers relationship mgmt	Production mgmt	Logistics mgmt	Maintenance mgmt	Quality mgmt	Safety & compliance	Production & Distribution planning	Supply chain event management
Additive Manufacturing	✓			✓		✓				
Industrial Internet of things		✓		✗	✗	✓		✗		✗
Big data & Analytics				✓					✓	
Augmented reality					✗	✗				
Cloud manufacturing				✗	✓				✓	

ESEMPIO PURAMENTE INDICATIVO

Figura 41 - Assessment tecnologico

- **Roadmap 4.0:** nota la maturità digitale rilevata e svolta l'analisi delle tecnologie digitali più promettenti, in questa fase si procederà alla progettazione del percorso di avvicinamento alla configurazione 4.0, esplicitando costi, tempi, benefici attesi e ostacoli da superare di ciascuno step.

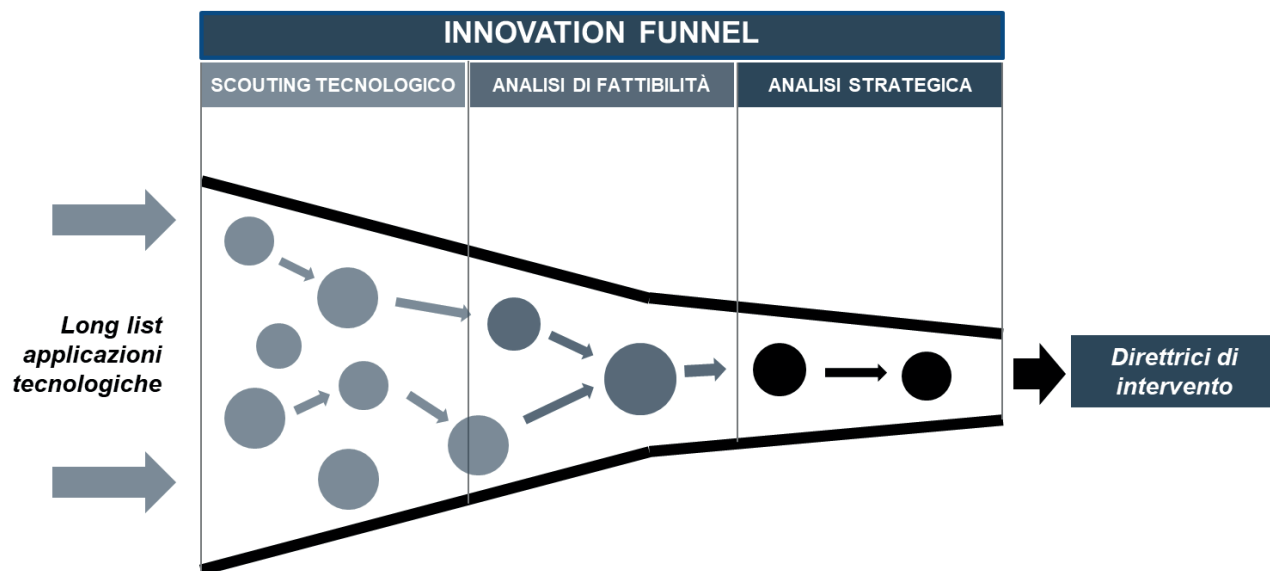


Figura 42 - Proposta delle direttrici di intervento



Il check-up per la Stampa 3D

Aldilà della metodologia generale di accompagnamento delle imprese verso il paradigma 4.0, il laboratorio RISE dell'Università degli Studi di Brescia ha progettato anche una serie di interventi verticali che hanno l'obiettivo di indirizzare le scelte aziendali all'interno di singole aree tecnologiche.

Tra gli altri, quello ad oggi più rilevante (ed applicato in azienda) è certamente il Check-up 3D Printing, che intende supportare le aziende nella valutazione dei costi e dei benefici associati all'applicazione della tecnologia additiva.

Il percorso di analisi progettato, esposto in Figura 41, permette di definire con chiarezza le reali esigenze aziendali, focalizzando l'attenzione solo su quelle applicazioni per le quali ha senso considerare la tecnologia, tralasciando subito quegli ambiti dove palesemente i limiti della tecnologia sono ancora troppo forti. Circoscritte le potenziali applicazioni e definiti i confini dell'analisi, RISE supporta l'azienda nell'identificazione di quali tecnologie, quali materiali, e quindi quali stampanti e fornitori, possano soddisfare le esigenze tracciate, anche svolgendo opportune stampe di prova, testate direttamente in azienda. Infine, la valutazione di fattibilità tecnica viene accompagnata da un'analisi economica, grazie alla quale poter confrontare appieno lo scenario corrente (senza stampa 3D) con quello eventuale futuro.

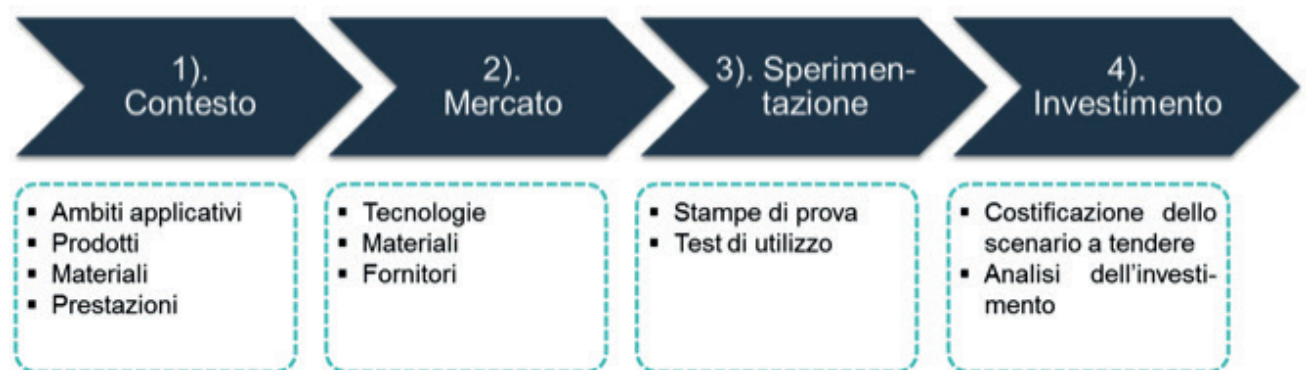


Figura 43 - Fasi di lavoro del Check-up 3D Printing



Laboratorio RISE | Research & Innovation for Smart Enterprises
Università degli Studi di Brescia | Dip. di Ingegneria Meccanica e Industriale
Via Branze, 38 | 25123 Brescia | T. +39 030 6595122 | www.rise.it