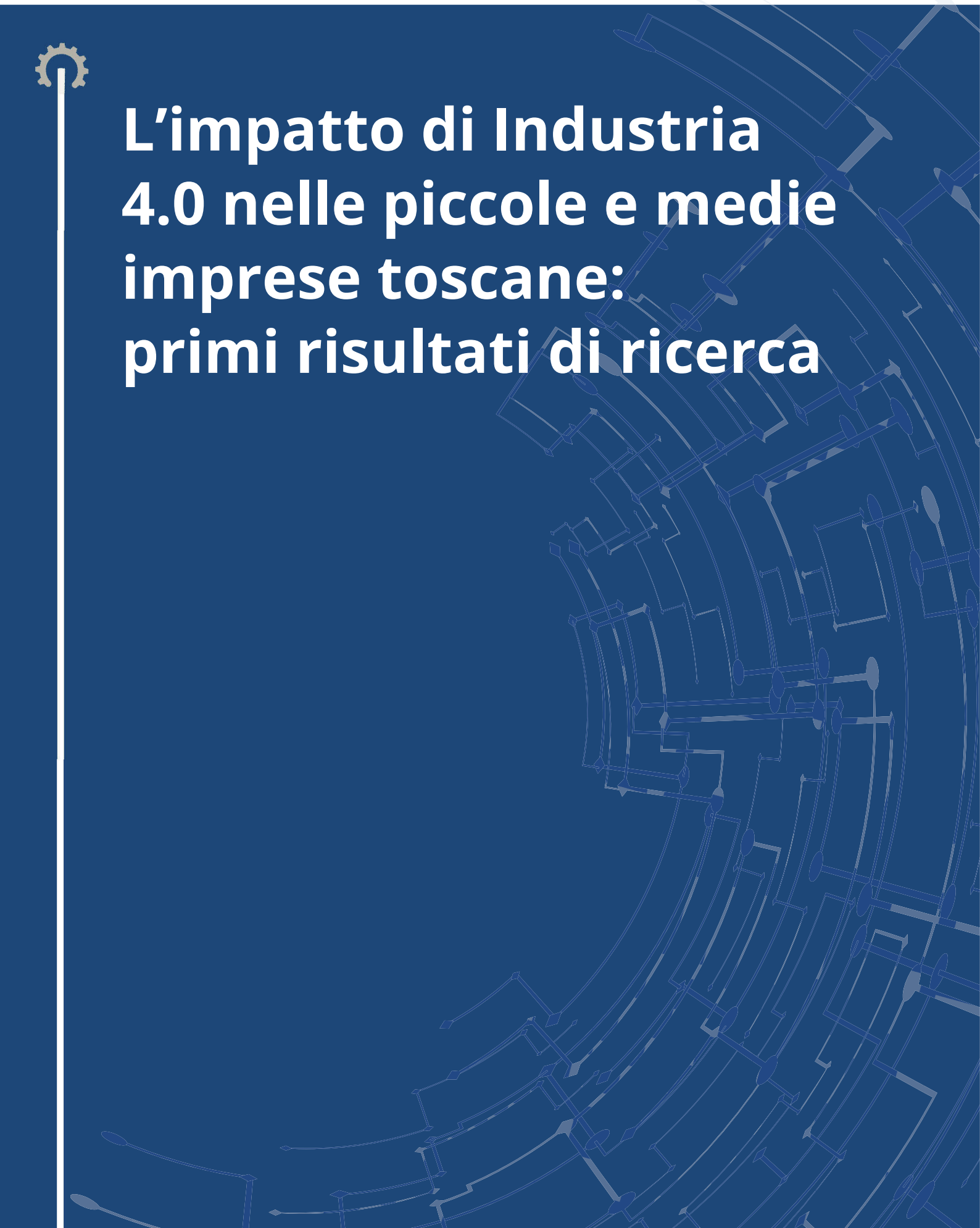


L'impatto di Industria 4.0 nelle piccole e medie imprese toscane: primi risultati di ricerca



L'impatto di Industria 4.0 nelle piccole e medie imprese toscane: primi risultati di ricerca

A cura di

Elena Casprini, Dipartimento di Studi Aziendali e Giuridici – Università di Siena
Lorenzo Zanni, Dipartimento di Studi Aziendali e Giuridici – Università di Siena

*Progetto cofinanziato dal POR FESR Toscana 2014-2020 - Azione 1.1.4 sub b)
(quota di cofinanziamento della Regione Toscana: 80%)*

*Accordo di collaborazione con Regione Toscana approvato con
Delibera di Giunta regionale n. 896/2018*

*Regione Toscana, Direzione Attività Produttive
Settore Economia Territoriale e Progetti Integrati*

ISBN 9788894901023
2020 Towel Publishing Pisa

TOWEL



Regione Toscana



Sommario

1. Obiettivi e struttura del rapporto.....	3
2. Industria 4.0 in Toscana: tecnologie abilitanti e maturità tecnologica delle imprese indagate.....	7
2.1 Analisi per tecnologie abilitanti.....	7
2.2. Analisi del livello di maturità tecnologico-gestionale	18
2.3 Analisi delle competenze	22
3. L'evoluzione 4.0 sotto il profilo settoriale e primi cenni sui rapporti di filiera.....	28
3.1 Sistema moda	29
3.1.1 Tessile-Abbigliamento	29
3.1.2 Orafo.....	35
3.2 Meccanica	42
3.3 Chimico-farmaceutico	47
3.3.2 Prime considerazioni di sintesi sull'evoluzione 4.0 nel settore chimico-farmaceutico in Toscana sulla base dei dati raccolti	53
3.4 Cartario	56
3.5 Sistema casa.....	58
3.6 Nautica	62
3.7 Logistica	63
4. Analisi dei modelli di business e delle performance economiche.....	67
4.1 Introduzione.....	67
4.2 Proposizione di valore.....	71
4.3 Segmenti di clientela	74
4.4 I canali di distribuzione	75
4.5 Relazione coi clienti	76
4.6 Risorse chiave	78
4.7 Attività chiave	79
4.8 Partner chiave	83
4.9 Analisi delle performance economiche	85
4.10 Prime considerazioni di sintesi relativi a modelli di business e performance aziendali con riferimento al campione indagato	88
5. Dinamiche evolutive e implicazioni di policy a livello di distretti tecnologici regionali	90
5.1. Distretto tecnologico regionale Moda.....	90
5.2. Distretto tecnologico Interni e Design	94
5.3. Distretto tecnologico regionale Scienze della Vita.....	99
5.4. Distretto tecnologico per la Nautica e la portualità	103

5.5 Distretto tecnologico Advanced Manufacturing	108
6. Indicazioni di policy.....	111
6.1 Premessa	111
6.2 Coordinate generali dei processi di trasformazione.....	112
6.2.1 Sfatatare un mito diffuso su Industria 4.0.....	112
6.2.2 I4.0: necessit� di nuovi orizzonti strategici	113
6.3 Aspetti e peculiarit� emergenti dal mondo delle imprese	114
6.3.1 Trattati comuni emersi nei focus group	114
6.3.2 La sfida manageriale.....	116
6.4 Linee multi-dimensionali per potenziali interventi strategici a livello regionale	118
6.4.1 Formazione trasversale	118
6.4.2 Analisi del posizionamento tecnico-produttivo.....	119
6.4.3. Analisi sistematica della frontiera tecnico-scientifica e produttiva.....	121
7. Conclusioni.....	123
Bibliografia	129
Ringraziamenti.....	131
Autori	132

1. Obiettivi e struttura del rapporto

di Elena Casprini (DISAG - Università di Siena) e Lorenzo Zanni (DISAG - Università di Siena)

Il rapporto presenta i risultati di una ricerca volta a capire qual è l'impatto dell'applicazione delle tecnologie Industria 4.0 nei processi di produzione delle piccole e medie imprese (PMI) operanti in alcuni settori industriali toscani, ed in particolare: sistema moda (tessile-abbigliamento e orafa), meccanico, chimico, nautico, arredo casa, cartario e logistico. L'indagine è stata svolta nel periodo Luglio 2018 – Ottobre 2019 da un gruppo di ricerca interdipartimentale di tre atenei toscani: il Dipartimento di Studi Aziendali e Giuridici (DISAG) e il Dipartimento di Ingegneria dell'informazione e Scienze Matematiche (DIISM) dell'Università di Siena; il Dipartimento di Ingegneria dell'Energia, dei Sistemi, del Territorio e delle Costruzioni (DESTEC) e il Dipartimento di Ingegneria Civile e Industriale (DICI) dell'Università di Pisa; il Dipartimento di Scienze per l'Economia e l'Impresa (DISEI), il Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione (DINFO) e il Dipartimento di Ingegneria Industriale (DIEF) dell'Università di Firenze.

Il team di ricerca ha raccolto i dati attraverso due metodologie principali. In primis, sono stati somministrati direttamente questionari di assessment strutturato ad un campione di 421 aziende. In secondo luogo, sono stati condotti 4 focus group che hanno coinvolto quattro distretti tecnologici regionali (Distretto tecnologico regionale Moda, Distretto tecnologico Interni e Design, Distretto tecnologico regionale Scienze della Vita, Distretto tecnologico Advanced manufacturing) e alcune delle imprese intervistate, più un'intervista al Presidente del Distretto tecnologico per la Nautica e la Portualità.

La metodologia di indagine è coerente con le linee guida individuate dalla Regione Toscana e sviluppate in Fantoni et al. (2017). Il questionario deriva da un adattamento del modello sviluppato da ACATECH (l'Accademia tedesca delle Scienze e dell'Ingegneria). Il modello ACATECH si basa su 2 macro-aree, una operativa e una organizzativa. Nello specifico, come descritto in Fantoni et al. (2017), la macro-area operativa comprende le due aree strutturali di (i) risorse e (ii) sistemi informativi, mentre la macro-area organizzativa le due aree strutturali di (iii) struttura organizzativa e (iv) cultura. Ciascuna delle quattro aree strutturali è valutata su due parametri. L'area delle risorse viene valutata in virtù della loro *capacità di digitalizzazione* e di permettere una *comunicazione strutturata*: le risorse pertanto devono essere in grado di acquisire i dati e sfruttarne le informazioni in real time, così da supportare il livello decisionale. I sistemi informativi vengono valutati sui parametri di *elaborazione delle informazioni* e *integrazione*: i dati che sono raccolti, elaborati, trasferiti ed archiviati devono anche essere usati lungo la catena del valore (Fantoni et al., 2017). La struttura organizzativa è analizzata sui due parametri di *organizzazione interna organica* e *collaborazione dinamica*: le aziende dovrebbero infatti avere delle regole che facilitino la creazione di team eterogenei e che motivino i dipendenti, ma anche cooperare con altri attori. Infine, la cultura viene valutata in funzione della *propensione al cambiamento* dell'azienda e al suo grado di *collaborazione sociale*: le aziende dovrebbero essere aperte alle innovazioni e condividere le

informazioni al loro interno, facendo leva su un clima di fiducia reciproca (Fantoni et al., 2017). La Figura 1.1 rappresenta una sintesi di quanto descritto.

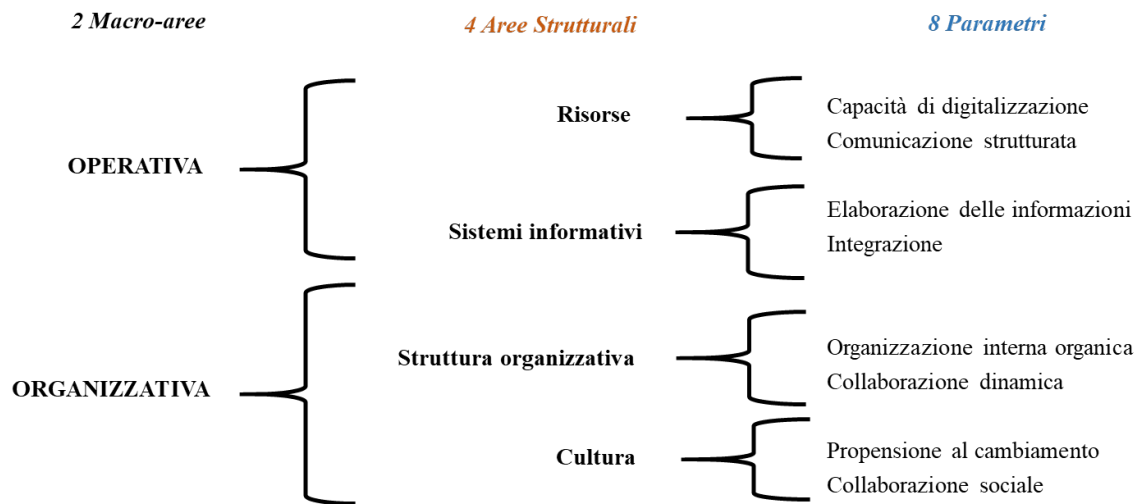


Figura 1.1. Il questionario: macro-aree, aree strutturali e parametri (nostra elaborazione da Fantoni et al. 2017)

Inoltre, il modello proposto da Fantoni et al. (2017) arricchisce il modello ACATECH attraverso l'introduzione di alcune domande volte all'analisi del rischio e del modello di business. Vista la complessità nel comprendere le dimensioni del modello di business, gli studiosi hanno considerato il modello del Business Model Canvas introdotto da Osterwalder and Pigneur (2010). Si rimanda a Fantoni et al. (2017) per una più dettagliata descrizione delle variabili del questionario e per le domande su cui sono basati i risultati.

La composizione dell'universo di riferimento delle imprese di potenziale interesse per l'assessment in tema di digitalizzazione e Industria 4.0, è stata inizialmente effettuata sulla base dell'unione di tre insiemi distinti (prima fase):

1. Banca dati "Imprese incentivate " della Regione Toscana e gestita da Sviluppo Toscana, pubblica e disponibile on line;
2. Archivio delle imprese della Direzione Attività produttive della Regione Toscana che sono state intercettate all'interno di un 'Network' regionale riferibile a attività legate alla promozione dell'innovazione. Si tratta principalmente delle imprese aderenti ai Poli per l'innovazione o ai Distretti tecnologici regionali, delle imprese che hanno partecipato a iniziative di B2B o R2B, di imprese che hanno caratteristiche prossime a quelle delle imprese potenziali produttrici o utilizzatrici di tecnologie del paradigma 4.0, o che comunque si sono segnalate o sono state individuate come sensibili ai temi della digitalizzazione e dell'innovazione;
3. Imprese che hanno mostrato nell'ultimo triennio disponibile una performance economica individuata come rappresentativa di una situazione di non difficoltà o di una situazione di struttura organizzativa minima.

Dall'universo così individuato si è proceduto a una seconda fase di campionamento delle imprese sulla base dei seguenti criteri:

1. Criterio settoriale: attraverso codice ATECO 2007 si è proceduto a identificare le imprese dei settori industriali attinenti all'indagine su un elenco di settori indicato dalla Regione Toscana (moda, meccanica, chimico-farmaceutica, nautica, sistema casa, cartario);
2. Criterio dimensionale: l'analisi si è focalizzata sulle piccole e medie imprese (con meno di 250 dipendenti);
3. Criterio relazionale: l'analisi ha prediletto l'adesione delle imprese al sistema dei distretti tecnologici regionali al fine di facilitare una lettura dei dati non solo per settori ma anche per alcuni cluster regionali.

La logica di selezione delle imprese è stata quindi inizialmente quella di un campionamento "ragionato" non statisticamente rappresentativo dell'universo regionale. In questa prima fase di campionamento il gruppo di ricerca si è avvalso della collaborazione di Irpet.

Le 421 imprese intervistate si distribuiscono sotto il profilo settoriale e dimensionale così come riportato nella Tabella 1.1.

Settore	Numero imprese intervistate	%
Tessile-abbigliamento	163	38,7%
Meccanico	114	27,1%
Sistema Casa	47	11,2%
Chimico	44	10,5%
Cartario	24	5,7%
Orafo	15	3,6%
Logistico	10	2,4%
Nautico	4	1,0%
Totale	421	

Tabella 1.1 - Distribuzione settoriale del campione di imprese intervistate

Il gruppo di ricerca ha quindi contattato le imprese corrispondenti ai criteri stabiliti. A causa della mancata disponibilità da parte di molte imprese a rispondere all'indagine, il team di ricerca ha provveduto ad estendere il criterio dimensionale facendo così rientrare all'interno del campione le micro-imprese con un numero di dipendenti compreso tra 6 e 9. Una volta esaurita anche questa nuova fonte di possibili osservazioni si è quindi ricorsi a uno "snowball sampling" chiedendo alle imprese già intervistate e ai Presidenti dei Distretti Tecnologici Toscani i nominativi di alcune imprese potenzialmente interessate al tema di Industria 4.0. Infine, alcune aziende sono state inserite su richiesta di Regione Toscana in quanto attori particolarmente interessanti per le finalità della presente indagine.

Il rapporto è articolato in 5 macro-sezioni. La prima (Capitolo 2) presenta quali tra le tecnologie abilitanti sono state adottate dalle aziende, qual è il grado di maturità tecnologica -gestionale e quali sono le competenze. La seconda (Capitolo 3) riguarda l'evoluzione 4.0 sotto il profilo settoriale e primi cenni sui rapporti di filiera: qui si presenta un'analisi dettagliata per ciascuno dei settori oggetto di indagine. La terza (Capitolo 4) descrive i modelli di business delle aziende, andando ad analizzare come le imprese creano e catturano valore e quali sono gli attori (e gli strumenti) che sono maggiormente coinvolti (e usati) nell'accompagnare le imprese verso Industria 4.0. Inoltre, sempre all'interno della terza sezione, presentiamo i primi risultati circa le performance economiche delle imprese. Nelle altre due sezioni, il rapporto presenta le prime riflessioni derivanti dai focus group condotti dal gruppo di ricerca a livello settoriale e di filiera (Capitolo 5) e le implicazioni di policy su base regionale (Capitolo 6). Il rapporto si conclude con alcune considerazioni conclusive alla luce dei dati raccolti (Capitolo 7).

2. Industria 4.0 in Toscana: tecnologie abilitanti e maturità tecnologica delle imprese indagate

2.1 Analisi per tecnologie abilitanti

di Franco Failli (DICI - Università di Pisa) e Gionata Carmignani (DESTEC - Università di Pisa)

Le tecnologie abilitanti che stanno alla base del paradigma di Industria 4.0, secondo quanto indicato anche dal MISE, sono le seguenti:

1. Advanced Manufacturing Solutions – alcune tecnologie di punta sono correttamente utilizzabili solo quando siano state sviluppate almeno le basi del paradigma di Industria 4.0 e ne permettono un rapido sviluppo, come per esempio stazioni di lavoro robotizzate con più robot collaborativi e interconnessi tra di loro, oppure applicazioni di nanotecnologie e materiali intelligenti (Smart technology/materials)
2. Additive manufacturing – cioè realizzazione di oggetti tramite le ormai diffuse stampanti 3D, in grado di realizzare oggetti direttamente a partire dalla loro modellazione informatica (Computer Aided Design) tramite un accrescimento per strati di materiali.
3. Augmented Reality – cioè l'aggiunta di informazioni a ciò che normalmente un operatore vede durante il suo lavoro, tramite l'uso di appositi visori. Si tratta tipicamente di indicazioni riguardanti utensili da usare e di zone in cui lavorare, che l'operatore vede indicati da frecce o altri simboli, insieme eventualmente a brevi testi integrativi.
4. Simulation – cioè l'anticipazione, spesso a scopo di verifica preventiva, dell'evoluzione di processi produttivi. Con la simulazione è possibile anticipare quali saranno i risultati di una produzione, o rendersi conti dell'esistenza problemi che possono così essere evitati o risolti in anticipo, con risparmio di tempo e risorse.
5. Horizontal/Vertical Integration – quella orizzontale è l'integrazione elettronica dei dati e delle informazioni lungo le diverse fasi produttive all'interno dell'organizzazione, mentre quella verticale indica la condivisione elettronica con clienti/fornitori delle informazioni sullo stato della catena di distribuzione (inventario, tracking, etc.) dell'azienda.
6. Industrial Internet – è la comunicazione elettronica in rete tra macchinari e prodotti, spesso chiamata anche industrial Internet of Things (IIoT).
7. Cloud – è un sintetico richiamo al concetto di Gestione di elevate quantità di dati su sistemi aperti.
8. Cybersecurity – è un termine con cui si indica tutto ciò che riguarda la sicurezza informatica durante le operazioni in rete e su sistemi aperti
9. Big Data and Analytics – ovvero il rilevamento e l'analisi di elevatissime quantità di dati, tipicamente derivanti dal monitoraggio diffuso ed accurato delle operazioni svolte dai vari dispositivi utilizzati negli apparati produttivi, equipaggiati da opportuni sensori.

Nell'impostare il questionario sottoposto al campione di 421 aziende è sembrato riduttivo porre delle domande dirette del tipo: "Nella vostra azienda si applicano soluzioni tecnologiche all'avanguardia?". Le risposte non avrebbero potuto essere che piuttosto vaghe e quindi di difficile interpretazione. Anche altri punti dell'elenco, apparentemente più semplici da trattare con domande dirette come l'uso di tecnologie *cloud* citate al punto 7, in realtà non permettono una risposta semplice. Ciò che si vuole indagare, per esempio, non è tanto l'impiego di soluzioni *cloud* in sé, disponibili anche per i privati per un uso che potremmo definire "amatoriale", quanto la maturità dell'organizzazione nel percepire come tale tipo di strumento permetta di accedere a possibilità di gestione e controllo che vanno al di là del puro *storage*, spesso utilizzato, ma non necessariamente significativo. I provvedimenti presi riguardo alla *cybersecurity* invece appaiono meno difficoltosi da interpretare: o si sono presi o non lo si è fatto, e lo scopo da raggiungere non può che essere quello implicito nel termine stesso (anche se pure in questo argomento possono ovviamente esistere delle sfumature).

Per superare questo tipo di impasse si è deciso di indagare da un lato quanto le aziende si siano preparate ad affrontare il passaggio ad Industria 4.0 fino ad oggi, dall'altro di approfondire quali tecnologie siano state effettivamente introdotte in aziende. Nello specifico, si è valutato di quali risorse umane, e quindi competenze, le aziende hanno creduto necessario dotarsi (si veda il paragrafo 2.3 "Analisi delle competenze") e, contemporaneamente si è guardato al ruolo di tre tecnologie: la *cybersecurity*, i sistemi di simulazione della produzione e l'Industrial Internet.

Cybersecurity. Per quanto riguarda l'applicazione di criteri di *cybersecurity*, come si rileva dalla Tabella 2.1.1, il 95% delle aziende facenti parte del campione affronta la questione. L'elevato numero di aziende che la gestiscono internamente (circa il 65%) autorizza l'ipotesi che possa essere diffusa una certa approssimazione, che in tema di *cybersecurity* può essere sinonimo di inefficacia, ma si tratta comunque di un dato netto, che fa ben sperare. Sempre considerando la questione della *cybersecurity* è interessante constatare che il 46% del campione dichiara di non aver subito mai attacchi informatici, e fa derivare questa rassicurante condizione dalla solidità del proprio sistema anti-intrusione.

La cybersecurity è gestita internamente	La cybersecurity è gestita da una società esterna	La cybersecurity è gestita in parte internamente ed in parte esternamente	La cybersecurity non viene gestita in alcun modo
273	68	60	18
L'azienda non ha mai subito attacchi informatici perché è aggiornata ai più moderni sistemi di sicurezza	L'azienda non è a conoscenza di aver mai subito attacchi informatici	L'azienda ha subito una volta un attacco informatico	L'azienda ha subito più di una volta un attacco informatico
195	96	80	47

Tabella 2.1.1 – Situazione relativa alla gestione della cybersecurity da parte delle aziende (3 non rispondono al primo quesito e 4 non rispondono al secondo).

Tra le 18 aziende che dichiarano di non aver alcun sistema di cybersecurity ce ne sono 10 che correttamente affermano di non essere a conoscenza di aver mai subito attacchi, mentre solo 3 dichiarano di averne subito. Una non dichiara nulla. Altre 4 risultano dichiarare di non avere sistemi di cybersecurity e, malgrado ciò, affermano di non aver subito attacchi grazie all'aggiornamento dei propri sistemi. In generale quindi la rilevazione relativa alla cybersecurity rivela una situazione di buono o ottimo allineamento con il paradigma di Industria 4.0, con una soddisfacente comprensione del valore dei propri dati e della loro tutela.

Sistemi di simulazione della produzione. Un altro dei fattori tecnologici abilitanti da prendere in considerazione a causa della sua forte capacità di imprimere un'impronta significativa alla produzione aziendale in ottica di Industria 4.0 è la presenza in azienda di sistemi di simulazione della produzione. Tale funzionalità, se presente, implica il più delle volte l'esistenza, in azienda, di una sensibilità significativa verso la corretta pianificazione dei processi e il loro controllo, visto che permette di impostare al meglio le attività produttive prima ancora che esse inizino.

I risultati della rilevazione, mostrati in Tabella 2.1.2, non sono molto incoraggianti. Si nota infatti come il 76% del campione sia composto da aziende che dichiarano di non fare uso di strumenti di simulazione. Inoltre, si deve considerare che il non rispondere, o rispondere negativamente, potrebbe significare che l'azienda giudica il proprio tipo di attività produttiva non coerente con l'uso di tale strumento, ma si tratta di un'ipotesi le cui basi andrebbero meglio verificate.

La simulazione è utilizzata in fase di programmazione della produzione	La simulazione è utilizzata in fase di programmazione e di riprogrammazione della produzione con dispositivi a bordo macchina	Si La simulazione è utilizzata in fase di monitoraggio della produzione	La simulazione della produzione non è utilizzata	Non risponde alla domanda
52	39	10	269	51

Tabella 2.1.2- Distribuzione dell'impiego di strumenti di simulazione all'interno del campione di aziende intervistate (n=421)

Chi ha deciso di impiegare, a vari livelli, strumenti di simulazione della produzione si pone spesso nei confronti dell'attività aziendale in un'ottica di buona comunicazione e trasparenza del dato. A tale tipo di contesto operativo appartengono di buon diritto gli strumenti cosiddetti di *Visual Planning*. Il concetto alla base di tale approccio è semplice e potrebbe essere descritto in breve come: "Rendi visibile ciò che vuoi fare e confrontalo con ciò che fai". Ovviamente operare all'interno di un approccio alla produzione di questo tipo significa necessariamente fare uso di un supporto grafico di qualche tipo, dai più tecnologici come i tabelloni elettronici direttamente collegati con il sistema informativo ai più semplici come le bacheche sulle quali vengono apposte le stampe che riportano gli obiettivi produttivi giornalieri o di fine turno. Ogni azienda può decidere il livello di impegno tecnologico, ed economico, che fa al suo caso, quindi un'azienda che decidesse un impegno più limitato sul versante della simulazione non è

necessariamente da considerare più arretrata di altre che hanno fatto scelte diverse. È evidente che si addentra di più in tema di Industria 4.0 chi sceglie di usare strumenti con possibilità di comunicazione con il resto dell'azienda (o del mondo) più evoluti.

Usa una lavagna digitale	Usa uno schermo digitale touch	Usa una lavagna cartacea	Non usa strumenti di visual planning
49	23	63	286

Tabella 2.1.3 – Distribuzione dell'impiego di strumenti di visual planning all'interno del campione di aziende intervistate.

Dall'analisi puntuale delle risposte fornite dalle aziende, la cui distribuzione aggregata è riportata in Tabella 2.1.3, risulta che delle 101 aziende che dichiarano di fare uso di strumenti di simulazione (Tabella 2.1.2) solo 72 usano strumenti di visual planning. Anche se i due dati non sono troppo distanti, si può notare come l'uso della simulazione e del visual planning non vada esattamente di pari passo. Tali strumenti risultano utilizzati in modo sostanzialmente indipendente l'uno dall'altro. Anzitutto si constata che il 68% delle aziende intervistate dichiara di non fare uso di strumenti di visual planning. Un ulteriore dato riguarda la quantità di aziende che dichiara di poter utilizzare i propri strumenti digitali di visual planning anche per la simulazione delle modifiche in produzione. Tra le 72 aziende che dichiarano di fare uso di strumenti digitali, ce ne sono 34 che dichiarano di poterlo fare.

Industrial Internet. Un'importante questione all'interno del paradigma di Industria 4.0 è rappresentato dalla maggiore o minore capacità che gli elementi del sistema produttivo hanno riguardo alla possibilità di dialogare autonomamente scambiandosi dati. A tale scopo è necessario che tali dati siano prima generati. Il modo più aderente al paradigma sarebbe quello di ottenerli direttamente con sensori a bordo dei vari dispositivi, che li rendano così sensibili all'ambiente di lavoro e capaci di interazioni tra di loro e con il sistema centrale di controllo. È la cosiddetta *Internet of Things* (IoT) nella sua declinazione aziendale e produttiva (*Industrial Internet*). Nell'indagine svolta si è cercato di capire a che livello i vari materiali e dispositivi presenti in azienda siano resi capaci di fornire dati e possibilmente di scambiarseli. In particolare, si sono considerate le seguenti categorie:

- Materiali (materie prime, semilavorati, prodotti finiti, ricambi)
- Utensili
- Movimentazione di materiali (materie prime, semilavorati, prodotti finiti, ricambi)

Per le macchine vere e proprie si passerà a una trattazione specificamente dedicata, anche se i concetti appena esposti non variano.

In Tabella 2.1.4 sono riportati in forma aggregata i risultati di questa parte di indagine. Risulta evidente un primo aspetto: la distribuzione per ogni riga di dati della percentuale delle risposte “No” sommata a quella delle risposte mancate (“Non risponde”) ha un andamento assolutamente

disuniforme: dall’11% rilevato indagando sulla capacità di identificare materie prime, semilavorati ed altri elementi in ingresso al sistema produttivo, al 92% rilevato indagando sulla capacità di rilevazione autonoma dei pezzi contenuti/trasportati da parte del sistema di movimentazione.

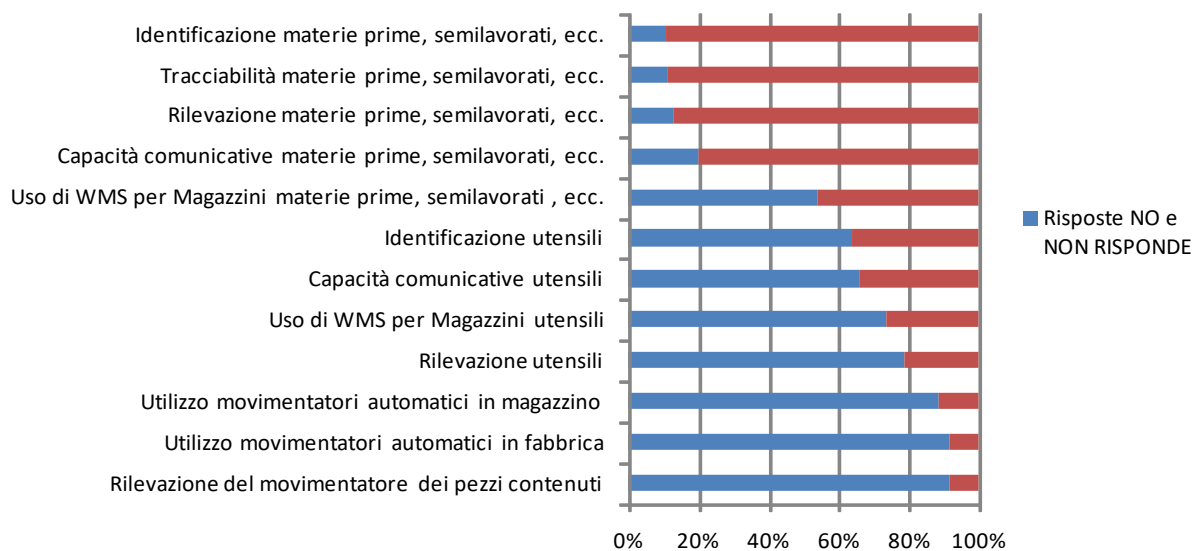


Grafico 2.1.1 – Distribuzione della somma delle percentuali di risposte NO e NON RISPONDE sul totale delle risposte date sull’argomento generale “fornire autonomamente dati” per ogni ambito specifico esplorato nell’insieme di quelli elencati

Materiali (materie prime, semilavorati, prodotti finiti, ricambi)						
Sono utilizzate delle applicazioni tipo Warehouse Management System (WMS) per supportare l'area Magazzini?	Si per ottimizzare il put away dei materiali	Si per supportare la verifica inventariale ciclica	Si per guidare l'attività di prelievo	Si per attivare magazzini automatici	No	Non risponde
	38	63	78	14	216	12
Qual è la tipologia di identificazione dell'asset utilizzata?	Codice a barre/Qr code/altro dispositivo cartaceo	Altro dispositivo cartaceo	RFid	E-Button		Non risponde
	256	109	8	2		46
Gli assets identificati hanno capacità comunicative di tipo?	Passivo	Attivo	Attivo con capacità di elaborazione (con sensori)			Non risponde
	283	30	23			85
Gli assets sono rilevati da?	Da un operatore con dispositivo apposito	Dispositivi di riconoscimento posti all'interno dell'azienda	Sistemi a infrarossi o Bluetooth	Rilevazione non garantita		Non risponde
	258	10	3	95		55
La tracciabilità (come) è garantita da?	Registrazioni digitali delle attività	Registrazioni cartacee delle attività	Aggiornamenti della codifica parlante	La tracciabilità non è garantita		Non risponde
	207	69	10	88		47
Utensili						
Sono utilizzate delle applicazioni tipo WMS per supportare l'area Magazzini?	Si per ottimizzare il put away dei materiali	Si per supportare la verifica inventariale ciclica	Si per guidare l'attività di prelievo	Si per attivare magazzini automatici	No	Non risponde
	30	55	17	9	0	310
Qual è la tipologia di identificazione dell'asset utilizzata?	Codice a barre/Qr code/altro dispositivo cartaceo	Altro dispositivo cartaceo	RFid	E-Button		Non risponde
	147	0	1	4		269
Gli assets identificati hanno capacità comunicative di tipo?	Passivo	Attivo	Attivo con capacità di elaborazione (con sensori)#			Non risponde
	108	30	5			278
Gli assets sono rilevati da?	Da un operatore con dispositivo apposito	Dispositivi di riconoscimento posti all'interno dell'azienda	Sistemi a infrarossi o Bluetooth	Rilevazione non garantita		Non risponde
	82	7	1	0		331
Movimentazione di materiali (materie prime, semilavorati, prodotti finiti, ricambi)						
L'azienda utilizza movimentatori automatici all'interno del magazzino?	Si	No				Non risponde
	48	349				24
L'azienda utilizza movimentatori automatici all'interno della fabbrica?	Si	No				Non risponde
	35	313				73
Il movimentatore può rilevare i pezzi contenuti?	Si singolarmente	Si, lotti	Si, insieme di lotti (contenitore)	No		Non risponde
	26	6	2	92		295

Tabella 2.1.4- Dati aggregati sui principali aspetti relativi alla generazione e comunicazione delle informazioni riguardanti l'utensileria, i materiali e la loro movimentazione¹.

¹ In tabella le caselle grigie sono da ignorare e sono presenti solo per ottenere uniformità grafica tra le righe della tabella.

Nel Grafico 2.1.1 è rappresentata in modo sintetico questa situazione. Si nota come, a parte per le prime quattro voci più in alto sull'asse, per tutte le altre si può pensare fondatamente che le aziende facenti parte dell'indagine siano al riguardo piuttosto sprovviste. Di fatto, tutto ciò che non è Identificazione, Rilevazione e Tracciabilità dei vari materiali che attraversano i processi aziendali, è assente, o quasi. Perché invece le quattro voci citate non seguono l'andamento delle altre? La risposta è data dai risultati riportati in Tabella 2.1.4, nella prima colonna della prima sezione. Come si vede, è massiccio l'impiego di codici a barre letti da operatori muniti di apposito lettore ottico. È questa attività che sposta gli equilibri, e possiamo quindi dire che questa tecnologia e conseguente modalità operativa ormai è accettata, diffusa, utilizzata. Il resto è minoritario.

Una delle conseguenze è sempre mostrata in Tabella 2.1.4, nell'ultima sezione. È vero che la dimensione aziendale analizzata non è quella dei grandi impianti e grandi magazzini distribuiti su aree di migliaia di metri quadrati, ma la movimentazione dei vari materiali è comunque una necessità diffusa. Ciononostante, l'impiego di movimentatori dotati di una qualche autonomia decisionale è scarsissimo, dato che per poter essere implementato abbisogna proprio di quelle capacità comunicative tra materiali e mezzi di trasporto che si è detto essere largamente assente nel campione analizzato.

La diffusione capillare dei lettori di codice a barre è dimostrata anche dai dati riguardanti le modalità con cui viene realizzato l'inventario (Tabella 2.1.5). È del tutto naturale che dopo aver rilevato "con l'aiuto di un dispositivo" i quantitativi di materiali presenti in azienda, essi vengano direttamente memorizzati su supporto digitale. La differenza tra quanti rilevano grazie all'ausilio di un qualche supporto tecnologico, e quanti non lo fanno ma registrano comunque in digitale è da far risalire probabilmente a vincoli di tipo cogente, per cui serve comunque una archiviazione in formato digitale. Ma è possibile che sia anche un segnale che la cultura della digitalizzazione del dato sia a buon punto di acquisizione da parte di un elevato numero di operatori, che sono disposti a fare data entry alla tastiera, per poi poter disporre delle potenzialità del proprio sistema informativo.

Da chi viene eseguito l'inventario?	Da un macchinario	Da un responsabile con l'aiuto di un dispositivo	Da un responsabile in modo manuale	Da un operatore con l'aiuto di un dispositivo	Da un operatore in modo manuale	Non risponde
	7	117	102	86	98	11
Vengono registrati i risultati dell'inventario?	Si in digitale	Si in cartaceo	No			Non risponde
	336	62	12			11

Tabella 2.1.5- Caratteristiche rilevate dall'indagine per quanto riguarda l'esecuzione e la registrazione dell'inventario.

Un punto di vista significativo, anche se non esaustivo, da considerare quando si parla di Industria 4.0 riguarda i macchinari presenti in azienda. Data l'estrema diversificazione merceologica che caratterizza l'inchiesta, le analisi sono svolte a un livello abbastanza generale. Per prima cosa si prende

in considerazione la distribuzione delle tipologie di macchinario all'interno del campione considerato e che è riportata nel Grafico 2.1.2.

La macchina utensile, categoria all'interno della quale possono essere fatte rientrare molti tipi di dispositivi, spicca per numerosità (probabilmente anche grazie alla consistenza del gruppo di aziende che operano in ambito metalmeccanico, in cui la macchina utensile trova la sua applicazione più classica), ma anche i dispositivi di misura appaiono essere numerosi. Colpisce la non elevata numerosità della categoria "Altro" per la quale, proprio a causa della varietà di soggetti presenti nel campione, poteva essere lecito attendersi valori maggiori. Se non stupisce la presenza puramente rappresentativa di AGV (*Automated Guided Vehicle*) e droni, è significativa la scarsa numerosità di robot, macchina in qualche modo simbolo del paradigma di Industria 4.0. Per un'analisi a livello di settore si rimanda al paragrafo 4.6 "Risorse chiave" e alla Tabella 4.6.1.

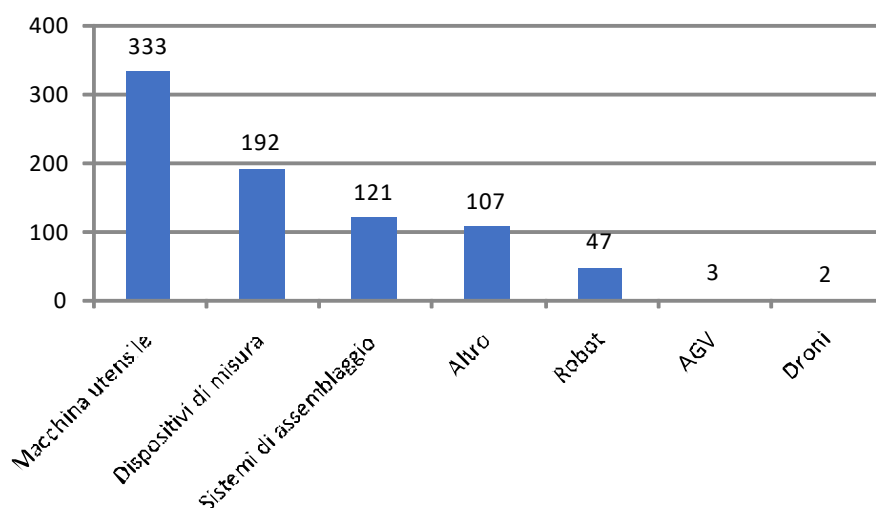


Grafico 2.1.2 – Distribuzione delle diverse tipologie di macchinario presenti all'interno delle aziende facenti parte del campione considerato².

Anche se non c'è un diretto legame con il paradigma Industria 4.0, per inquadrare meglio il campione di aziende considerato si sono correlate la numerosità di tipi di macchina che le aziende dichiarano di utilizzare con la numerosità di macchine che le aziende dichiarano di avere al proprio interno. Il risultato di tale operazione è mostrato nel Grafico 2.1.3, dal quale si comprende come non esiste di fatto alcuna relazione tra diversificazione delle tipologie di macchinari presenti in azienda e loro numerosità (7 le tipologie previste, ma come si nota in figura nessuna azienda intervistata ne ha dichiarate più di 5). Più in particolare, non si nota alcuna correlazione significativa tra le due grandezze. Nel diagramma lo "0 tipologie" dell'asse orizzontale indica che l'azienda non risulta aver citato esplicitamente alcuna tipologia di macchinario presente in azienda.

² La somma è maggiore del numero di aziende componenti il campione (421) dato che molte aziende hanno al proprio interno più tipi di macchinari.

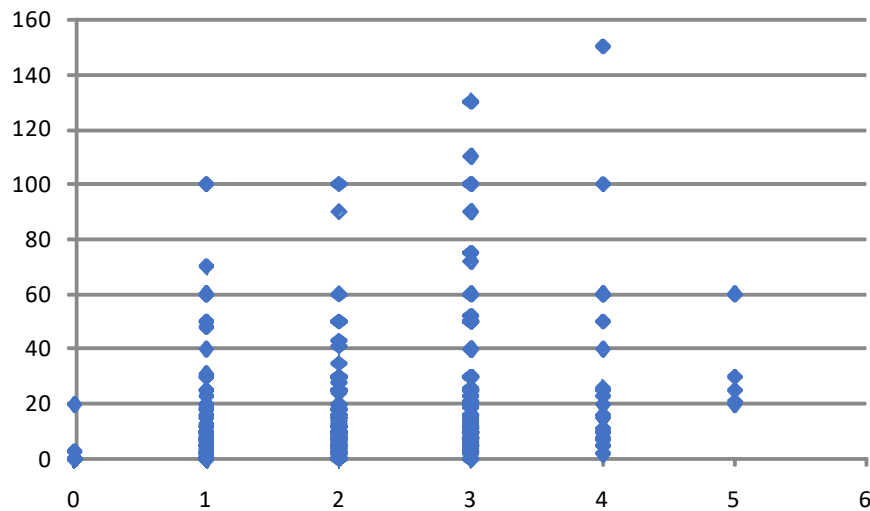


Grafico 2.1.3 - Relazione tra diversificazione delle tipologie di macchinari presenti in azienda e loro numerosità³

È arrivato il momento di chiedersi quanto questi macchinari, pur diversi tra di loro, siano impiegati in ottica di Industria 4.0. L'aspetto decisamente più caratterizzante, come già per materiali processati ed utensileria, è rappresentato dal grado di interazione con il resto del sistema azienda che le macchine hanno. Nel Grafico 2.1.4 sono rappresentate due macro-aree e cioè le "necessità dei macchinari", ovvero i fattori che rendono possibile alla macchina svolgere il suo compito, e le "interazioni con i macchinari" ovvero il modo in cui tali fattori si combinano nel parco macchine del campione.

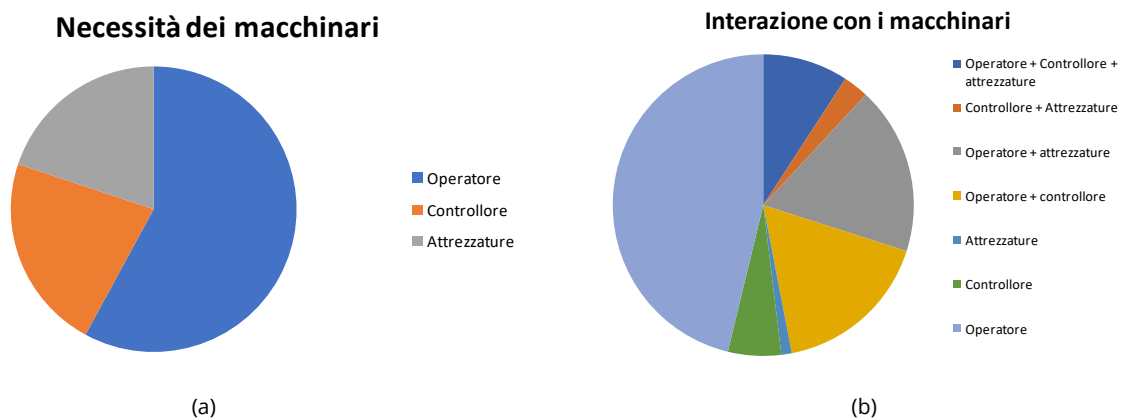


Grafico 2.1.4 - Panoramica della situazione dei macchinari in termini di loro necessità e articolazione della loro interazione con il sistema produttivo. Tali interazioni vengono interpretate in termini di necessità di cooperazione con tre entità: l'operatore, il controllore e la (generica) attrezzatura.

Come si vede, una percentuale abbastanza elevata (80%) di tipi di dispositivi ha bisogno almeno di un operatore (58%) o di un controllore (22%) per poter produrre (Grafico 2.1.4 a). Ma poiché le entità prese in considerazione come possibili cooperatrici della macchina sono tre (operatore, controllore e attrezzatura) è ancora più significativo, nel Grafico 2.1.4 b, vedere come le loro possibili combinazioni

³ sono state eliminate dal computo per motivi di significatività e chiarezza di rappresentazione due aziende.

sono distribuite all'interno delle aziende considerate. Così facendo si mette in evidenza che una parte notevole (46%) del parco macchine (sempre in termini di tipi di dispositivi) non solo ha bisogno di operatori per produrre, ma produce esclusivamente grazie all'interazione con operatori, senza che vengano coinvolti controllori o attrezzature. Se ad essa si sommano tutte le altre combinazioni in cui l'operatore è presente si arriva al 70%. I casi in cui la macchina è del tutto autonoma e interagisce solo con attrezzature sono solo l'1% del totale.

Industria 4.0 non è sinonimo di automazione ed esautorazione dell'uomo dai processi produttivi, ma appare ragionevole pensare che una così elevata presenza umana all'interno degli impianti produttivi possa di fatto assumere su di sé quei compiti di coordinamento, raccolta dati e comunicazione con la direzione che invece, nell'approccio Industria 4.0 vedono coinvolte direttamente le macchine con risultati, per la raccolta e gestione dei dati produttivi, di un aumento di dettaglio, efficacia ed efficienza.

Tale ipotesi trova rinforzo proseguendo con l'analisi dei dati rilevati durante la campagna di interviste.

L'analisi si conclude con la presentazione dei dati riguardanti le interazioni tra macchinari e sistema informativo di gestione della produzione riportati in Tabella 2.1.6.

La macchina emette un segnale di avviso in caso di guasto?	Si ma deve essere l'operatore a vedere e gestire il segnale	Si in modo automatico al sistema di gestione	Si in modo automatico alle altre macchine	No		Non risponde
	219	48	31	91		32
La macchina emette un segnale di avviso in caso di non conformità del pezzo?	Si ma deve essere l'operatore a vedere e gestire il segnale	Si in modo automatico al sistema di gestione	Si in modo automatico alle altre macchine	No		Non risponde
	71	26	18	274		32
Esistono integrazioni tra macchine per lo scambio di dati sulla qualità?	Si	No				Non risponde
	41	348				32
Esistono integrazioni tra macchine per lo scambio di dati sullo scheduling della produzione?	Si	No				Non risponde
	91	299				31
La macchina emette un segnale di avviso in caso di ritardo nella produzione?	Si ma deve essere l'operatore a vedere e gestire il segnale	Si in modo automatico al sistema di gestione	Si in modo automatico alle altre macchine	No		Non risponde
	40	24	9	301		47
Il ri-scheduling della produzione a breve termine a bordo macchina come viene gestito?	Tabellone elettronico	Tablet	Computer di bordo	Tabellone cartaceo	Fogli cartacei	Non risponde
	20	10	128	19	133	111

Tabella 2.1.6 - Panoramica della situazione dei macchinari in termini di loro interazione con il sistema informativo di gestione della produzione⁴.

⁴ Le risposte sono fornite dall'azienda intervistata pensando ad una condizione media che descriva il funzionamento delle macchine facenti parte del proprio sistema produttivo. La somma dei valori di ogni riga è pari pertanto alla dimensione del campione (421 aziende). In tabella le caselle grigie sono da ignorare e sono presenti solo per ottenere uniformità grafica tra le righe della tabella

È abbastanza evidente come la situazione tipica sia rappresentabile nel modo seguente: la macchina lavora, senza emettere segnali se si presentano non conformità in lavorazione (65%). Segnala se essa stessa si guasta, ma per raccogliere la segnalazione (spia di allarme) serve un operatore (52%). L'efficacia/conformità della produzione non viene comunicata ad altre macchine presenti nel sistema produttivo (ma in molti casi comunque i dati vengono registrati, vedi Tabella 2.1.7) (83%) e lo scheduling della produzione stessa non è comunicato alla macchina (71%). Anche gli eventuali ritardi nella produzione non diventano informazione condivisa (81%) e solo in qualche caso la macchina emette un segnale che deve comunque essere raccolto dall'operatore.

Un rescheduling della produzione deve essere necessariamente preso in carico da operatori umani nel 58% dei casi (per questa percentuale si sono accorpate i valori di chi dichiara di operare su carta e di chi non risponde).

L'andamento della produzione in termini di efficacia/conformità, per quanto non sotto il controllo diretto delle macchine, in molti casi viene comunque monitorato e registrato, come appare in Tabella 2.1.7. La percentuale di dichiarazioni secondo cui le registrazioni di dati di processo (46%) e risultati (49%) sono effettuate in modo digitale, se confrontate con quanto risulta dai dati esposti in Tabella 2.1.4, Grafico 2.1.4 e Tabella 2.1.6, spingono fortemente a pensare, come già ipotizzato, che il passaggio del dato al dominio digitale sia svolto da operatori che si occupano della necessaria attività di data entry.

Le attività di controllo di processo sono registrate?	Si, in digitale	Si, in cartaceo	No	Non risponde
	192	82	134	13
I risultati sono registrati?	Si, in digitale	Si, in cartaceo	No	Non risponde
	208	66	131	16

Tabella 2.1.7- Situazione delle registrazioni sull'andamento e le prestazioni dei processi produttivi⁵.

In conclusione, si può dire che, rispetto ai fattori tecnologici abilitanti un'attività produttiva conforme al paradigma di Industria 4.0, il panorama delle aziende intervistate mostra evidenti difficoltà di adeguamento, e mantiene in gran parte (mediamente superiore al 50% degli intervistati) metodi di lavoro che risentono significativamente della tradizione produttiva del settore. Esistono tuttavia incoraggianti segnali da parte di alcune aziende che superare tale condizione è possibile, dato che nessun fattore abilitante è risultato essere completamente trascurato.

⁵ I dati sono ottenuti da risposte fornite dalle aziende intervistate e riguardanti la situazione media presente al loro interno. La somma dei valori per ogni riga è quindi pari alla numerosità del campione (421 aziende).

2.2. Analisi del livello di maturità tecnologico-gestionale

di Franco Failli (DICI - Università di Pisa), Gionata Carmignani (DESTEC - Università di Pisa), Gianluca Murgia (DIISM - Università di Siena), Marco Pranzo (DIISM - Università di Siena)

Per analizzare il livello di maturità tecnologico-gestionale sono state utilizzate le risposte del questionario che fanno riferimento ai seguenti aspetti:

- a) l'applicazione e il tipo di sistemi di gestione certificabili secondo normative ISO che permette di stabilire se l'azienda ha affrontato concretamente una riorganizzazione interna per processi in un'ottica di flussi di lavoro e decisionali che indirizzano alla collaborazione interna ed esterna tra i soggetti coinvolti nelle attività;
- b) la diffusione della cultura del dato e dell'utilizzo di esso per assumere decisioni. Se pertanto sussistano, almeno per i processi interni, sistemi e metodologie di raccolta dati su indici di performance e, se essi sono registrati, in quale forma e coinvolgendo quali ruoli;
- c) i sistemi di controllo e monitoraggio dei processi che possono evidenziare il modello di approccio manageriale, potendo esso variare da una modalità di tipo reattivo a criticità evidenziate oppure di tipo preventivo, a fronte di pianificazioni opportune e controllo efficace dell'andamento delle performance;
- d) le modalità di comunicazione sia interne che esterne a supporto di una organizzazione orientata ai processi;
- e) il livello di sviluppo e utilizzo di strumenti IT per il supporto a tutti i processi aziendali, che possono evidenziare da una parte una definizione formale di metodi, dall'altra una competenza più o meno diffusa di maturità tecnologica del personale, eventualmente anche all'interno dei rapporti con i soggetti della supply chain.

Applicazione e tipo di sistemi di gestione certificabili secondo normative ISO. Per quanto concerne il sistema di gestione formalmente certificato si ricava che più della metà del campione (248 imprese) non adotta nessun sistema conforme a modelli ISO. Come mostrato nel Grafico 2.2.1, le 173 imprese che ha applicato standard ISO hanno adottato le seguenti scelte:

- 131 imprese hanno ISO 9001 (qualità);
- 48 imprese hanno ISO 14001 (ambiente);
- 52 imprese hanno OHSAS 18001 (sicurezza, di cui 16 hanno solo questo schema senza altri sistemi);
- 15 imprese hanno ISO 27000 sulla sicurezza delle informazioni;
- 2 imprese hanno ISO 50001 (energia);

- 9 imprese hanno SA 8000 (responsabilità sociale).

Solo 44 imprese adottano un sistema con almeno 2 standard. Il dato principale risulta pertanto che oltre la metà del campione non adotta standard che in prima istanza potrebbero incrementare il livello di definizione di processi e delle relative modalità di attuazione e controllo, secondo prassi sistematiche e diffuse.

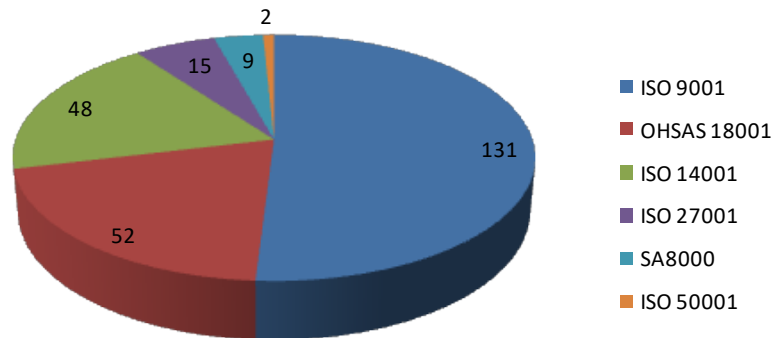


Grafico 2.2.1- Standard adottati

Diffusione della cultura del dato e suo utilizzo per assumere decisioni. Per quanto concerne le performance, sostanzialmente tutte le imprese del campione raccolgono dati (solo 10 imprese su 421 indicano assenza di raccolta di parametri di performance). In particolare, 403 aziende raccolgono dati relativi a parametri economico-finanziari; di queste 369 registrano performance anche su aspetti di contabilità. A fronte di un risultato atteso per quanto riguarda la misura delle performance economiche, spicca come 310 imprese del campione raccolgano e registrino dati sulle performance dei processi, ma solo 48 aziende misurano indicatori su aspetti organizzativi.

Le modalità di registrazione del dato non cambiano molto in base a quanto viene raccolto (Grafico 2.2.2). Sussiste una buona diffusione della pratica di raccolta in tempo reale e su supporto digitale (circa il 50% del campione) e su supporto digitale con scadenze programmate (35%). Risulta minoritario il numero di imprese che utilizza solo il supporto cartaceo (10%). Il restante numero di imprese non registra dati, se non saltuariamente e senza una modalità definita.

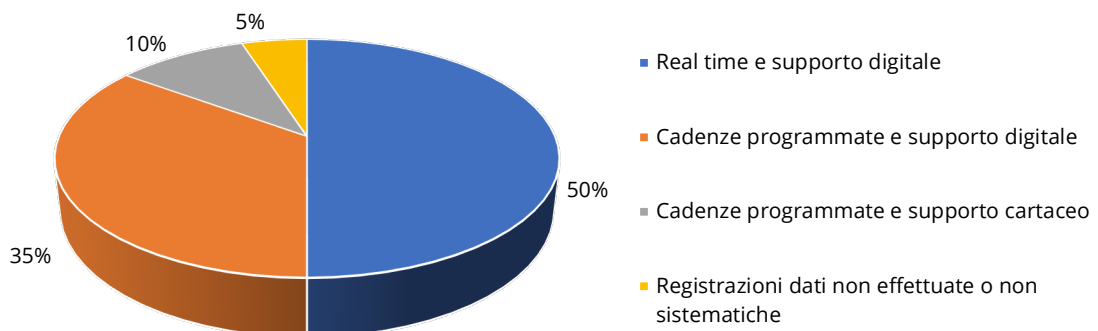


Grafico 2.2.2- Modalità di registrazione indici di performance

Sistemi di controllo e monitoraggio dei processi. Solo 12 aziende del campione dichiarano di non utilizzare strumenti di IT per il supporto ai processi. 142 aziende utilizzano pacchetti completi standard e altre 82 alcuni moduli. Infine, 185 imprese utilizzano soluzioni software personalizzate o programmate ad hoc.

Praticamente la totalità del campione utilizza i software gestionali per i processi amministrativi, di contabilità e controllo di gestione (Grafico 2.2.3). Circa il 60% utilizza i pacchetti software anche per i processi operativi, quali la gestione dei magazzini, la pianificazione e il controllo della produzione, e la generazione di ordini di acquisto dei materiali.

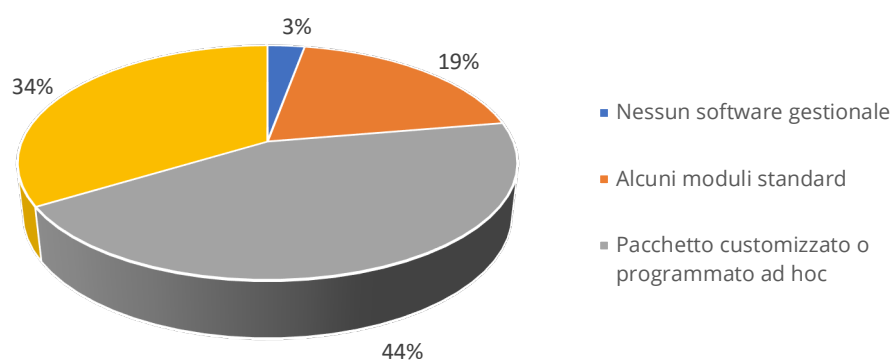


Grafico 2.2.3 - Software gestionali

Modalità di comunicazione. Circa un quarto delle imprese del campione (105) utilizza strumenti e portali internet/intranet per la comunicazione con i clienti e i soggetti della supply chain. Tuttavia, solo la metà circa (51) dichiara di utilizzare tali piattaforme per una concreta condivisione di dati sui processi operativi oltre che per il controllo o scambio di informazioni di carattere puramente commerciale.

Nella metà del campione la comunicazione non è tracciata (211 imprese) e, in 164 aziende, avviene senza alcun metodo standardizzato. Solo in 47 imprese, nonostante l'assenza della tracciabilità della comunicazione, essa avviene secondo procedure definite.

In 147 aziende la comunicazione è tracciata e segue procedure definite. Gli strumenti informali (modalità verbali e telefoniche) sono comparabili in termini numerici agli strumenti e-mail e rete intranet aziendale. In particolare, 112 imprese utilizzano la rete intranet per le comunicazioni.

Da citare le 47 aziende che utilizzano rete extranet per la comunicazione esterna con clienti e soggetti della supply chain. Le modalità più diffuse per la comunicazione esterna è l'e-mail (271 aziende).

Livello di sviluppo e utilizzo di strumenti IT per il supporto a tutti i processi aziendali. Il controllo dei processi la registrazione dei dati avviene in poco meno della metà del campione (208) in modo

digitale, ma 147 imprese dichiarano di non raccogliere dati dai processi mentre 82 lo eseguono solo in forma cartacea.

Per lo più il dato di processo è raccolto e analizzato da un operatore a cadenze programmate (193 casi) o in tempo reale (82 casi). Minoritario è il caso di raccolta del dato in tempo reale in modo automatizzato (55 casi) (Grafico 2.2.4).

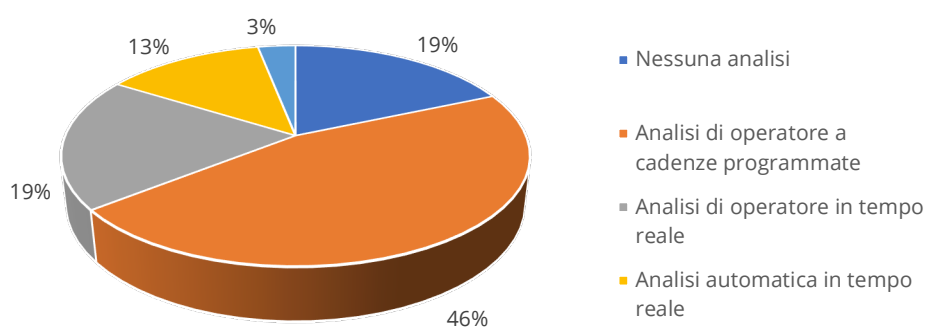


Grafico 2.2.4 - Raccolta e analisi dati di processo

Da questa analisi si possono trarre alcune conclusioni riguardo il livello di maturità tecnologico-gestionale delle PMI Toscane.

Per quanto riguarda gli aspetti relativi alle certificazioni, comunicazioni e analisi dei processi si può osservare come circa la metà del campione presenti una situazione piuttosto arretrata, ovvero l'assenza di certificazioni, non tracciabilità della comunicazione e l'assenza di registrazione e analisi dei dati di processo.

Mentre per altri aspetti analizzati (registrazione delle performance, inserimento di profili professionali, presenza ed uso di software gestionali) si può osservare un maggior livello di maturità, con la maggioranza o la quasi totalità delle imprese con un livello di maturità più sviluppato.

Inoltre, si osserva come per ogni aspetto considerato solo una piccola parte del campione stimabile tra il 10% al 30% abbia raggiunto un elevato livello di maturità tecnologica-gestionale.

2.3 Analisi delle competenze

di Mario Rapaccini (DIEF - Università degli Studi di Firenze)

Il campione di 421 aziende censite è stato analizzato anche su aspetti relativi allo sviluppo delle competenze individuali che rappresentano. Pur se condividiamo la definizione adottata in ambiti disciplinari tra i più diversi quali scienza dell'educazione, psicologia, economia & management, sociologia, antropologia, etc., per cui la competenza individuale è "una combinazione di conoscenze, abilità e atteggiamenti"⁶, in questa sintetica analisi si adotta una definizione più ampia che attiene anche ad aspetti culturali di natura collettiva.

Il dibattito interno a quali siano le competenze fondamentali per lo sviluppo dei paradigmi di Industria 4.0 e della trasformazione digitale delle imprese manifatturiere, si è da tempo sviluppato nella letteratura scientifica. A tale dibattito contribuiscono numerosi gruppi di ricerca internazionali e italiani. Ad esempio, i ricercatori dell'Osservatorio Industria 4.0 del Politecnico di Milano (uno degli Osservatori sulla Digital Innovation) conducono periodicamente una *survey* per identificare le iniziative di mappatura e sviluppo delle competenze digitali nelle imprese italiane che adottano (o cercano di adottare) tecnologie I4.0. Queste competenze sono di difficile caratterizzazione e codifica. Ne sono state identificate oltre cento. Ad un gruppo molto ampio di saperi tecnici e specialistici, quali ad esempio saper utilizzare le tecnologie e i canali Social & Mobile, sapere elaborare e analizzare dati (Analytics), saper gestire dati (Cloud), saper sviluppare modelli descrittivi, diagnostici predittivi o prescrittivi (Intelligenza Artificiale, Machine Learning, Statistica, Ricerca Operativa), conoscere i fondamenti della Cybersecurity, i rischi e i benefici dell'IoT o della robotica collaborativa, si affiancano competenze trasversali di difficile caratterizzazione, come ad esempio creatività, intraprendenza e attitudine all'innovazione, e competenze di management (ad esempio, project & process management). Nonostante la complessità, questo tipo di esplorazioni è dirimente. È infatti indubbio che gli interventi di sviluppo organizzativo, attuati sulle PMI Toscane al fine di favorire lo sviluppo dei paradigmi I4.0, dovranno necessariamente innestarsi e trarre giovamento da dinamiche di cambiamento culturale più ampie, e dovranno essere supportate da processi di creazione di nuove competenze e capacità, tramite *reskilling* degli operatori e/o reclutamento di nuove figure professionali, l'inserimento di giovani e il cambiamento generazionale della forza lavoro. Anche la ricerca di nuove figure professionali (ad es. Data Scientist, Innovation Manager, Digital Communication Manager), sempre che le stesse vengano preparate e prodotte con la dovuta qualità e

⁶ RACCOMANDAZIONE DEL CONSIGLIO DELL'UNIONE EUROPEA del 22 maggio 2018 relativa alle competenze chiave per l'apprendimento permanente (2018/C 189/01); sempre secondo tale raccomandazione, la conoscenza si compone di fatti e cifre, concetti, idee e teorie che sono già stabiliti e che forniscono le basi per comprendere un certo settore o argomento; per abilità si intende sapere ed essere capaci di eseguire processi ed applicare le conoscenze esistenti al fine di ottenere risultati; gli atteggiamenti, infine, descrivono la disposizione e la mentalità per agire o reagire a idee, persone o situazioni

quantità dai vari gradi del sistema educativo, non può che basarsi su una mappatura di tali posizioni, e su un lessico condiviso tra la domanda e l'offerta di lavoro.

Un primo aspetto indagato riguarda proprio la domanda di lavoro manifestata negli ultimi 3 anni dalle aziende del campione, per profili professionali e posizioni aventi diverse caratteristiche. Oltre due terzi delle aziende dichiara di aver assunto negli ultimi tre anni almeno un addetto in posizioni tipicamente da *'blue collar'*, quali conduttori di macchine, addetti al montaggio, manutentori⁷. Poco meno del 30% dichiara di aver assunto disegnatori tecnici, da impiegare negli uffici tecnici in attività di disegno meccanico dei prodotti. A parte le figure in oggetto, che possiamo considerare poco coinvolte o non completamente qualificate per l'adozione delle tecnologie I4.0, abbiamo indagato i tassi di assunzione di figure professionalmente più qualificate (ad es. ingegneri meccanici, energetici, gestionali) o di figure assolutamente fondamentali per lo sviluppo dei paradigmi della trasformazione digitale, quali sistemisti, programmatori, tecnici IT, o esperti delle tecnologie I4.0.

Il grafico seguente (Grafico 2.3.1) riassume quanto emerso dall'assessment. In massima sintesi, emerge un numero significativo, ma comunque non eclatante, di aziende che dichiara di aver assunto le figure tecniche di alto profilo sopra evidenziate (tra il 18% e il 10% in relazione alle figure più tradizionali, quali ingegneri, informatici, analisti dati). Un'esigua minoranza è rappresentata da coloro che dichiarano di aver assunto figure molto specializzate in ambito I4.0, quali tecnici per la stampa 3D, addetti alla realtà aumentata, esperti in materia di protezione della proprietà intellettuale, pilota di droni.

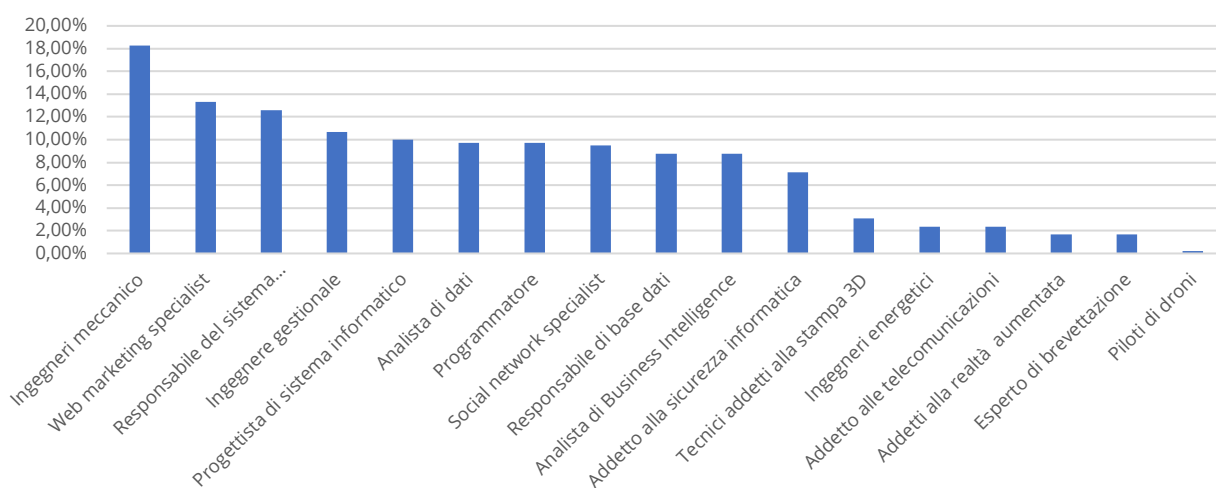


Grafico 2.3.1 - Statistiche sul reclutamento di figure professionali le cui competenze potrebbero essere dirimenti per lo sviluppo e l'adozione delle tecnologie I4.0

⁷ I dati evidenziano che in circa un terzo delle PMI indagate –rappresentative di molti settori della manifattura toscana – negli ultimi tre anni non si è assunto alcuna unità di forza lavoro operativo (operai, manutentori, magazzinieri, etc.). Non essendo l'indagine finalizzata a dibattere sulla situazione economica od occupazionale nella nostra Regione, e mancando elementi per approfondire tali dati, rimandiamo ad ulteriori studi ogni considerazione in merito. E' comunque poco credibile che la mancanza di domanda di lavoro sia l'effetto di investimenti in automazione e in tecnologie I4.0. E' più probabile che questo sia dovuto a una economia del territorio ancora in forte stagnazione, specialmente in alcuni distretti. Sarebbe comunque necessario approfondire l'analisi, prendendo ispirazione dal dibattito presente nella letteratura, per valutare le potenziali perdite di posti di lavoro nei prossimi anni a seguito dell'incremento dell'automazione. A tale riguardo, si segnalano le pubblicazioni del World Economic Forum (2016) e il saggio di Brynjolfsson e McAfee (2012).

Come evidenziato in Tabella 2.3.1, due aziende su tre attuano in modo sistematico interventi di formazione sulle figure assunte⁸, mentre solo un'azienda su quattro dichiara di non aver definito alcuna politica di formazione (al limite di reskilling) a partire da profili di competenze ben identificati e definiti.

Opzioni	Valori assoluti	Valori %
Si, sono attuate	278	66,03%
No, non definite	106	25,18%
Non risponde	20	4,75%
Si, sono definite ma non ancora attuate	11	2,61%
No, ma stanno per essere definite	6	1,43%
Totale	421	100,00%

Tabella 2.3.1 - Politiche di formazione

Se dal punto di vista dell'addestramento le cose sembrano ben strutturate, specialmente se consideriamo che le PMI raramente dedicano significative risorse ad attività di formazione, lo stesso non si può dire in relazione all'attuazione di politiche di "job rotation", che meno di una azienda su tre dichiara di attuare in modo sistematico e consistente (vedi Tabella 2.3.2).

Opzioni	Valori assoluti	Valori %
No	168	39,90%
Si	130	30,88%
Poco	117	27,79%
Non risponde	6	1,43%
Totale	421	100,00%

Tabella 2.3.2 - Politiche di job rotation

A coloro che hanno risposto di attuare poco le politiche di *job rotation* (117 aziende), è stato chiesto se il lavoratore sarebbe disponibile. Una minoranza comunque significativa (10%) ha indicato che sono i lavoratori stessi a non voler applicare questo tipo di politica ("non disponibile"), circa il 30% ha risposto che il lavoratore sarebbe disponibile al limite con un intervento di formazione, mentre la grande maggioranza (60%) ha risposto che non ci sarebbero problemi di sorta ad applicare queste politiche.

È stato infine chiesto alle 168 aziende che non applicano politiche di *job rotation*, come i lavoratori reagiscono all'innovazione tecnologica. Nuovamente, solo una minoranza (7%) lamenta difficoltà mai superate. Oltre il 50% dichiara che i lavoratori sono aperti all'apprendimento, e il 40% del campione indica che le difficoltà potrebbero essere superate con formazione e accompagnamento dei lavoratori.

⁸Questa percentuale include anche interventi formativi su figure tipo "blue collar", di cui alla discussione precedente.

Su questi aspetti possiamo quindi concludere che pur se una buona parte delle aziende non applica o applica poco politiche di *job rotation*, i lavoratori sono indicati come responsabili di questo solamente in una minoranza dei casi. Se l'*empowerment* dei lavoratori può essere dunque base dello sviluppo di competenze digitali, e queste possono portare all'adozione delle tecnologie e dei paradigmi I4.0, allora si potrebbe pensare a un insieme di politiche appositamente pensate per incentivare la rotazione dei lavoratori.

La domanda successiva (Grafico 2.3.2) verte sul tipo di intervento formativo attuato a fronte di cambiamenti e innovazioni, per facilitare i lavoratori. Oltre la metà delle imprese non ha fornito risposta. Tra le risposte fornite, spicca l'impiego di percorsi di affiancamento (26%), l'organizzazione di corsi di formazione specifici per i lavoratori (19%) e lo svolgimento di interventi di supporto culturale al cambiamento (17%).

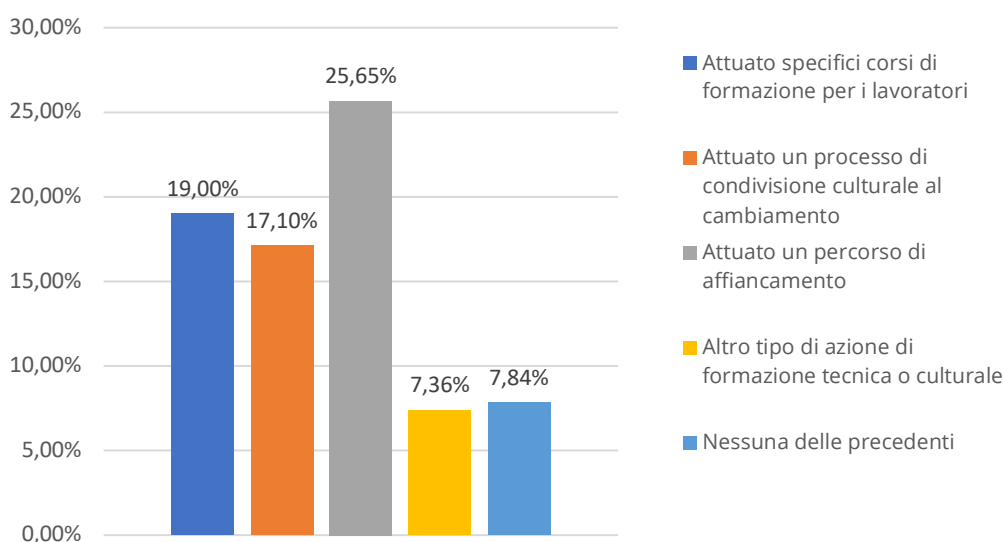


Grafico 2.3.2 - Tipo di intervento formativo

Anche in questo caso emerge che si fa relativamente poca formazione progettata ad arte ed erogata da docenti/formatori professionisti. Sappiamo che questo tipo di formazione ha un costo esplicito, tanto più quanto il formatore deve personalizzare la docenza e i contenuti, e un costo implicito rilevantissimo, perché i lavoratori che vengono formati non contribuiscono alla produzione di reddito. Da queste considerazioni emerge che le imprese del territorio potrebbero beneficiare dall'attuazione di politiche tese a incentivare interventi di formazione specifici per l'introduzione dei paradigmi della Industria 4.0.

Una specifica domanda ha investigato la diffusione - anche nei livelli operativi - di cultura e approccio alle decisioni data-driven. I risultati sono presentati nella tabella 2.3.3. Delle 357 imprese che hanno risposto, oltre il 40% dichiara che la manodopera diretta usa dati e informazioni per prendere decisioni. Un altro 40% dichiara che le decisioni sono prese da altri (presumibilmente supervisor,

manager, capireparto, tecnici), e solo in un'azienda su cinque (tra i rispondenti) sembra del tutto assente la cultura data-driven.

Quanto è diffuso l'approccio data-driven?	Valori assoluti	Valori %
I lavoratori sono guidati da conoscenza appresa dai dati	150	42,02%
Gli operai eseguono secondo decisioni prese da altri	138	38,66%
I lavoratori si basano su osservazioni personali	69	19,33%
Totale complessivo	357	100,00%

Tabella 2.3.3 - Approccio data-driven

Per quanto attiene alla attuazione di politiche e alla disponibilità di strumenti e momenti di condivisione delle conoscenze e del know-how, 281 aziende dichiarano di non farne uso in modo sistematico. Ciò nonostante, il 50% di queste aziende dichiara che i lavoratori hanno modo e tempo per auto-organizzarsi e attuare questa condivisione, a questo 50% si aggiunge un 20% di aziende che dichiara di rendere disponibili ai lavoratori luoghi e contesti specifici (solo il 6% in spazi e tempi extra lavorativi). Il 28% di queste 281 aziende dichiara invece che non vi sono necessità né possibilità per la condivisione. Questo potrebbe essere un altro punto critico da investigare.

Nella tabella 2.3.4 è riportata la diffusione delle politiche di formazione delle soft skills. Oltre la metà (il 53%) delle aziende del campione non opera in tale senso. Anche questo tipo di interventi potrebbe facilitare lo sviluppo di soluzioni creative, la coesione, la trasformazione, la comunicazione, creando quindi il clima migliore per affrontare i cambiamenti attesi con la quarta rivoluzione industriale.

L'azienda definisce politiche di formazione continua delle soft skill?	Valori assoluti	Valori %
No	221	52,87%
Sì, attraverso rotazione su tutti i reparti	104	24,88%
Sì, all'interno dello stesso reparto	93	22,25%
Totale complessivo	418	100,00%

Tabella 2.3.4 - Soft skills

Prima di procedere in tale direzione, però, occorre fare un'opera di acculturamento verso i manager e gli imprenditori: di fatto, delle aziende che non attuano politiche di formazione delle soft skills, il 18% dichiara di non conoscere tali competenze e solo il 23% per mancanza di risorse. Il 28% ritiene non rilevati tali competenze, e il 29% per motivi non meglio specificati.

Infine, per comprendere il livello di condivisione delle informazioni tra front line (manodopera diretta) e backline (uffici tecnici) è stato chiesto con quali strumenti questi due universi condividono informazioni e conoscenze/know how. Il grafico 2.3.3 evidenzia le risposte ricevute.

Dall'analisi dei risultati, non sembra che il problema siano i sistemi di comunicazione: per comunicare si utilizzano in larga misura gli strumenti tradizionali quali e-mail (anche a livello di reparto) e telefono fisso o cellulare (in oltre il 50% del campione). In meno del 10% dei casi si dichiara l'uso di dispositivi di comunicazione appositi e dedicati, diversi da quelli indicati.

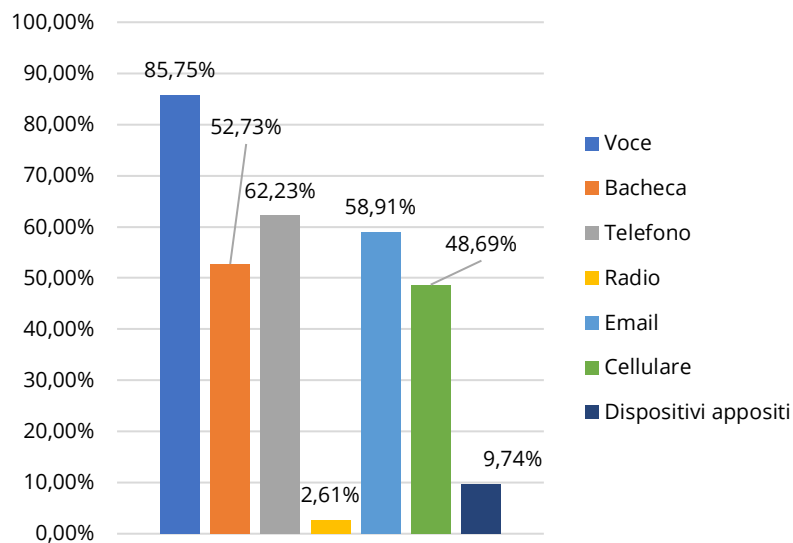


Grafico 2.3.3 - Sistemi di comunicazione del know-how tra white e blue collar

3. L'evoluzione 4.0 sotto il profilo settoriale e primi cenni sui rapporti di filiera

di Elena Casprini (DISAG – Università di Siena) e Lorenzo Zanni (DISAG - Università di Siena)

Nella seguente sezione si andrà ad analizzare l'evoluzione 4.0 sotto il profilo settoriale e si daranno dei primi cenni sui rapporti di filiera, presentando un'analisi focalizzata su ciascuno dei settori industriali oggetto di indagine. Rispetto ai precedenti paragrafi, dove le riflessioni sono riferite all'intero universo delle 421 imprese indagate, in questo capitolo saranno analizzati solo i dati delle aziende appartenenti a singoli settori o filiere, pertanto con una numerosità che non permette considerazioni statisticamente rappresentative in rapporto all'universo, ma più delle riflessioni puntuali sui singoli casi intervistati e dei primi cenni, quando possibili, sull'evoluzione dei rapporti di filiera.

Nel grafico 3.1 riportiamo i valori di sintesi del livello di maturità tecnologica di Industria 4.0 per ciascuno dei settori descritto nella presente sezione secondo il modello e le scale di misurazione a suo tempo sviluppate per la Regione Toscana da Fantoni et al. (2017). La media è di 2,6 su una scala che va da 1 a 6 (Figura 3.1): ci troviamo pertanto di fronte ad aziende che stanno tra *Beginner* (ossia stanno conducendo progetti pilota su Industria 4.0) e *Intermediate* (hanno cambiato orientamento strategico e stanno sviluppando una strategia di Industria 4.0).

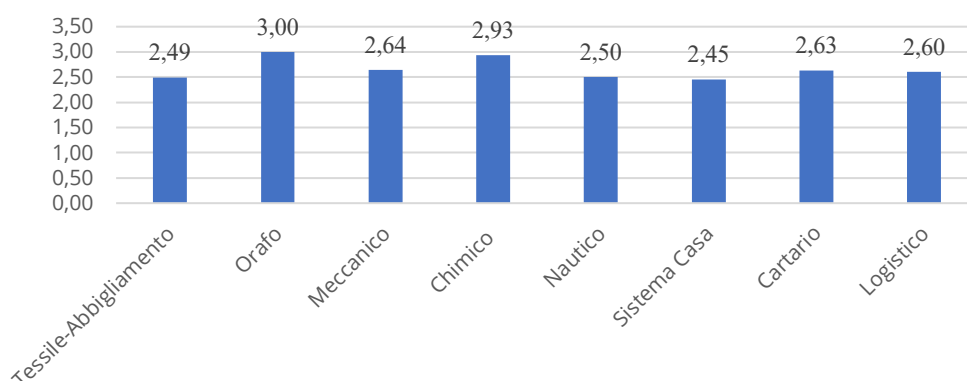


Grafico 3.1 – Livello di maturità tecnologica I4.0 per settori indagati



Figura 3.1 Curva di adozione del Paradigma Industria 4.0 (fonte: Fantoni et al., 2017, p. 49)

3.1 Sistema moda

3.1.1 Tessile-Abbigliamento

di Marika Macchi e Mauro Lombardi (DISEI - Università degli Studi di Firenze)

Il settore del tessile-abbigliamento rappresenta uno dei principali poli industriali manifatturieri che caratterizzano la regione. Le imprese selezionate per il campione qui descritto appartengono quasi interamente all'area distrettuale tessile, comprendendo 163 imprese suddivise tra i comuni delle province di Prato, Pistoia e Firenze.

L'intero settore può essere suddiviso in quattro comparti principali (Grafico 3.1.1.1): da un lato i due comparti dei beni intermedi (i) il **tessile in senso stretto** (composto da imprese di filatura, tessitura, finissaggio-nobilitazione), e (ii) il **tessile nonwoven** (composto da imprese che producono TNT, moquette, materiali diversi dalle fibre tessili, ecc.); dall'altro i due comparti della fabbricazione di prodotti finiti (iii) la **maglieria** e (iv) le **confezioni**. La differenziazione dei comparti non è solo merceologica, ma individua anche modelli di business molto differenti tra loro: mentre il tessile in senso stretto rappresenta il nucleo della tradizione pratese del tessile (un nucleo fortemente ancorato a modelli di produzione e di business tradizionali e contraddistinto da intense relazioni di filiera), le imprese del tessile *nonwoven*, rappresentano realtà più integrate al proprio interno e con partnership differenti, spesso extra-locali. Le confezioni purtroppo sono rappresentative solo di una parte del comparto del territorio regionale: molte delle imprese del pronto-moda appartengono alla cosiddetta imprenditoria etnica, avendo una conduzione prettamente di origine straniera, con la quale le difficoltà riscontrate nel contatto diretto hanno reso impossibile effettuare gli assessment.

In questo paragrafo utilizzeremo la suddivisione sopra proposta solo laddove sia significativa di differenze tra i comparti, mentre utilizzeremo la distinzione tra comparto tessile e i settori non-tessili inseriti nella mappatura dell'assessment, laddove si evincessero comportamenti settoriali non in linea con gli altri settori produttivi.

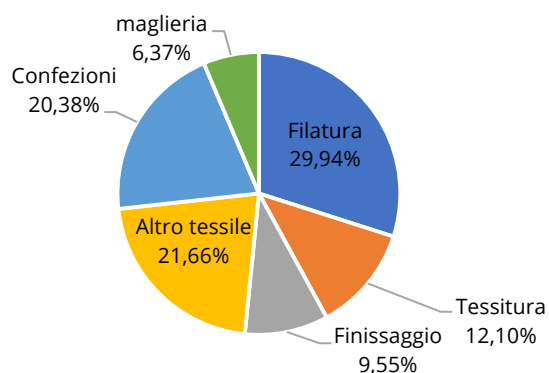


Grafico 3.1.1.1 - Distribuzione settoriale

Il mondo della moda, se facciamo eccezione per il panel di imprese orafe comprese nel nostro database (che sarà oggetto di un approfondimento nel paragrafo 3.1.2), è il settore che registra il grado medio di maturità tecnologica più basso tra tutti i comparti analizzati (2,5 su 6).

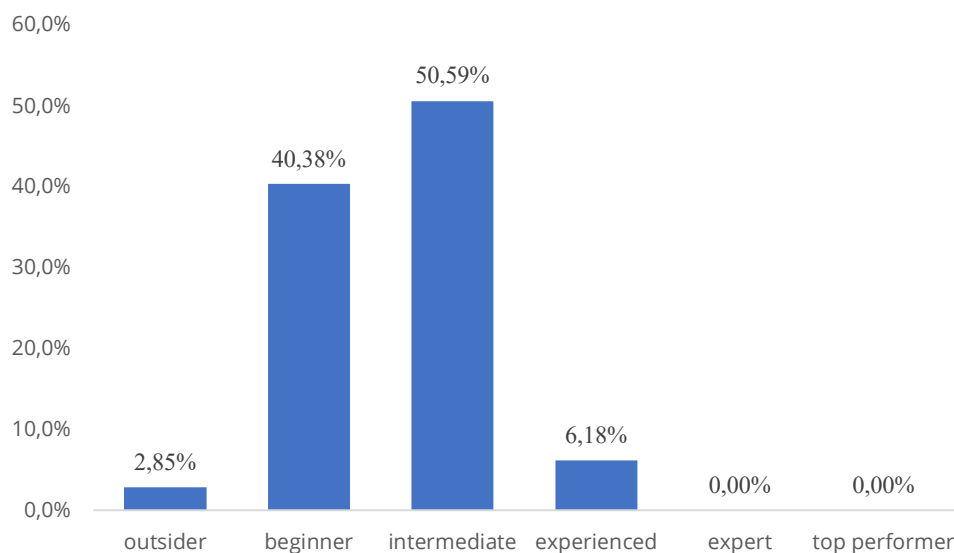


Grafico 3.1.1.2 - Livello di maturità tecnologica I4.0

Il posizionamento nella fascia più bassa dell'indice I4.0, si caratterizza non tanto per i livelli registrati dalla presenza e dall'adeguatezza dei sistemi informativi quanto per una particolare carenza di **cultura e di struttura organizzativa** ancora impreparate alla sfida della trasformazione digitale. Questi aspetti riguardano trasversalmente tutte le filiere individuate all'interno del tessile-abbigliamento, ma con una carenza ancora maggiore nel comparto delle filature, che costituiscono la fase a monte del processo produttivo della fabbricazione di tessuti.

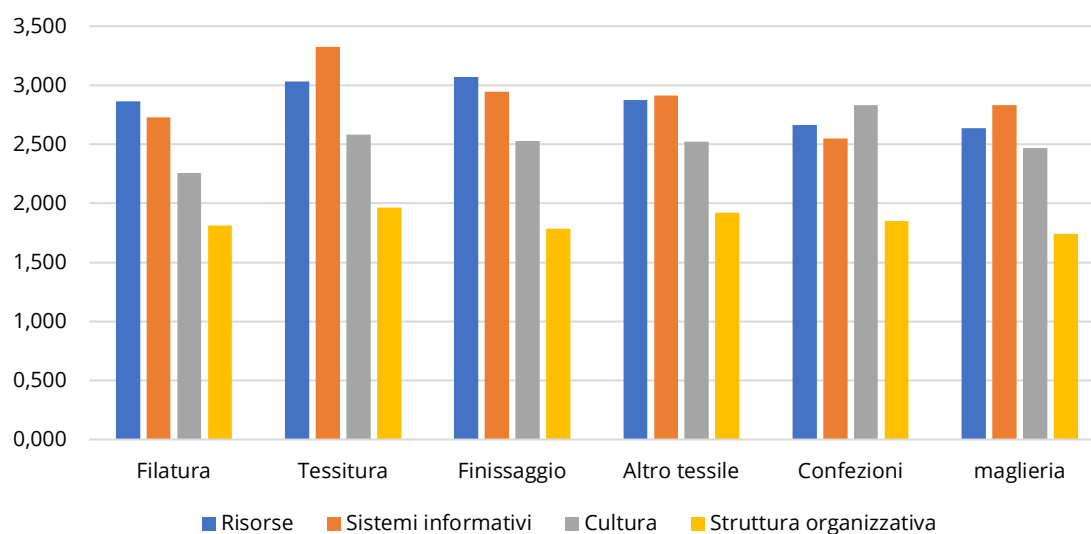


Grafico 3.1.1.3 – Medie Sotto-Indici

Questo ovviamente si traduce a livello aziendale in una capacità operativa basata su un *know how* maturato in seno alle aziende nel tempo, ma che non è stato in grado di stimolare una nuova capacità organizzativa. Ciò non impedisce di ipotizzare che vi sia un potenziale ancora non sfruttato di miglioramento dell'efficienza produttiva, se si pensa - come crediamo - che sia possibile elevare il contributo qualitativo sia di quella percentuale di risorse umane impiegate in lavorazioni a basso valore aggiunto sia, forse, anche a quelle a più alto valore aggiunto, ma ripetitive.

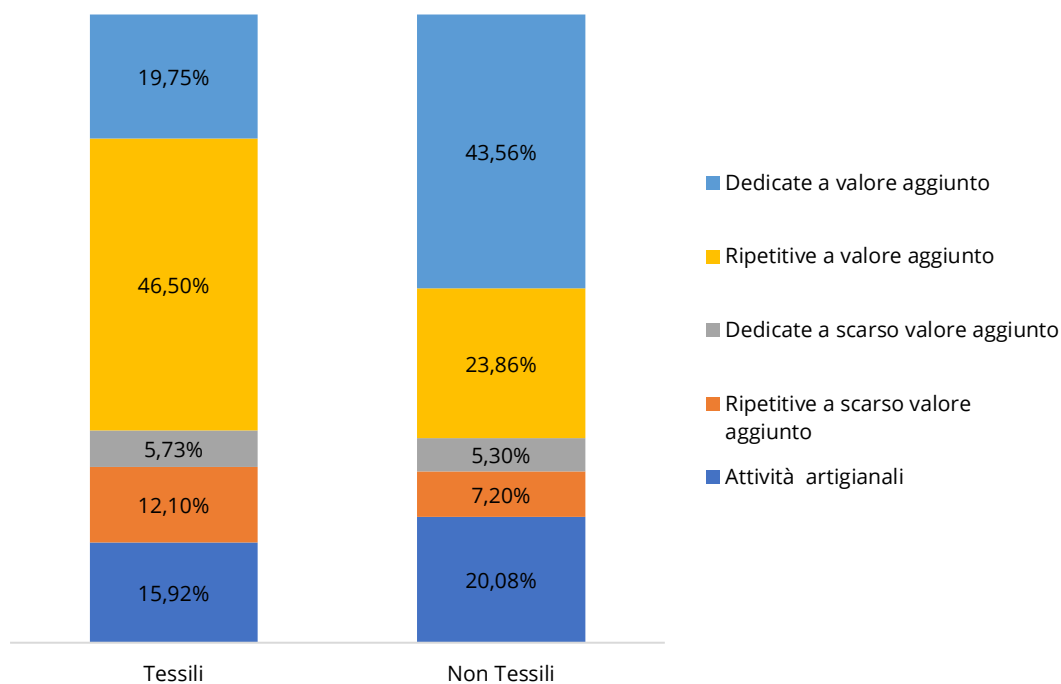


Grafico 3.1.1.4 - Tipologia delle attività operative svolte dalle persone

In un sistema integrato ed estremamente distribuito sul territorio come quello del distretto tessile per cui il prodotto finito non è il frutto della lavorazione di una singola azienda, ma di vere e proprie micro-filieri che vengono azionate in base alle richieste dei grandi committenti, purtroppo si riscontra **un basso utilizzo di metodologie di pianificazione delle *Operations* e, più in generale, della *Supply Chain***: solo le tessiture dichiarano di farne uso in più del 50% dei casi, e solo lo *scheduling* interno è lo strumento diffuso tra tutti i comparti, tant'è che su questo particolare elemento troviamo anche la presenza di macchine integrate per lo scambio di dati sullo scheduling di produzione in una percentuale significativamente più elevata (25%) rispetto alle imprese non-tessili (20%). Sia la relativa mancanza di metodologie di pianificazione che la particolare attenzione allo scheduling, possono essere motivati dal tipo di domanda che queste imprese affrontano, e che si caratterizza per essere (i) altamente stagionalizzata, (ii) non ricorsiva, (iii) associata a un'ampia varietà di prodotto e (iv) a cicli di lavorazione sempre più ristretti. Tuttavia, potremmo dire che, per le stesse motivazioni, una gestione maggiormente integrata e una condivisione di informazioni più immediata e aggiornata potrebbe aiutare ad evitare colli

di bottiglia da un lato e spreco di risorse dall'altro. Molto probabilmente questo tipo di visione richiede un cambio di organizzazione interaziendale che sconta non pochi elementi culturali da tenere in considerazione, primo tra tutti la fiducia tra le imprese e la capacità di lavorare in maniera realmente cooperativa. In questo caso, oltre all'utilizzo di sistemi di pianificazione interna potrebbe essere fonte di valore addizionale la possibilità di passare a una "programmazione o *scheduling di filiera*", in cui il "filo digitale" tra il committente e la subfornitura consenta un reale ripensamento dell'organizzazione della produzione, permettendo di sfruttare al meglio sia l'elemento "tempo" che la logistica di produzione.

Se andiamo a vedere ad oggi quella che è la **gestione dei flussi materiali**, quasi il 60% delle aziende non dispone di applicazioni dedicate alla gestione dei magazzini (Warehouse Management Systems, WMS) e anche dove esse sono presenti vengono utilizzate prevalentemente per le attività di picking e di stoccaggio. Non sembra invece esistere (se non in casi molto particolari e soprattutto aziende più strutturate rispetto alla media) l'utilizzo integrato di magazzini automatici e, sembrerebbe, l'integrazione tra il software di gestione magazzino e il gestionale per ordini e scorte, che conferma la scarsità di flussi informativi tra i reparti. Nonostante la mancata automazione in questo ambito, la **tracciabilità** sembra essere un elemento rilevante per le aziende del tessile che identificano i propri asset per singoli pezzi nel 52% dei casi e per lotti nel 37% dei casi, mantenendo una registrazione digitale (53%) o cartacea (11%) degli stessi. Il *tagging* viene effettuato prevalentemente attraverso il codice a barre (60%) o l'utilizzo di altri dispositivi cartacei (20%). Infatti, nonostante esista qualche primo tentativo di introdurre metodi RFID (radio-frequency identification), e la volontà anche all'interno di alcune delle imprese parte del nostro assessment⁹ ci è stata testimoniata, ci sono approcci molto differenti a questa tematica, all'interno dello stesso settore. Imprese di tessuti particolarmente pregiati, e che lavorano sulla committenza di grandi griffe, vedono il problema della tracciabilità come un elemento strategico per il futuro, sia in termini di sicurezza dello spostamento dei carichi che, soprattutto, per la possibilità di garantire un prodotto "certificato", o per la provenienza di lavorazioni "made in Italy" o per l'attestazione di produzioni *green*. Al contempo esistono lavorazioni di tessuti a basso costo per i quali l'introduzione di sistemi di tracciabilità non sarebbe economicamente interessante ed essa potrebbe non garantire un più alto valore dei propri output vendite. Infine, soprattutto per i filati sottili (sembra che il problema nei filati più grossi da maglieria sia minore) esistono problematiche tecnologiche di inserimento dei tag lungo tutta la filiera, poiché in alcuni passaggi (soprattutto di finissaggio) gli agenti chimici, termici e meccanici delle lavorazioni non permettono la sopravvivenza dello stesso tag.

⁹ Esiste il caso di una impresa di confezioni che ha provato ad utilizzare la tecnologia RFID, sviluppato nell'ambito di un progetto della Regione Toscana POR-FESR, ma non è andato a buon fine, perché non c'è stata volontà della filiera (clienti e fornitori) di adeguarsi.

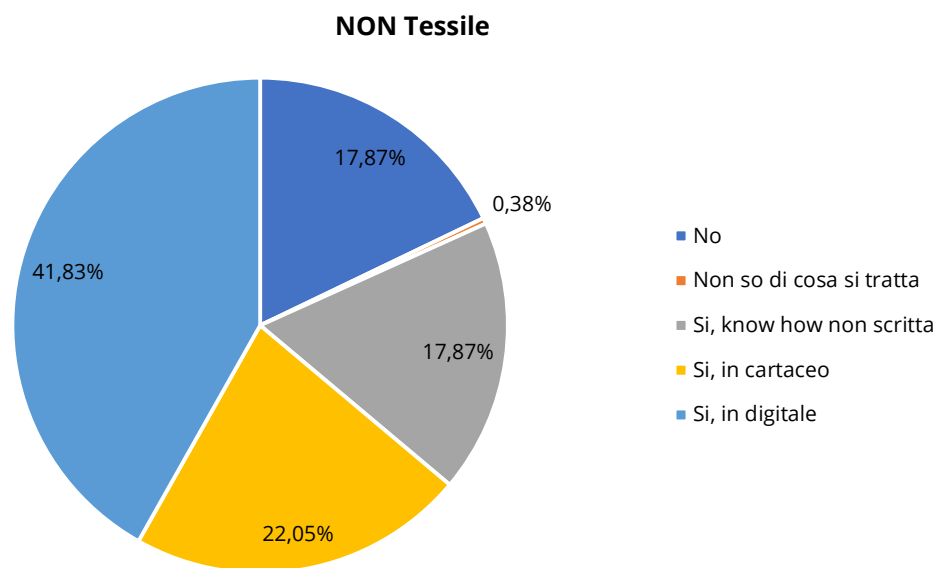
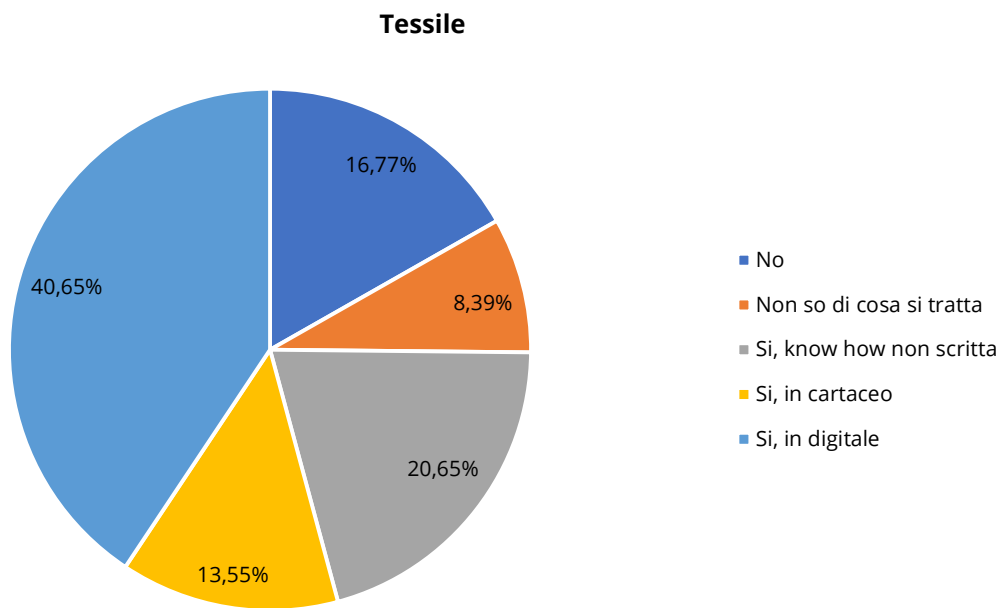


Grafico 3.1.1.5 - Mappatura dei processi

Programmazione, logistica e tracciabilità lungo la filiera richiedono ovviamente un'esatta e precisa mappatura dei processi di produzione, delle funzioni caratterizzanti e delle interazioni tra funzioni e imprese. Purtroppo per quello che riguarda il comparto tessile, le percentuali di mancata conoscenza dei processi interni mostra percentuali relativamente elevate: il 17% dichiara di non effettuare alcuna mappatura dei processi e l'8% ammette di non sapere nemmeno di cosa si tratti (nei restanti settori dell'indagine questo dato è nullo). In questo contesto, il percorso da intraprendere dovrebbe passare prima di tutto dallo sviluppo di un processo di costruzione di flussi informativi coerenti e costanti

all'interno delle singole unità operative e che ad oggi risulta ancora parziale e frammentato. Costruita la base informativa condivisa, aggiornata e dinamica la necessità di modificare l'orientamento del sistema decisionale diventa fondamentale: ad oggi solo il 30% delle imprese dichiara un approccio di tipo "data-driven", in cui cioè gli operatori utilizzano tutta l'informazione oggettiva disponibile per modificare o eseguire i propri task di lavoro. Infatti, nonostante il 68% delle imprese dichiara di effettuare l'analisi dei dati storici, solo il 20% di esse ne utilizza i risultati in fase di controllo o di pianificazione delle successive progettazioni. Infine, se il sistema di cui parliamo continua ad essere organizzato come una filiera in cui nessun nodo può ritenersi integralmente autonomo, allora sarà necessario sviluppare un'integrazione dei flussi informativi anche lungo la supply chain, cosa che fino ad ora rimane estemporanea, "a chiamata" e il più delle volte non coordinata, con forti asimmetrie tra i diversi gradi della subfornitura.

	SI	NO
I dati sono integrati con l'entità a valle e/o a monte dell'azienda?	8,3%	91,7%
I dati sono integrati con tutte le entità appartenenti alla supply chain?	16,6%	83,4%

Tabella 3.1.1.1 – Integrazione dei dati

3.1.2 Orafo

di Niccolò Fiorini (DISAG - Università di Siena)

Il settore Orafo è presente in Italia in quattro poli con diverse specializzazioni: Vicenza e provincia per l'oreficeria, Valenza Po per la gioielleria, Padova per il settore argentiero ed Arezzo e zone limitrofe per l'orafo con particolare rilevanza del catename.

La presenza di piccole realtà, alcune volte a forte vocazione artigianale, che si affiancano ad imprese di medie e, in pochi casi, grandi dimensioni impatta considerevolmente non solo le tipologie di prodotto sviluppate, ma anche le modalità di connessione della filiera. Questo tuttavia consente di avere una grande flessibilità e un buon grado di differenziazione di prodotti.

Nel settore orafo toscano, e quindi in particolare nel distretto orafo aretino, il livello medio di maturità tecnologica delle 15 aziende su cui è stata condotta l'analisi è pari a 3 (su un punteggio massimo di 6): i dati raccolti riguardano quindi ad un piccolo campione di imprese e le nostre riflessioni non intendono assumere una valenza statisticamente rappresentativa dell'universo distrettuale aretino. È da segnalare una certa omogeneità tra le aziende considerate in termini di maturità complessiva, con la maggioranza delle aziende con un punteggio pari a 3 e due sole eccezioni: una con punteggio 2 ed una con punteggio 4. Tale omogeneità si riscontra, come vedremo in seguito, anche in altri elementi riguardanti le macro-aree ed anche i singoli aspetti specifici.

Per quanto riguarda i livelli operativo e organizzativo è da segnalare una certa differenziazione nell'approccio operativo ed una sostanziale uniformità organizzativa, così come descritto nel Grafico 3.1.2.1. I valori medi sono pari a 3,3 per il livello operativo ed a 2,8 per quello organizzativo. Le differenze di carattere operativo sono da ricondursi ai diversi approcci produttivi delle aziende considerate. Se, come nel caso dell'azienda più organizzata (punteggio 3,33), la produzione ha raggiunto livelli paragonabili a quelli dei settori a più alta industrializzazione, è pur vero che vi sono aziende orafe la cui produzione è in gran parte artigianale; ciò si traduce, per l'azienda con il punteggio più basso, ad una valutazione pari a 1,8, valore significativamente inferiore a quanto registrato per la più performante. Ciò impatta certamente la valutazione a livello operativo e gioca un ruolo anche nell'evoluzione organizzativa di tutto il comparto. Infatti, il punteggio medio in ambito organizzativo è in parte anche legato alle caratteristiche ed alla storia evolutiva del distretto orafo aretino. La presenza di piccole imprese, con una media di 7-8 addetti per azienda, e la presenza di molte aziende che operano lavori di subfornitura per conto terzi molto spesso interne al distretto stesso (Banca D'Italia - Istat, 2017) ha un impatto considerevole anche nella struttura organizzativa delle singole aziende. Artigianalità e rapporti personali, pur con una grande apertura all'export, rappresentano fattori chiave del distretto aretino, così come evidenziato anche da studi di settore (Banca D'Italia, 2017; Toscana Formazione, 2017-2018; Confindustria Toscana Sud, 2017).

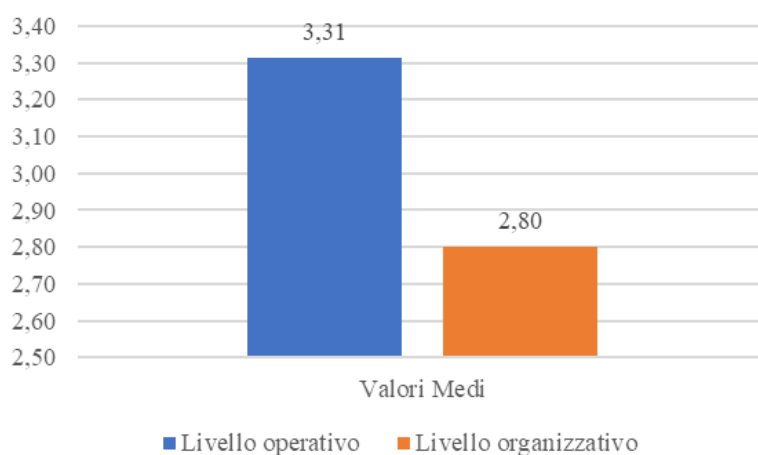


Grafico 3.1.2.1 - Livello Operativo e Livello Organizzativo

Andando ad esaminare più nel dettaglio le analisi effettuate si evidenziano alcuni interessanti risultati per quanto riguarda i singoli segmenti: risorse, sistemi informativi, cultura e struttura organizzativa (Grafico 3.1.2.2).

Anche in questo caso vi sono situazioni in cui è presente una certa omogeneità di risultato tra tutte le aziende, mentre in altri segmenti le differenze interaziendali sono più marcate. Tra le prime sono da annoverare le risorse e la struttura organizzativa, mentre fanno parte del secondo gruppo i sistemi informativi e la cultura. In quest'ultimo caso però è da segnalare come per la maggior parte delle aziende vi sia un allineamento verso l'alto, con la sola eccezione dell'azienda che in tutti gli aspetti è risultata meno in linea con i paradigmi di Industria 4.0 e che registra un valore pari a 2,11.

Esaminando più nello specifico troviamo che si registrano punteggi bassi per tutte le aziende nell'area macro-operativa denominata struttura organizzativa, con un valore medio pari a 1,7 (valore minimo 1,37; valore massimo 2,25). Questo valore è coerente con il punteggio del livello organizzativo globale analizzato in precedenza e permette di evidenziare ancor di più come le caratteristiche intrinseche di artigianalità della produzione orafa aretina influiscano considerevolmente nello sviluppo organizzativo di tutte le aziende. Sempre legato all'artigianalità insita nella lavorazione orafa di tutte le aziende è il segmento riguardante le risorse. Il punteggio medio in questo caso è più elevato, ma pur sempre inferiore a 3/6 (2,8), con punte massime di 3,47 e minime pari a 1,85. I sistemi informativi e la cultura sono invece le aree dove, seppur nel primo caso con notevoli differenze tra le aziende considerate, i valori medi sono pari rispettivamente a 3,7 e 3,8. Se per i sistemi informativi le differenze, anche rilevanti (l'azienda con punteggio più basso registra un valore pari a 1,7; quelle immediatamente superiori hanno valori che si aggirano tra 2,9 e 3,1; l'azienda invece più performante raggiunge il punteggio di 5,2), sono imputabili anche ai diversi approcci ed alle diverse dimensioni aziendali, è di sicuro conforto il risultato proveniente dalla macro-area cultura. Qui si registrano, con una sola eccezione (2,11), valori superiori a 3,5, con punte di circa 4,5. È fondamentale, in prospettiva futura che vi sia una

propensione alla cultura, ovvero alla comprensione, propensione e diffusione delle innovazioni tecnologiche, delle implicazioni pratiche e degli scenari connessi ad industria 4.0.

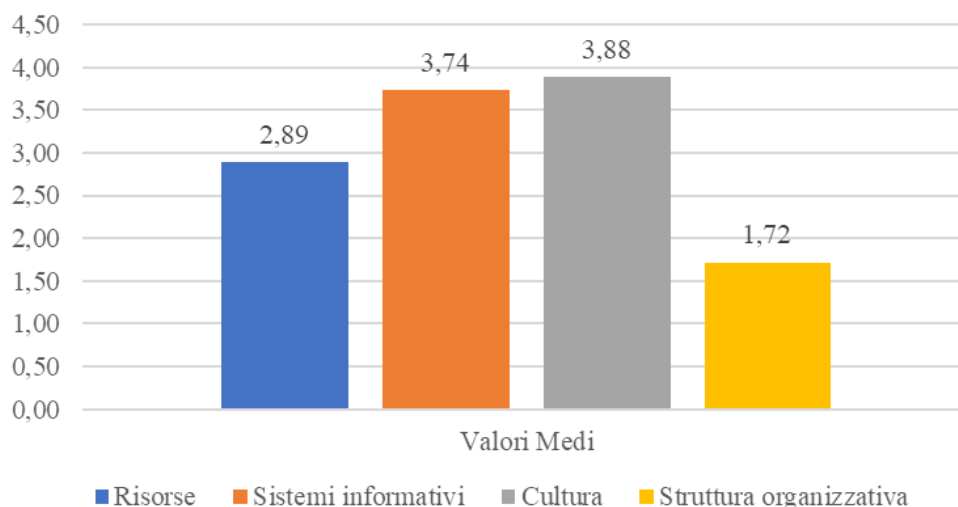
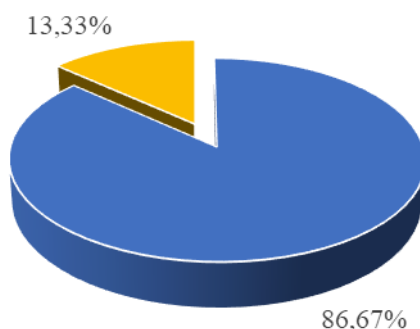


Grafico 3.1.2.2. Aree Macro-operative

I sistemi informativi delle aziende orafe, seppur non così evoluti come quelli di altri settori più industrializzati e meno votati all'artigianalità, sono comunque efficaci per permettere alle aziende di registrare digitalmente le attività, spesso tramite l'intervento del personale, e quindi anche di condurre le operazioni di inventario tramite l'utilizzo di un software (Grafico 3.1.2.3). Ciò è dovuto anche alla necessità di avere uno stretto controllo del materiale utilizzato, sia che esso riguardi produzioni proprie o per conto terzi. Sia l'oro che l'argento sono infatti materiali preziosi che richiedono un controllo scrupoloso e ben organizzato e la maggioranza delle aziende analizzate ha compreso come un buon sistema informativo sia di aiuto nel tenere adeguata traccia del magazzino, dei semilavorati e dell'utilizzo delle materie prime.



■ Si per supportare la verifica inventariale ciclica ■ No

Grafico 3.1.2.3 - Applicazioni per supportare l'area magazzini

In nessun caso tuttavia si tratta di sistemi che riguardano la gestione di magazzini automatici, la guida dell'attività di prelievo, o l'ottimizzazione del *put away* dei materiali. Le attività di prelievo nei magazzini vengono svolte direttamente dal personale addetto. Infatti, proprio l'elevato valore, unito alle piccole dimensioni dei pezzi lavorati e commercializzati dalle aziende, fanno escludere qualsiasi utilizzo, sia presente che futuro, di movimentatori automatici all'interno del magazzino o dell'azienda.

Trattandosi di oggetti di piccole dimensioni, ma spesso molto differenti tra loro e di considerevole valore, derivante anche dalla materia prima utilizzata, l'asset più utilizzato per la taggatura interna all'azienda è risultata essere la scatola, pur con il 20% delle risposte (Grafico 3.1.2.4) che hanno invece indicato il singolo oggetto come quello individuato singolarmente dai sistemi informativi.

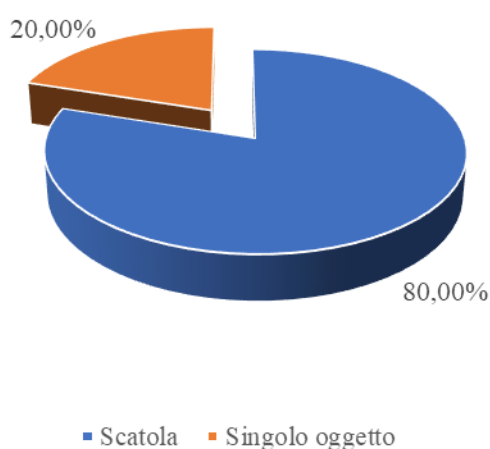


Grafico 3.1.2.4 - Tipo di asset taggato all'interno dell'azienda

L'artigianalità della lavorazione fa sì che la posizione delle persone non sia registrata in nessuna delle aziende analizzate. Tuttavia, vi è eterogeneità per ciò che concerne la mappatura dei processi (Grafico 3.1.2.5): benché il digitale sia utilizzato solo nel 40% delle aziende, in tutte le realtà analizzate esiste comunque una mappatura dei processi, sebbene essa avvenga in cartaceo (27%) o per mezzo di conoscenza tacita (33%). L'ultimo punto è perfettamente in linea con l'aspetto artigianale delle produzioni ad alto valore aggiunto per mezzo delle capacità dei lavoratori e della loro esperienza nella lavorazione di metalli preziosi. È comunque un aspetto rilevante delle aziende orafe avere in ciascuna azienda, seppur a livelli diversi, una mappatura dei processi. Questo consente potenzialmente di ottimizzare i processi e di integrare le varie fasi in modo da renderle omogenee ed in linea con i paradigmi 4.0. Questo è ancor più vero se prendiamo in considerazione il fatto che più del 70% delle aziende utilizza sistemi di simulazioni della produzione, seppur a livello non estremamente evoluto. Ciò avviene maggiormente in fase di programmazione, come descritto nel Grafico 3.1.2.6.

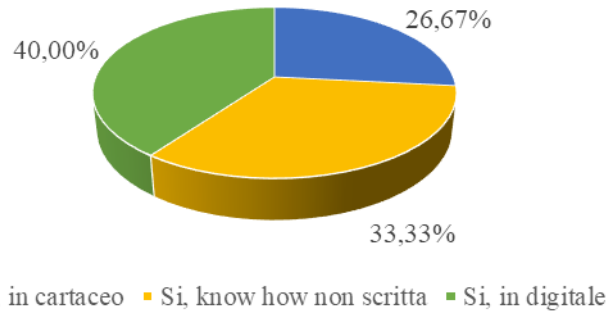


Grafico 3.1.2.5 - La mappatura dei processi

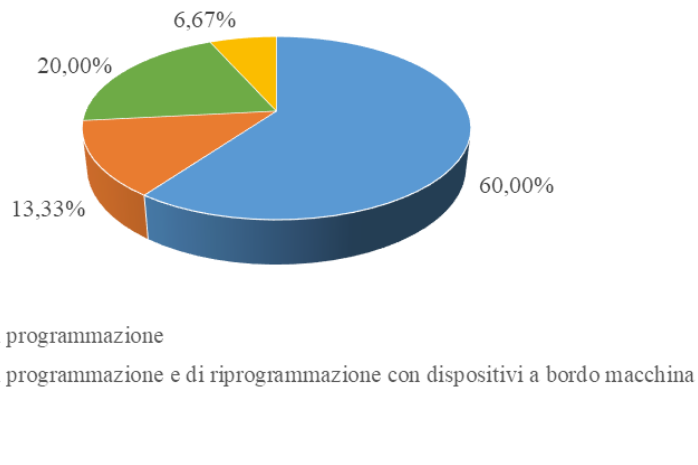


Grafico 3.1.2.6 - Sistemi di simulazione della produzione

Trattandosi in larga parte di prodotti di alta qualità ad elevato valore aggiunto risulta importante il controllo della qualità così come la registrazione dei risultati frutto di tale controllo. Per oltre l'85% delle aziende esaminate queste attività sono svolte; nella maggior parte dei casi queste sono svolte da un operatore in digitale real-time o in seguito (entrambe nel 27% dei casi), ma possono essere svolte anche in cartaceo o in digitale in automatico, seppur con minor frequenza rispetto ai primi (Grafico 3.1.2.7).

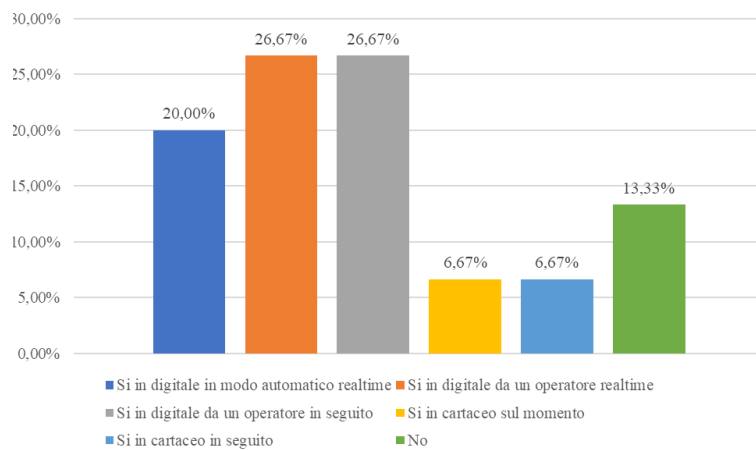


Grafico 3.1.2.7 - Controllo qualità

Per quanto riguarda i macchinari, tutte le aziende dispongono di macchine utensili e ciò è dovuto alla tipologia di lavorazione richiesta specificatamente dal settore orafa. Al contrario, una sola azienda dispone di un robot tra i suoi macchinari: ancora una volta la vocazione artigianale del distretto orafa aretino limita la possibilità di automatizzare diverse processi e tecniche produttive. Tra i macchinari più diffusi (oltre il 70% delle aziende analizzate) troviamo i sistemi di assemblaggio ed i dispositivi di misura. Quest'ultimi sono certamente molto diffusi per la sopracitata importanza di effettuare controlli sulla qualità dei prodotti. Si rimanda alla Tabella 4.6 per un ulteriore approfondimento. Vi sono anche altri macchinari utilizzati nelle aziende orafe. Tra di essi i più interessanti sono le stampanti 3D ed i macchinari per la galvanica. In particolar modo la galvanica è presente solo nelle aziende che hanno deciso di integrare internamente questa particolare funzione che è molto spesso demandata ad altre aziende del territorio specializzate in trattamenti di rodatura, doratura e argentatura. Nelle aziende dove il comparto della galvanica è interno, esso viene visto come un vantaggio competitivo considerevole nei confronti degli altri soggetti del territorio che decidono invece di esternalizzare, ove necessario, questo processo.

Solo nella metà delle aziende analizzate le macchine presentano integrazioni tra di esse, benché in molte aziende i macchinari, almeno quelli più evoluti, presentino la possibilità di connessione al server per lettura e scrittura dati. Tali funzioni, fondamentali secondo i paradigmi di industria 4.0, sono implementate con maggior fatica nelle aziende di piccole dimensioni e con un forte legame con l'artigianalità della produzione. In questi casi l'intervento dell'operatore nel processo produttivo del macchinario è ancora molto rilevante, ostacolando così una tendenza verso macchinari integrati, più autonomi e con maggiore possibilità di reperire e salvare informazioni.

La manutenzione è generalmente effettuata sulla base dello storico dei dati e durante periodi in cui tali attività hanno registrato un minor impatto. Per programmare la manutenzione risulta quindi necessario registrare l'attività. Vi è molta eterogeneità sulle modalità di registrazione: nella maggior parte dei casi è l'operatore a dover svolgere tale compito, anche se nella maggioranza dei casi questo avviene in forma digitale (in real-time o in seguito, vedi Grafico 3.1.2.8).

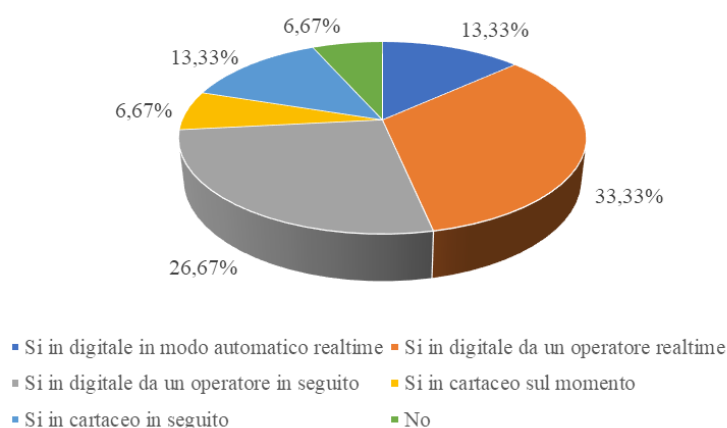


Grafico 3.1.2.8 – Manutenzione Macchinari

Analizzando infine le attività di progettazione e di ricerca e sviluppo, tutte le aziende, con una sola eccezione, svolgono internamente queste funzioni. Molto spesso queste avvengono con l'aiuto e sotto la supervisione delle aziende committenti, che comunque fanno affidamento sulle competenze, capacità e flessibilità dei propri partner per svolgere parti cruciali di progettazione e R&S. Nell'unico caso in queste due attività non sono svolte internamente, ciò è dovuto al fatto che l'azienda committente ha come propria policy interna quella di effettuare l'intera progettazione, anche di dettagli e di ingegnerizzazione, e tutte le fasi di R&S internamente senza alcun ausilio dei propri partner.

Il settore orafa toscano racchiude al suo interno, e molto spesso all'interno della stessa azienda, una vocazione all'artigianalità ed alla tradizione, ma anche una volontà di adeguarsi alle innovazioni tecnologiche e organizzative che i nuovi paradigmi offrono. Tale dualismo non deve apparire come un controsenso, quanto piuttosto una peculiarità di un distretto che mantiene, nel bene e nel male, alcune di quelle stesse caratteristiche che sono state, negli ultimi anni del secolo scorso, il successo del distretto stesso. La propensione alla cultura 4.0 fa ben sperare, almeno con riferimento alle aziende da noi analizzate, riguardo a futuri ed ulteriori adattamenti verso paradigmi che sono ormai diventati imprescindibili per lo sviluppo di ogni settore industriale. Permangono problematiche che devono essere affrontate non solo per i ricorrenti problemi che nel tempo hanno generato e che continuano a generare, ma soprattutto perché, come nel caso dell'integrazione ed organizzazione di filiera andrebbero a minare, qualora non implementate, la competitività stessa di tutto il distretto a livello nazionale ed internazionale. I rapporti di filiera che sono ad oggi ancora caratterizzati prevalentemente da connessioni personali e dalle relative collaborazioni di lungo periodo potrebbero svilupparsi seguendo maggiormente il paradigma 4.0. Nello specifico integrazioni di filiera si rendono necessarie sia per quanto riguarda la condivisione dei dati, ad esempio tramite piattaforme che rendano più fluidi i rapporti tra tutti gli attori (fornitori, produttori, subfornitori, contoterzisti, ecc.) e consentano una maggiore efficienza produttiva ed organizzativa, sia per un migliore sfruttamento di competenze e specializzazioni complementari (non solo per lavorazioni esterne ma anche dal punto di vista dei servizi: prototipazione, spedizioni, ecc.). Sebbene, come in precedenza accennato, vi sia un incoraggiante propensione culturale nelle aziende analizzate, potrebbe essere determinante un attivo ruolo di coordinamento svolto da aziende leader o da associazioni a supporto delle imprese.

3.2 Meccanica

di Mario Rapaccini (DIEF - Università degli Studi di Firenze)¹⁰

Le 114 aziende censite nel (cosiddetto) settore della meccanica svolgono attività economiche estremamente eterogenee. Sono infatti presenti in questo ambito 98 aziende che fabbricano apparecchiature e macchinari destinati a molteplici impieghi, quali apparecchi di sollevamento, impianti di refrigerazione, rubinetti e valvole, dispositivi elettronici, macchine per l'industria tessile o per il legno. Tutti questi produttori di macchinari sono stati classificati sotto la stessa etichetta ("MACHINERY"), a prescindere dal tipo di applicazione e industria. Inoltre, nel campione sono presenti anche 16 aziende che non fabbricano macchinari, ma eseguono lavorazioni meccaniche. Disponendo di capacità produttiva (oltre che di competenze e organizzazione), forniscono servizi di prototipazione e fabbricazione conto terzi di varia natura (in genere stampaggio, fucinatura, galvanica, etc.) per produzioni conto terzi di accessori e prodotti metallici (per industria della moda, componenti per industria meccanica, etc.).

L'indice di maturità tecnologica medio di tutte le 114 aziende del campione è pari a 2,64 su 6, con un livello operativo pari a 2,88 e uno organizzativo pari a 2,36. Tali valori (così come molte delle successive statistiche) non risentono della distinzione posta sopra tra produttori di macchinari e di oggetti metallici, per cui nel seguito questa distinzione non viene più evidenziata.

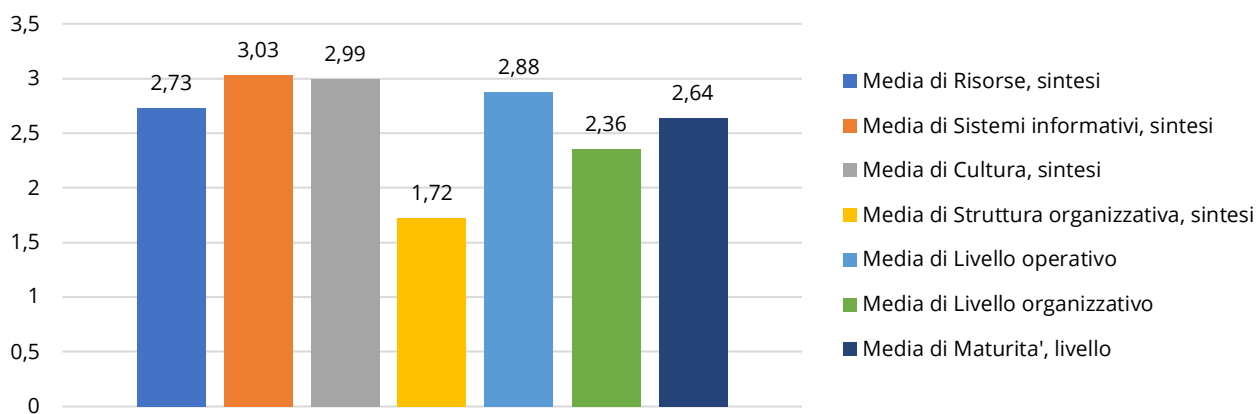


Grafico 3.2.1 - Valori di sintesi delle diverse aree di maturità

Il grafico 3.2.1 evidenzia i valori di sintesi delle diverse aree di maturità del campione, da cui risulta che i livelli più bassi si manifestano rispettivamente su aspetti di organizzazione (i.e. l'organizzazione dell'azienda è meno pronta per le sfide della trasformazione digitale) e sulle competenze (i.e. l'azienda non dispone di tutte le competenze richieste per le sfide della trasformazione digitale).

¹⁰ Si ringrazia l'ing. Lorenzo Melani per il supporto alla elaborazione dei dati

La diffusione delle tecnologie e dei paradigmi I4.0 sembra quindi omogenea sia tra i produttori di macchinari che tra i fornitori di capacità produttiva. Non è altresì stata rilevata alcuna diffusione di modelli di business avanzati, abilitati dalla interconnessione (IoT o Industrial Internet) dei macchinari prodotti o degli asset produttivi impiegati per le lavorazioni meccaniche, che nel caso dovrebbero divergere. Di fatto, i produttori di macchinari sfruttano in genere le tecnologie I4.0 per interconnettere la base installata del cliente, e sviluppare modelli di business sempre più orientati ai servizi (ad esempio, la vendita non di macchine ma di “*equipment as a service*”¹¹). Al contrario, chi espone la propria capacità produttiva operando come terzista verso operatori dominanti della filiera (ad esempio, chi produce accessori per il settore moda), è in genere interessato a connettere i propri macchinari per esporre e consentire ai clienti di impegnare la capacità produttiva non utilizzata. Tali modelli di business in gergo si chiamano di “*manufacturing as a service*”¹².

Nel primo caso i flussi di informazioni sono prevalentemente outside-in (ad es. *condition monitoring* della base installata interconnessa, *alert management* verso il cliente per anomalie e guasti), nel secondo sono inside-out (ad es. impegno con ordine di produzione automatico di un certo numero di ore macchina). I relativamente bassi livelli di maturità I4.0 indicherebbero dunque che i paradigmi I4.0 tipici del settore¹³ siano veramente poco diffusi tra le PMI toscane che operano nel settore meccanico. Dato che la maggioranza (+80%) delle imprese del campione dichiara di svolgere internamente attività di progettazione (del macchinario o del prodotto della fabbricazione meccanica), seguendo i *requirements* del cliente, sembra evidente che in questo ambito l'automazione e l'interconnessione spinta dei macchinari, e la ricerca di nuovi modelli di business da esse abilitati, non siano ancora diventati i driver della competizione. Presumibilmente, la competenza chiave resta di natura progettuale, flessibilità e innovazione – ovvero R&D, uffici tecnici, prototipazione, industrializzazione - e non si tratta quindi della capacità di *manufacturing*. Questo è confermato anche – ad esempio – dalla bassa percentuale di aziende (circa il 17%) che dichiara di aver adottato soluzioni di integrazioni e scambio dei dati tra i vari reparti, per facilitare la programmazione (*scheduling*) della produzione. In aggiunta, oltre due aziende su tre non ha strumenti avanzati - quali software di simulazione e pianificatori a capacità finita - per analisi di scenario e supporto delle decisioni inerenti alla gestione della produzione. Se questo venisse confermato, la politica per questo settore dovrebbe incentivare l'adozione delle tecnologie I4.0 a supporto delle attività di progettazione (ad es. ambienti 3D di modellazione con uso di visori VR/AR). Nel seguito si entra comunque nel dettaglio di alcuni aspetti emersi dalle interviste.

Per quanto attiene alle capacità di gestione dei flussi dei materiali, oltre la metà del campione dichiara di disporre di applicazioni dedicate per la gestione del magazzino, i cosiddetti Warehouse

¹¹ Questo cambio di paradigma è noto in letteratura come servitizzazione.

¹² Di cui il cosiddetto *cloud manufacturing* costituisce la naturale evoluzione a livello di filiera e piattaforma.

¹³ Quali i citati *equipment as a service* e *manufacturing as a service*

Management Systems (WMS) (vedi Grafico 3.2.2). Le applicazioni in oggetto supportano in massima parte le attività di prelievo e inventario, mentre è ridotto il numero di aziende che dichiara di possedere magazzini con alto livello di automazione¹⁴ o con ottimizzazione spinta dei flussi dei materiali. In questi casi, di fatto il WMS è praticamente un *'must-have'*.

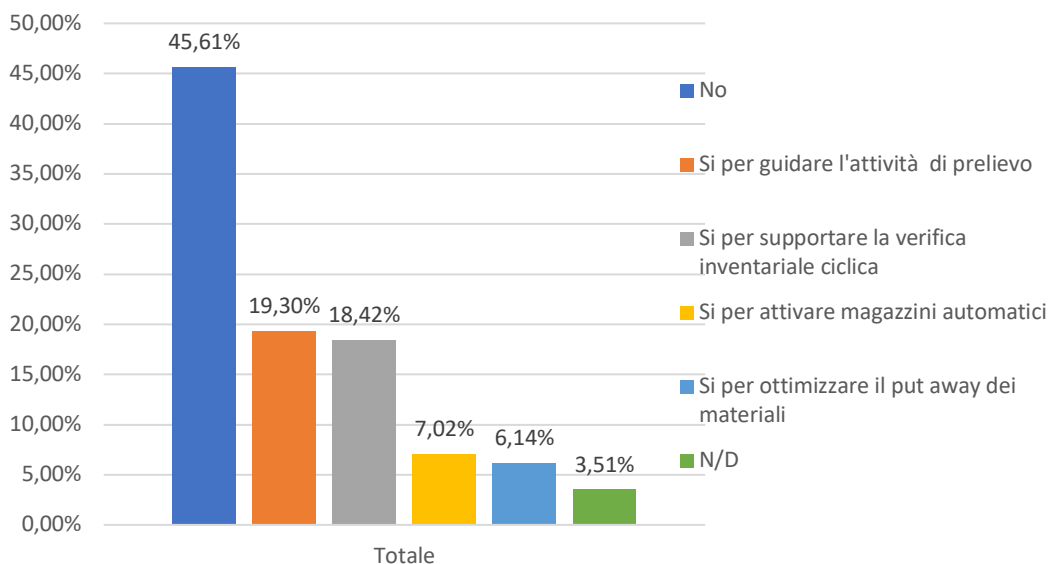


Grafico 3.2.2 - Diffusione e utilizzo dei sistemi di Warehouse Management

La tracciabilità dei flussi di materie prime, semilavorati e prodotti finiti avviene ancora su supporto cartaceo in più di un'impresa su cinque, mentre per un altro quinto non manifesta tale esigenza, e dichiara che l'azienda non traccia i flussi in alcun modo.

In linea con la precedente, la successiva statistica evidenzia che un quinto delle imprese del campione non identifica digitalmente, in nessun tipo di registro, i propri asset. Oltre la metà si ferma a identificare pallet, container o scatole. Solo un'impresa su cinque dichiara di avere strumenti e capacità per identificare il singolo asset.

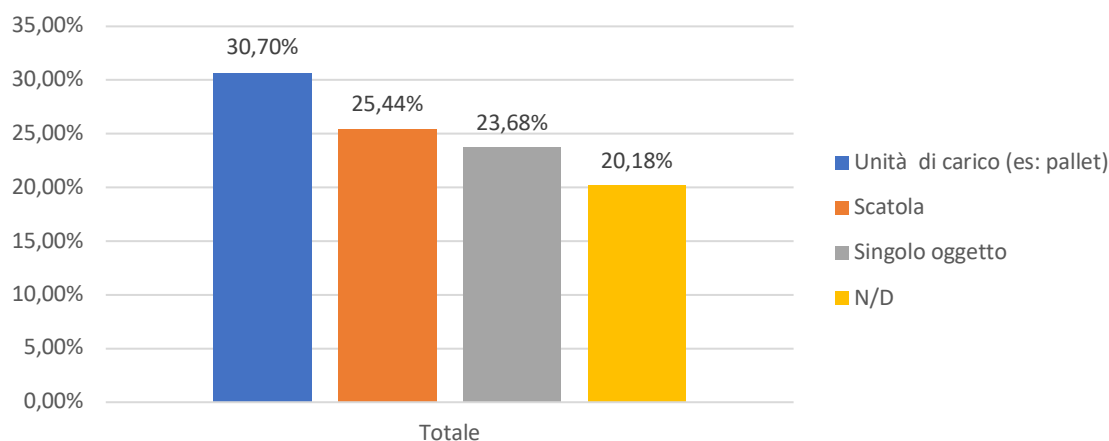


Grafico 3.2.3 - Capacità di asset tagging

¹⁴ Si tratta dei casi di aziende più grandi e strutturate.

La presenza delle varie tecnologie di produzione nel campione è evidenziata dalla seguente tabella (Tabella 3.2.1), da cui si evince la grande diffusione di macchine utensili e dispositivi di misura. Questa percentuale arriva praticamente al 100% nel caso di aziende che eseguono lavorazioni meccaniche. È più limitata (ma non rarefatta) la diffusione di robot e sistemi di assemblaggio, ovvero delle tecnologie con un tasso di automazione sicuramente più elevato. Solo il 7% circa delle aziende dichiara di disporre nei propri magazzini di sistemi di *material handling* (movimentatori) completamente automatici, solo il 5% in seno ai reparti di fabbrica.

Macchine utensili	Robot	AGV	Droni	Dispositivi di Misura	Sistemi di Assemblaggio	Altro	N/D
85,09%	18,42%	0,88%	0,88%	59,65%	21,93%	21,05%	4,39%

Tabella 3.2.1 - Diffusione delle tecnologie di produzione (OT, Operational Technologies)

Allo stesso modo, solo una percentuale esigua di imprese, rispettivamente 1,7% e 5,2%, dichiara di monitorare la posizione del personale in tutto l'impianto, o solamente in alcuni reparti in prossimità dei macchinari. Circa un terzo delle imprese mappa i processi di fabbrica tramite supporti digitali e/o applicazioni dedicate. Al contrario, il 18% del campione dichiara di non avere mappe esplicite e documentali dei processi di produzione, ma solo prassi e know-how non codificato. È ovvio che la diffusione delle tecnologie I4.0 non può prescindere da una codifica di processi e materiali condivisa (inter-funzionalmente prima, e poi a livello di integrazione orizzontale nella filiera). Anche questo dato evidenzia pertanto il livello di arretratezza in cui si trova quasi un quinto delle imprese del campione.

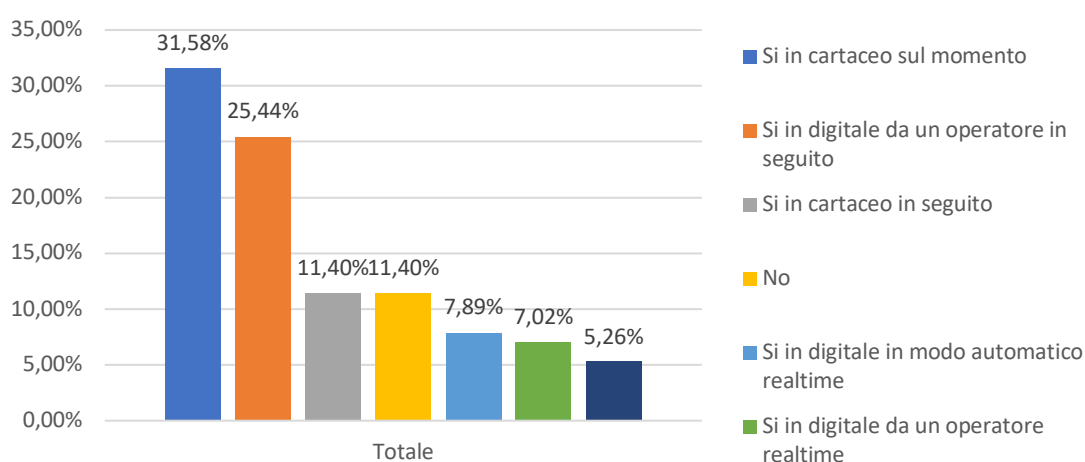


Grafico 3.2.4 - Digitalizzazione della manutenzione

Un ambito funzionale in cui le imprese del campione mostrano un modello di gestione più organizzata, strutturata e digitalmente più evoluta, è quello della manutenzione delle macchine e degli impianti (vedi Grafico 3.2.4). Anche se non è elevata (15%), una buona percentuale di aziende che dichiara di effettuare registrazioni degli interventi, in modo automatico (7,89%) o tramite un operatore (7,02%)

ma comunque in tempo *reale*, e quindi tramite tablet e/o grazie a macchine interconnesse. Solo il 12% dichiara di non gestire alcuna registrazione di queste attività. Potrebbero esserci quindi buone opportunità per lo sviluppo di soluzioni I4.0 per l'introduzione di modelli avanzati di manutenzione (e.g. telecontrollo, manutenzione predittiva), grazie anche alla presenza di dati storici (già in digitale o in cartaceo) da cui derivare modelli più accurati a supporto delle decisioni dei supervisori e tecnici di manutenzione. Al contrario, nell'ambito della qualità (vedi Grafico 3.2.5), la percentuale di aziende che non effettua registrazioni degli esiti dei controlli è indubbiamente più alta (25%). Questo sembra quindi un ambito con minori esigenze o possibilità di intervento.

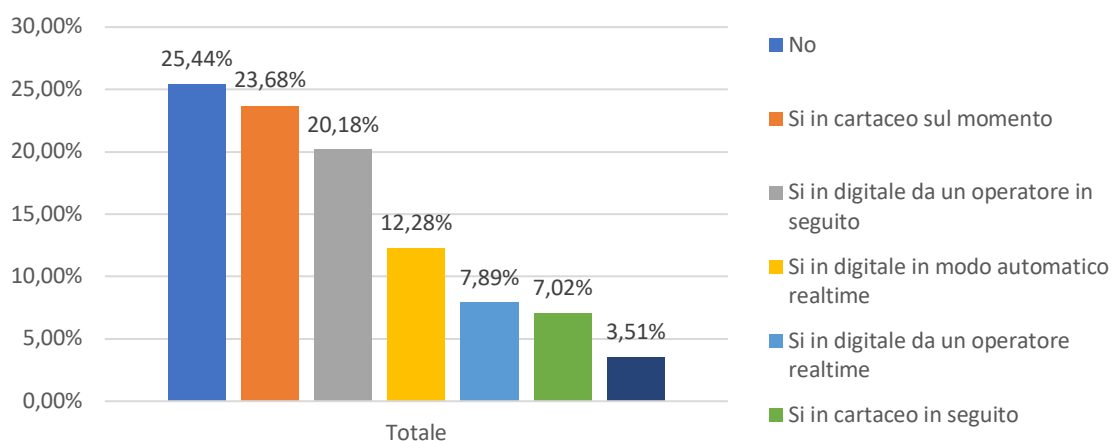


Grafico 3.2.5 - Controllo qualità

3.3 Chimico-farmaceutico

di Elena Casprini (DISAG – Università di Siena) e Lorenzo Zanni (DISAG - Università di Siena)

3.3.1 Risultati di ricerca per segmenti di mercato

Il settore del chimico analizzato si riferisce in generale ad una serie di realtà molto eterogenee e, in particolare, se si fa riferimento alle aziende da noi intervistate scelte anche in base alla loro significatività per cogliere alcuni aspetti critici dell'evoluzione dei rapporti di filiera. Il campione settoriale toscano da noi indagato, infatti, vede attori che si occupano di *chimica in senso stretto* con mercati che vanno dalle imprese conciarie (spesso ubicate nel distretto di Santa Croce) a imprese alimentari (come quelle del cioccolato), alla *chimica-farmaceutica* e alla *cosmetica*. Vi sono infine una serie di aziende che erogano *servizi di life science (servizi LS)* (ad esempio ricerca e sviluppo, ma anche consulenza) alle imprese sopracitate, i cui processi possono, pertanto, essere influenzati da e influenzare i processi dei propri clienti (rilevanti per cogliere la divisione del lavoro nel mondo Life Science, ma settorialmente parlando non rientranti nel settore chimico in senso stretto). A tal proposito, l'analisi del comparto chimico presentata qui di seguito va a distinguere al suo interno più segmenti per far emergere le peculiarità del settore. L'analisi è stata condotta su 44 aziende distribuite tra i vari segmenti (Grafico 3.3.1).

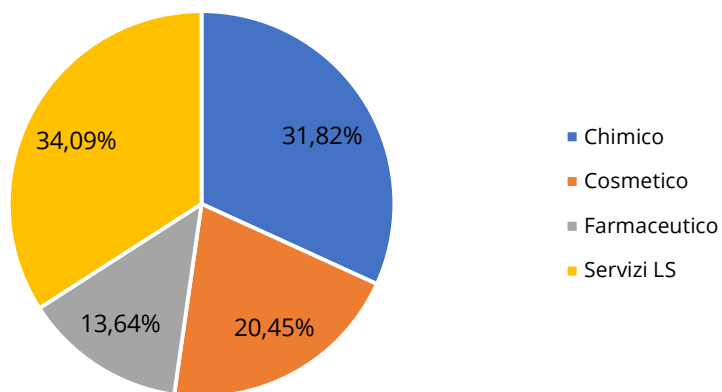


Grafico 3.3.1 - Distribuzione del campione

L'indice di maturità tecnologica medio è di 2,93/6, con un livello operativo di 3,2 e uno organizzativo di 2,6. Se andiamo a vedere i valori che vanno a determinare gli indici di livello operativo e livello organizzativo (Grafico 3.3.2), notiamo che, in media, le aziende del settore sono molto deboli in termini di struttura organizzativa e appena sufficienti in termini di risorse, mentre performano bene in termini di sistemi informativi e cultura.

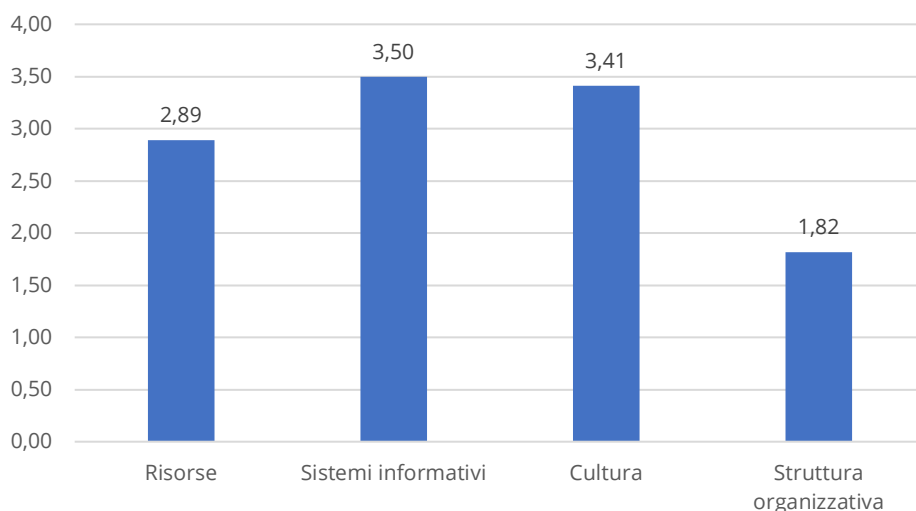


Grafico 3.3.2 - Valori medi a livello settoriale

Come si evince dal Grafico 3.3.3, è in particolar modo il chimico a presentare criticità su tutte e quattro le aree macro-operative, mentre le aziende operanti nei servizi life science sono particolarmente virtuose in termini di cultura e struttura organizzativa.

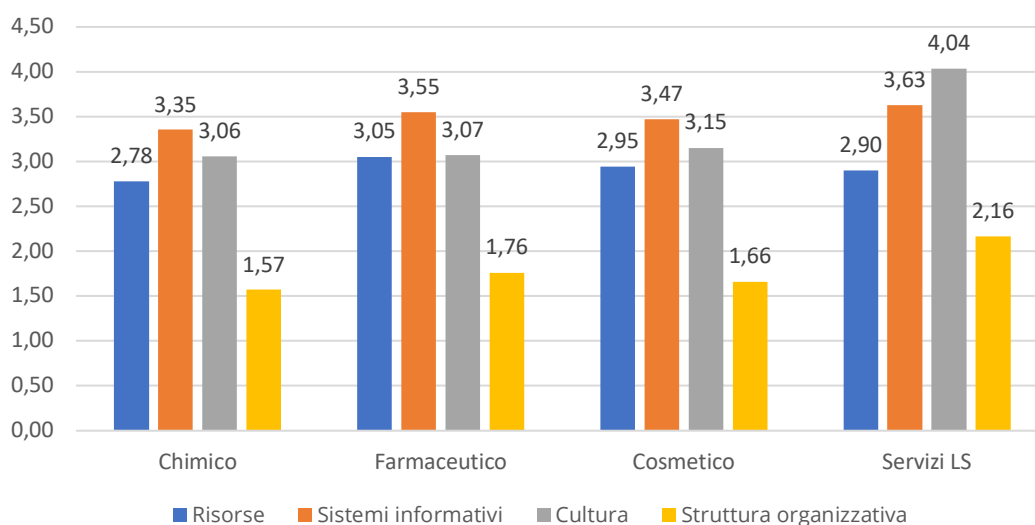


Grafico 3.3.3 - Valori medi per ciascun segmento

Passiamo adesso a considerare gli asset delle aziende e, in particolar modo, le loro risorse. La grande eterogeneità di materie prime e semilavorati, spesso provenienti da fornitori diversi, e la crescente richiesta da parte della legislazione e dei vari stakeholders, rende sempre più necessario un attento monitoraggio di come tali risorse vengono usate. Un esempio esplicativo è quello delle aziende farmaceutiche che, nella preparazione di medicinali, hanno necessità di tener traccia della provenienza delle varie materie prime che possono venire usate per più medicinali. Di conseguenza, la gestione dei magazzini, non solo dei prodotti finiti, ma anche delle materie prime (e semilavorati), e di come le risorse vengono registrate risultano essere di vitale importanza. Tuttavia, è bene distinguere da un lato

l'attenzione alla tracciabilità e dall'altro l'uso di applicazioni che, oltre alla tracciabilità, possono aiutare a efficientare i processi aziendali.

Le aziende dovrebbero pertanto riflettere sul fatto che la metà delle imprese intervistate non usa applicazioni di tipo *Warehouse Management System* (WMS) per supportare l'area magazzini. L'altra metà delle aziende tende ad usarle per supportare la verifica inventariale ciclica, mentre poco meno del 10% la usa per ottimizzare il put away dei materiali.

Il Grafico 3.3.4 mostra i dettagli per i vari segmenti. Le aziende chimiche e farmaceutiche tendono ad adottare tali applicazioni per guidare l'attività di prelievo, quelle cosmetiche per ottimizzare il put away dei materiali e quelle dei servizi LS a scopi di inventario. È interessante notare che solo un'azienda della cosmetica usa applicazioni WMS per attivare dei magazzini automatici; si tratta dell'unica azienda ad aver adottato un sistema di taggatura RFID tra quelle intervistate.

Tuttavia, l'84% delle aziende intervistate registra digitalmente (66%) o su carta (18%) le proprie attività. Questo a conferma che la tracciabilità non solo dei materiali, ma anche delle attività svolte *sui* materiali è di vitale importanza per il settore.

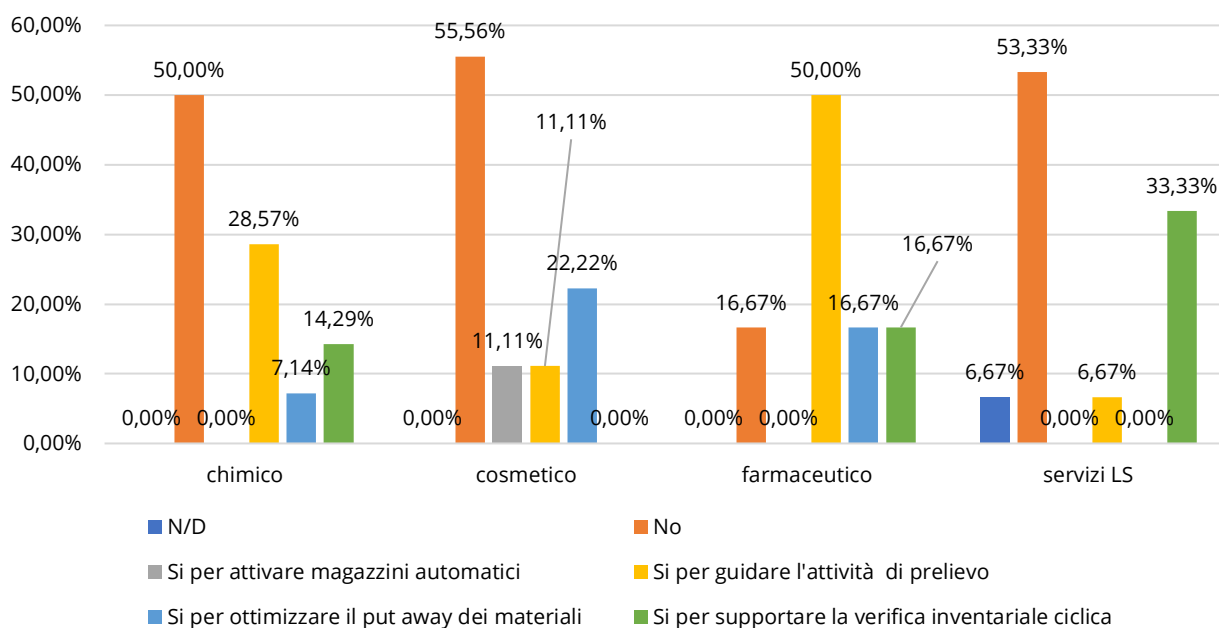


Grafico 3.3.4 - Uso delle applicazioni tipo Warehouse Management System (WMS)

Quali sono le risorse che vengono taggate all'interno dell'azienda? Com'è logico attendersi, le imprese dei servizi LS (circa il 20% del campione) tendono a non taggare i propri prodotti finiti (in quanto erogatrici di servizi e non venditrici di prodotti). Quelle della cosmetica hanno una preferenza per le scatole contenenti più prodotti, mentre quelle della chimica tendono a taggare o i singoli oggetti o le unità di carico. Infine, le imprese del farmaceutico taggano prevalentemente le unità di carico e, a seguire, le scatole.

Uno degli elementi che maggiormente ha attratto l'attenzione da parte dei vari stakeholders e, soprattutto, dei mass media, è quello dei macchinari che vengono usati in azienda. Industria 4.0 infatti, è spesso associata a investimenti in robot e macchinari che possano interagire sia con altre macchine che con l'uomo in modo molto più flessibile e automatico. Capire pertanto quali sono i macchinari presenti in azienda e come essi interagiscono è uno dei passi per monitorare l'efficientamento dei propri processi e identificare possibili aree di miglioramento e, pertanto, di investimenti futuri. Ovviamente, le aziende si dotano di più macchinari con funzionalità e gradi di interazione molto diversi. Trattandosi di aziende che hanno a che fare con composti chimici, farmaceutici e/o cosmetici, non ci stupisce che le aziende prese in esame si avvalgano principalmente di dispositivi di misura (75%), macchine utensili (52%) e sistemi di assemblaggio (32%). È interessante invece notare che ci sono ben 9 aziende che hanno acquistato e adottano robot. Si tratta di aziende più grandi, operanti principalmente nel segmento chimico e cosmetico.

La quasi totalità del campione non usa movimentatori automatici né all'interno dell'azienda né all'interno della fabbrica. Le eccezioni riguardano due aziende della cosmetica per quanto concerne i movimentatori automatici, e due aziende della chimica per i movimentatori all'interno della fabbrica. Il motivo principale per cui i movimentatori non sono considerati importanti è legato al fatto che i magazzini sono di dimensioni ristrette. Le due aziende cosmetiche sopracitate hanno movimentatori che si muovono lungo percorsi variabili e la cui 'intelligenza' è gestita a livello centralizzato.

Inoltre, nel 66% dei casi, la posizione delle persone non è mai registrata. Le eccezioni riguardano alcune aziende dove per accedere in determinate aree è richiesto l'utilizzo di badge.

Per quanto riguarda il sistema informativo, siamo andati a vedere se le aziende svolgono attività di monitoraggio. È interessante notare che la quasi totalità delle aziende mappa i processi perlopiù in digitale e registrando le varie attività di controllo e i relativi risultati.

Passiamo adesso a vedere nel dettaglio quali sono le attività cruciali delle aziende. Il 77% delle aziende svolge attività di progettazione prodotto (fanno eccezione alcune aziende della chimica), anche se spesso senza servirsi di procedure quali il *Product Lifecycle Management* e il *Product Data Management*. La progettazione di prodotto viene svolta prevalentemente (23 aziende) da un team multidisciplinare, a testimonianza del fatto che sono sempre più richieste competenze eterogenee e, conseguentemente, capacità di lavorare in team. Ancora maggiori sono i numeri circa le attività di ricerca e sviluppo, svolte internamente da ben il 95% del campione.

L'attività di manutenzione viene quasi sempre registrata, anche se a prevalere è la modalità cartacea, quasi sempre fatta sul momento (Grafico 3.3.5). Notiamo comunque che quasi la metà delle aziende effettua digitalmente, principalmente attraverso un operatore (17 aziende) e raramente in modo automatico (3 aziende). Il monitoraggio della manutenzione è molto importante in quanto il fermo macchina causa notevoli costi per le aziende. Essere pertanto in grado di effettuare una manutenzione

predittiva attraverso l'uso dei dati derivanti in real time dai macchinari è, al momento, appannaggio di poche realtà tra quelle intervistate.

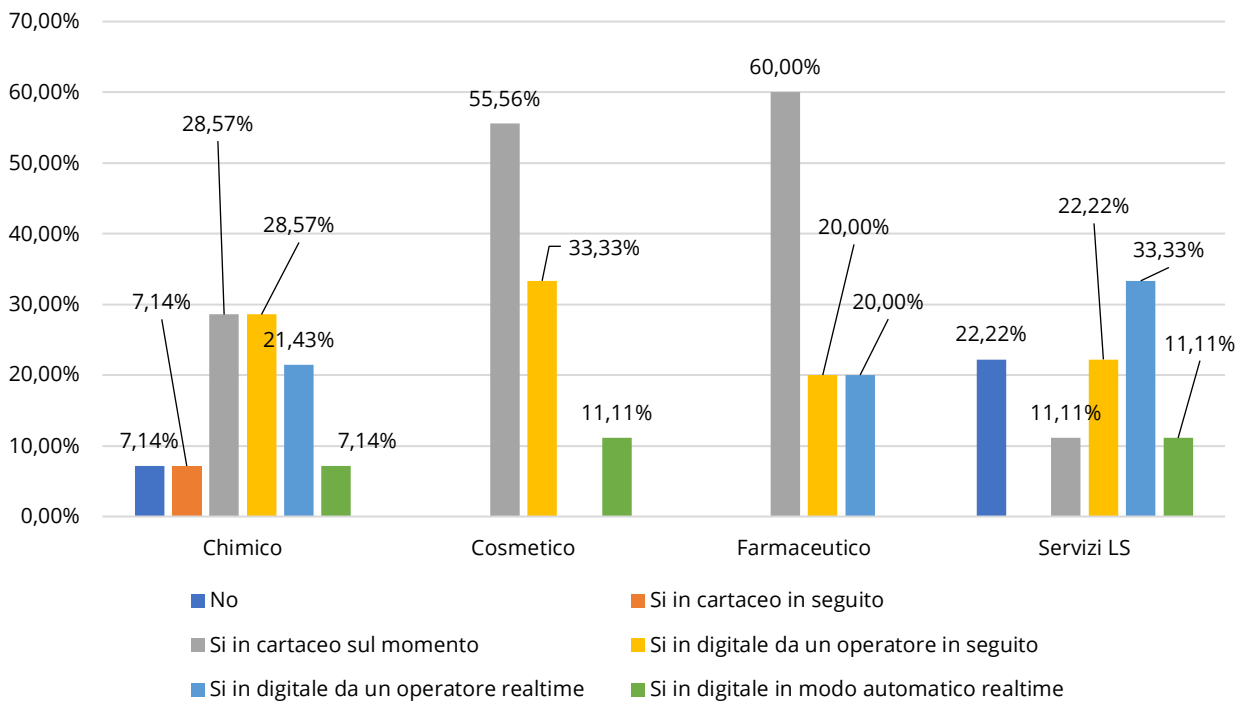


Grafico 3.3.5 - Attività di Manutenzione

Le aziende intervistate presentano un'attenzione particolare alle attività e ai risultati del controllo qualità che, ad eccezione di poche aziende del chimico, tendono ad essere registrati, soprattutto in digitale (Grafico 3.3.6).

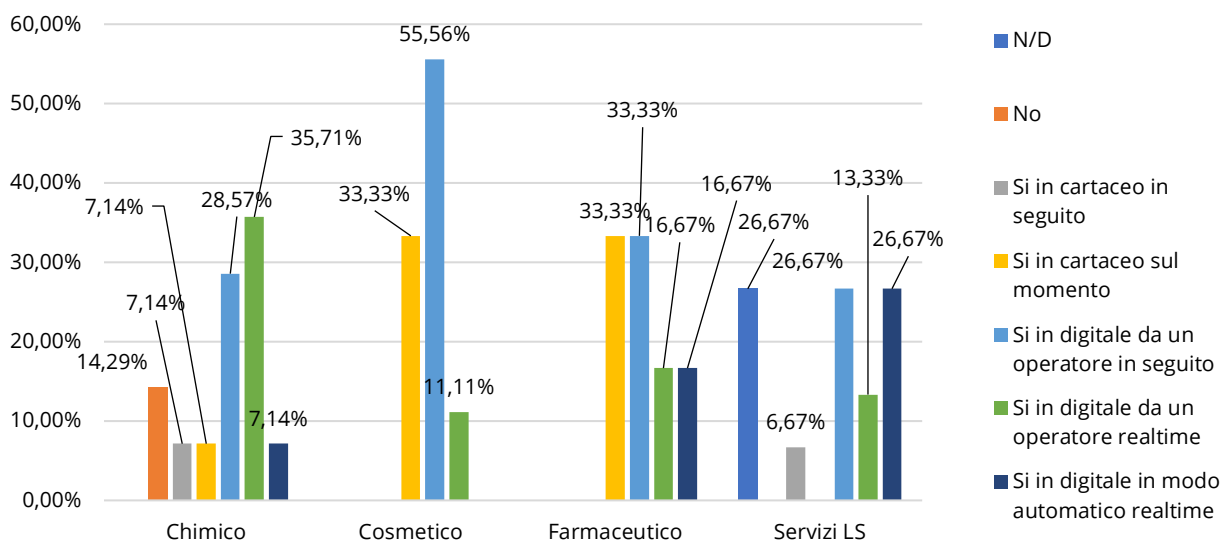


Grafico 3.3.6 - Registrazione delle attività e dei risultati del controllo qualità

Allarmante risulta invece la quasi inesistenza (80% degli intervistati) dell'integrazione tra macchine per lo scambio di dati sullo scheduling della produzione. Questo elemento che, come facilmente intuibile, rappresenta un ostacolo ad Industria 4.0, ci fa vedere come sia necessario per le imprese investire sulla connessione tra macchine diverse. Guardando i macchinari presenti all'interno delle aziende si notano spesso delle differenze tra macchinari altamente tecnologici e macchinari invece più obsoleti. La mancanza di integrazione tra macchine rende ovviamente necessario l'intervento degli operatori, con la conseguente perdita di efficienza che, se integrate, le macchine potrebbero portare all'azienda.

Infine, guardando all'uso dei sistemi di simulazione della produzione (Grafico 3.3.7), notiamo che, anche se il 39% dichiara di non usarli e il 32% non ha risposto alla domanda, abbiamo un'ampia eterogeneità soprattutto tra le aziende di servizi LS e una dicotomizzazione all'interno delle aziende cosmetiche che, se per il 56% non usano sistemi di misurazione, per il 44% tendono ad usarlo solo in fase di programmazione.

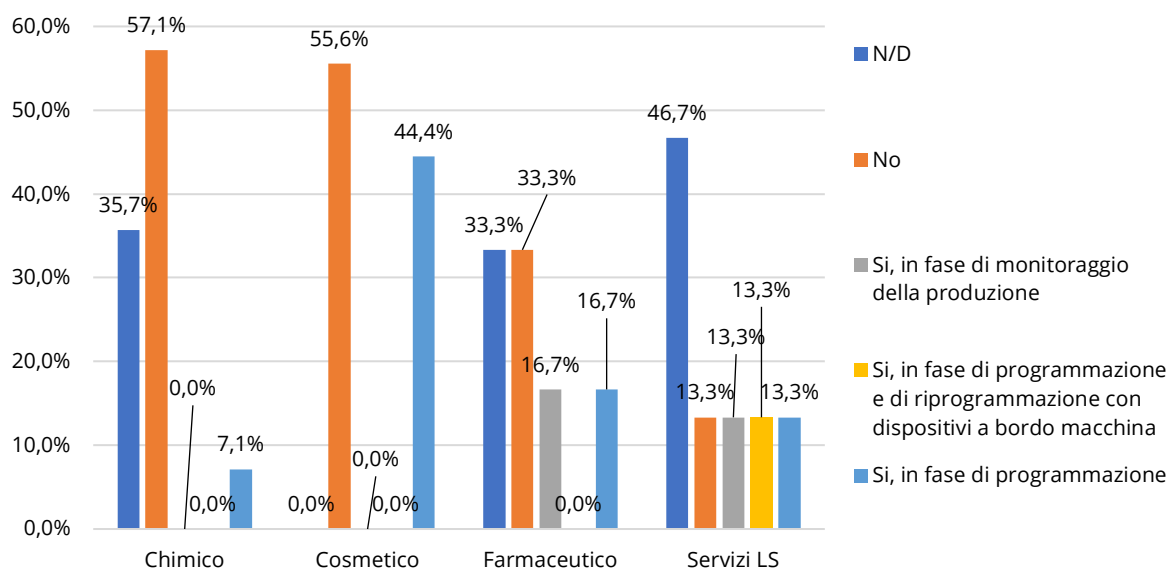


Grafico 3.3.7 - Uso dei sistemi di simulazione della produzione

3.3.2 Prime considerazioni di sintesi sull'evoluzione 4.0 nel settore chimico-farmaceutico in Toscana sulla base dei dati raccolti

Con riferimento al settore chimico-farmaceutico non è facile dare delle prime indicazioni di sintesi generali; probabilmente si potrebbe essere più efficaci raccontando singoli casi aziendali che, tuttavia, non permettono una lettura generale della sfida in corso. Quindi in questa sede ci limitiamo a delle prime considerazioni generali, anche grazie all'esito di un focus group svolto presso il soggetto gestore del distretto Life Science toscano (TLS), meritevoli di successivi approfondimenti.

Al momento segnaliamo quattro prime riflessioni generali che sembrano emergere da questo macro-settore:

- L'universo settoriale indagato è molto complesso e richiede ricette diverse a seconda del segmento prescelto (chimico e farmaceutico possono statisticamente stare nel medesimo macro settore, ma in realtà sono ambiti operativi molto distanti); ciò però sembra confermare la validità degli approcci di policy differenziati per specifici segmenti di mercato adottati dalla Regione Toscana (ad esempio aver distinto il distretto tecnologico Life Science dal Distretto tecnologico regionale che si occupa di chimica dei nuovi materiali). Quindi le differenze nella dotazione di risorse/competenze e nelle strategie adottate nel campione indagato riflettono senza dubbio queste specificità di ambiti competitivi che richiedono letture e ricette diverse di tipo *industry specific*.
- In alcuni casi l'evoluzione dei rapporti di filiera spiega come si stiano ricombinando e dividendo le attività della catena del valore. Ad esempio, nel mondo Life Science la rivoluzione biotecnologica avvenuta negli anni '90, anziché marginalizzare il ruolo delle start up accademiche e delle piccole imprese le ha rese un elemento cruciale dell'ecosistema di innovazione con una divisione del lavoro che si osserva dai dati riportati in questo rapporto. Alcune aziende manifatturiere toscane del Life Science possono permettersi maggiori debolezze in termini di sistemi informativi e cultura (soprattutto per alcune attività chiave di R&S) semplicemente perché le hanno "delegate" ad alcune micro-piccole imprese di servizi localizzate nel territorio toscano. La presenza di un ricco tessuto di medie-grandi imprese e di piccole imprese del terziario innovativo che si completano e si auto-rafforzano vicendevolmente sono alla base del successo dell'ecosistema regionale toscano del Life Science (Pucci, Zanni, Fiorini, 2018). Nel presidio e autoriproduzione di queste nicchie non è marginale il ruolo svolto dagli atenei toscani nella generazione di alcuni spin off accademici; il ruolo di queste start up accademiche non è tanto quello di generare grandi business in termini di fatturato o di addetti, ma di garantire il presidio di alcune nicchie di competenze necessarie per supportare la crescita del tessuto delle medie-grandi imprese (nazionali o internazionali), ovvero un tessuto di conoscenze locali coeso e ben connesso a network globali può essere alla base di performance

aziendali durature (cf. Pucci, Brumana, Minola e Zanni 2017). Talune differenze nella dotazione di risorse e competenze possono quindi essere spiegate da fattori *network specific*.

- Un terzo elemento che si osserva è che le aziende del settore sono molto deboli in termini di struttura organizzativa e appena sufficienti in termini di risorse, mentre performano meglio in termini di sistemi informativi e cultura. In alcuni casi ciò potrebbe dipendere dal fatto che la rivoluzione tecnologica 4.0 è ancora nei suoi primi stadi di sviluppo in alcuni segmenti di mercato (non solo in Toscana). Ad esempio, un'azienda robotica ubicata nell'incubatore TLS ha individuato un nuovo modello di linea produttiva interamente meccanizzata che può rivoluzionare le modalità di gestione della manifattura nel mondo Life Science (lo provano il fatturato in forte crescita e il numero di ordini che riceve da grandi multinazionali estere). Nell'immediato questo ha determinato un blocco degli investimenti tradizionali in linee di produzione, in attesa di verificare gli esiti di nuove soluzioni tecnologiche maggiormente competitive. In chiave temporale siamo quindi in una fase di trasformazione che evidenzia che le aziende "stanno alla finestra" o perché attendono di capire gli esiti di nuove innovazioni di processo, o perché stanno facendo delle scelte che ancora non si sono del tutto materializzate in nuovi processi produttivi o modelli organizzativi (quello che si è detto per i robot può valere anche per big data applicato alla mappatura di un genoma, o all'applicazione di sistemi di realtà virtuale al mondo Life Science). In una fase di questo tipo di classica "transizione tecnologica", dove domina l'incertezza, il problema è anche della natura delle risorse umane da utilizzare: magari si comprendono le sfide e le tecnologie rilevanti, ma ancora non è facile trovare le risorse umane adatte (ad es. *data scientist* specializzati nel mondo Life Science) per implementare nuove strategie 4.0. Nuovamente, a nostro avviso, il ruolo di presidio di alcuni attori intermedi (università e TLS) possono essere preziosi per "testare" nuove soluzioni (ad esempio, con "dimostratori tecnologici") o per aiutare le aziende a trovare nuove figure professionali (tramite ITS o corsi di laurea/dottorato specifici) su alcuni segmenti critici per la competitività del modello toscano. Lo scenario che emerge non permette quindi di definire una ricetta strategica valida per tutte le imprese del macro-settore indagato e, quindi, una diversa dotazione di risorse e competenze riflette delle decisioni strategiche che sono di natura *firm specific*.
- Infine, un primo cenno alle possibilità di modelli di *open innovation* o di *cross-fertilization* nel macro-settore indagato. Da quanto si è potuto cogliere nel focus group alcune aziende sono molto interessate ad apprendere nuove soluzioni tecnologiche, anche di frontiera, magari nate in altri ambiti settoriali. Questa azione di networking tra mondo degli incubatori (che hanno piattaforme tecnologiche ad hoc) e università (che hanno laboratori di ricerca propri) senza dubbio aiuta, ma non è agevole da portare avanti (spesso gli attori si sono incontrati per la prima volta e non avevano mai collaborato insieme); su questo dobbiamo ancora insistere, ovvero in Toscana abbiamo fatto

sicuramente qualcosa, ma ancora non è abbastanza per collegare i diversi attori dell'ecosistema innovativo. In secondo luogo anche informalmente dalla discussione sembrano emergere anche delle opportunità di fertilizzazione intersettoriali inaspettate: un'azienda chimica toscana ha acquistato un brevetto su un nuovo polimero e sarebbe interessata a verificarne l'applicabilità nel settore del *medical devices*, un'altra azienda che si occupa di tubazioni in plastica pare interessata a verificare le interazioni con nuovi modelli digitali di telecomunicazioni per monitoraggio da remoto, gran parte delle aziende coinvolte nel focus group erano interessate a visitare il laboratorio di realtà aumentata dell'Università di Siena. Primi incontri, primi dialoghi che possono portare grandi risultati se il mondo della ricerca saprà dare le risposte giuste nelle modalità e nei tempi richiesti dal mondo dell'industria. Al momento ciò si avverte a livello di singole imprese con caratteristiche di leadership, la sfida è di estenderlo a tutto il sistema industriale regionale e di ampliare questa azione di cross-fertilization (si pensi, ad esempio, alle potenziali sinergie tra mondo del *red biotech* e del *green biotech* ovvero di interazione sinergica tra filiera life science e filiera agroalimentare toscana). Per facilitare queste collaborazioni e relazioni intersettoriali contano sicuramente relazioni locali, ma anche sinergie tra territori regionali diversi (che, ad esempio, nel mondo Life Science presentano specializzazioni differenti), nonché collegamenti tra ecosistemi di innovazione locali con altri sistemi innovativi nazionali ed esteri: un'altra sfida di Industria 4.0 sarà quindi giocata attraverso la costruzione di un sistema multipolare dell'innovazione con l'adozione di strategie innovative di natura *cluster specific* in cui assume estrema importanza il ruolo di una politica sovra-ordinata regionale e nazionale.

3.4 Cartario

di Franco Failli (DICI - Università di Pisa) e Gionata Carmignani (DESTEC - Università di Pisa)

L'indagine del settore cartario ha riguardato 24 aziende e ha messo in evidenza una situazione caratterizzata da una diffusa omogeneità sotto diversi punti di vista.

Uno degli aspetti che vede abbastanza allineate tutte le aziende è la percentuale di utilizzo di supporti elettronici dell'informazione. I dati relativi all'utilizzo di tale approccio, fondamentale affinché sia possibile parlare di fase evolutiva verso Industria 4.0, sono riportati in Tabella 3.4.1.

	Digitale	Cartaceo	Assente
Tracciabilità	41,7%	25,0%	33,3%
Mappatura dei processi	33,3%	29,1%	37,5%
Manutenzione	45,8%	33,3%	20,8%
Registrazioni controllo qualità	41,7%	20,8%	37,5%

Tabella 3.4.1 – Ripartizione tra i due domini "Digitale" e "Cartaceo" relativamente alle attività di registrazione che più di altre incidono sulla capacità dell'azienda di garantire la conformità e il controllo della propria produzione.

Se la digitalizzazione, per quanto non minoritaria, non appare ancora ben diffusa nelle modalità operative delle aziende intervistate, è però rassicurante, riguardo alle loro capacità evolutive, la presenza al loro interno di una notevole attività di Ricerca e Sviluppo dichiarata dal 62,5% del campione, alla quale coerentemente si accompagna un 70% di aziende che al proprio interno porta avanti attività di progettazione. Tali importanti percentuali sembrano testimoniare la possibilità da parte delle aziende di provvedere grazie a capacità interne all'introduzione di quell'innovazione metodologica che è necessario intraprendere per portarsi all'interno del dominio di coloro che possano affermare di aver attuato compiutamente il paradigma di Industria 4.0.

Un'altra rilevazione che accomuna molte aziende tra quelle oggetto di indagine è l'utilizzo di applicazioni tipo *Warehouse Management System*, impiegate dal 58,3% del campione. Dato che apparentemente mal si accorda con quello del 100% di aziende che dichiarano di utilizzare tag identificativi per materiale circolante al proprio interno (1 azienda sul singolo oggetto, 6 aziende su scatole, 14 aziende su unità di carico come per esempio i classici pallet). Un così diffuso utilizzo di tag sul materiale circolante sembrerebbe indicare che i sistemi di movimentazione siano particolarmente automatizzati, ma così non è: la maggioranza assoluta delle aziende non fa uso di movimentatori automatici né in magazzino (79%) né all'interno della fabbrica (62%). Si tratta di una condizione sulla quale varrebbe la pena di indagare meglio, per capire quanto sia possibile pensare che la massiccia introduzione dei tag sia preliminare a un salto anche nell'altro settore dell'automazione della movimentazione.

Dal punto di vista dei macchinari presenti all'interno delle aziende di questo specifico settore merceologico la situazione è abbastanza rassicurante. Sono molte le aziende che dichiarano di utilizzare al proprio interno macchine utensili, che possiamo pensare come la base di partenza per una evoluzione verso Industria 4.0, e non mancano anche esempi di macchinari all'avanguardia come robot e carrelli automatizzati di tipo AGV (Automated Guided Vehicle). Si rimanda alla Tabella 4.6 per un approfondimento.

Un punto dolente emerso dall'indagine riguarda il livello di colloquio tra i macchinari utilizzati in azienda, in particolare per quanto riguarda lo scambio di dati sulla qualità dei prodotti e dei processi. Questo tipo di caratteristica, tipica di Industria 4.0 in quanto capace di incrementare il controllo sui processi produttivi e la prontezza di intervento su di essi (del macchinario stesso o di un operatore) è dichiarata come presente nei propri macchinari solo da 4 tra le aziende intervistate.

La percezione di un approccio ancora non ben transitato verso Industria 4.0, e per il quale appare necessaria una futura evoluzione, deriva anche dal dato riguardante l'utilizzo di strumenti di simulazione della produzione. È certamente vero che l'impiego di tale tipo di strumenti ha una utilità non uguale per tutte le aziende del campione, ma la sua presenza anche in questo caso solo in 4 delle aziende intervistate mostra che su questo aspetto c'è ancora da lavorare. È da notare come elemento di conferma della sinergia esistente tra elementi caratterizzanti l'approccio di Industria 4.0 che 2 delle 4 aziende che utilizzano la simulazione sono, non casualmente, tra le 4 che dichiarano di avere macchine in grado di scambiarsi dati sulla qualità.

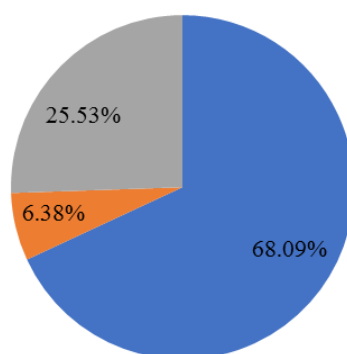
La situazione del settore cartario appare dunque in uno stato intermedio, non ancora appartenente in modo compiuto al futuro di Industria 4.0, ma certamente proiettata verso di esso.

3.5 Sistema casa

di Gianluca Murgia (DIISM - Università di Siena) e Marco Pranzo (DIISM - Università di Siena)

Le 47 imprese appartenenti al settore "Sistema casa" (Codice ATECO 31) sono complessivamente caratterizzate da un livello di maturità, in termini di Industria 4.0, inferiore a quelle degli altri settori analizzati nel report. Prima di analizzare in maniera specifica i diversi aspetti legati a Industria 4.0, è bene procedere a una breve descrizione delle caratteristiche generali di tali imprese.

La maggior parte delle imprese del settore "Sistema casa" operano per pezzi singoli (poco più del 65%) e, come evidenziato nel Grafico 3.5.1, lavorano su commessa. La maggior parte di esse opera su commesse singole, piuttosto che su commesse ripetute. Inoltre, poco meno dei due terzi delle imprese è caratterizzato da una produzione con bassi volumi e alta varietà dei prodotti. Quasi tutte le imprese intervistate svolgono internamente tutte le fasi della produzione, con l'esclusione del trasporto in ingresso e in uscita, che sono generalmente affidate a terzisti.



■ Su commesse singole ■ Per il magazzino ■ Su commesse ripetitive

Grafico 3.5.1 - Approccio alla produzione nelle imprese del settore "Sistema casa"

La diffusione di alcune pratiche manageriali, che possono facilitare l'implementazione efficace dell'approccio Industria 4.0, risulta ancora non estesa nelle imprese del settore "Sistema casa" analizzate. Appena il 40% di tali imprese ha formalizzato, almeno su carta, la mappatura dei propri processi, mentre poco più del 20% ha adottato un sistema di gestione ISO. Come evidenziato in Figura 3.5.2, quasi la metà delle imprese intervistate hanno implementato un software gestionale customizzato, mentre solo il 2% non ha implementato alcun software gestionale. Data la natura modulare dei software gestionali, molte imprese hanno implementato solo alcuni moduli, con una preponderanza dei moduli relativi alla gestione della contabilità generale ed analitica, delle vendite, degli approvvigionamenti e dei magazzini. E' importante osservare come, mediamente, circa il 90% dei moduli del software gestionale implementati siano poi effettivamente utilizzati dalle stesse imprese.

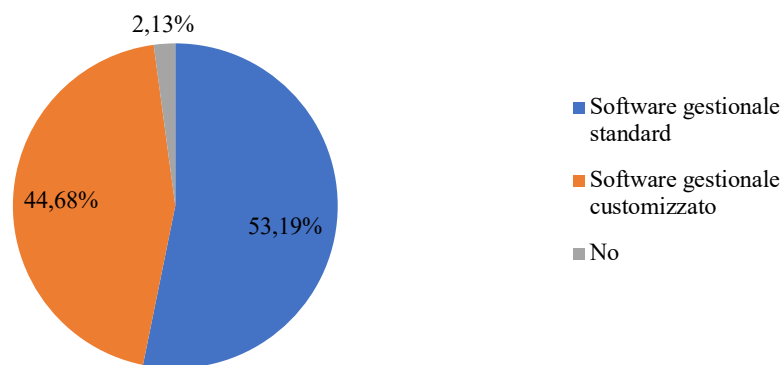


Grafico 3.5.2 - Diffusione di software gestionali nelle imprese del settore "Sistema casa"

Per quanto riguarda i macchinari utilizzati dall'impresa che possono facilitare l'implementazione efficace dell'approccio Industria 4.0, quasi il 90% delle imprese analizzate nel settore "Sistema casa" sono dotate di macchine utensili, quasi il 50% è dotato di sistemi di assemblaggio e di dispositivi di misura, mentre solo il 13% è dotato di robot e il 2% di *Automated Guided Vehicle* (AGV). Nessuna impresa è invece dotata di droni. Si rimanda alla Tabella 4.6 per un approfondimento.

In particolare, la scarsa adozione di AGV è motivata da una gestione dei magazzini prevalentemente manuale, anche a causa delle dimensioni ridotte dei locali utilizzati, e da una scarsa adozione di *Warehouse Management System* (WMS). Nello specifico, poco più di un terzo delle imprese analizzate utilizza un WMS e, fra queste, più della metà lo usa solamente per supportare la verifica inventariale ciclica.

Per quanto riguarda la scarsa adozione di robot, ciò può essere dovuta anche alla tipologia di attività operative svolte all'interno dell'azienda. Come evidenziato nel Grafico 3.5.3, oltre la metà delle imprese analizzate svolge attività artigianali, ma anche il 60% delle imprese che svolge attività ripetitive evidenzia la difficoltà di automatizzare le lavorazioni. In generale, meno del 45% delle imprese effettua attività lavorabili anche in modo automatico, a causa della delicatezza dei materiali lavorati e dell'alto livello di personalizzazione dei prodotti.

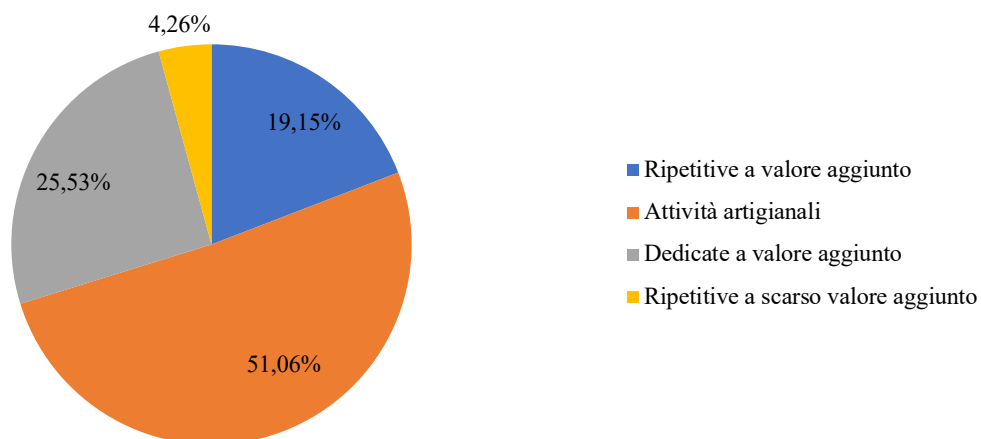


Grafico 3.5.3 - Tipologia di attività operative svolte nelle imprese del settore "Sistema casa"

Per quanto riguarda la tracciabilità delle varie lavorazioni e dei relativi lavorati, che rappresenta uno degli aspetti centrali dell'approccio Industria 4.0, le imprese analizzate nel settore "Sistema casa" sembrano adottare ancora un approccio tradizionale. Infatti, la tracciatura avviene prevalentemente a livello di lotto, piuttosto che di pezzo singolo (in poco più del 30% dei casi), attraverso tag di tipo passivo (in poco più del 60% dei casi) e con registrazioni delle attività non garantite (in quasi il 60% dei casi). Anche per quanto riguarda la tracciatura degli operatori all'interno della linea produttiva, è adottata da poco più del 6% delle imprese intervistate, limitatamente ad alcuni reparti o macchinari.

La scarsa tracciabilità delle lavorazioni e dell'avanzamento della produzione riduce anche la possibilità di adottare un approccio data-driven nella gestione operativa dell'impresa. Come evidenziato dal Grafico 3.5.4, solo nel 6% delle imprese analizzate i lavoratori prendono decisioni sulla base dell'analisi dei dati raccolti all'interno dell'azienda. In oltre il 30% dei casi, i lavoratori prendono decisioni sulla base di osservazioni personali, mentre nella maggior parte dei casi si limitano ad eseguire decisioni prese da altri.

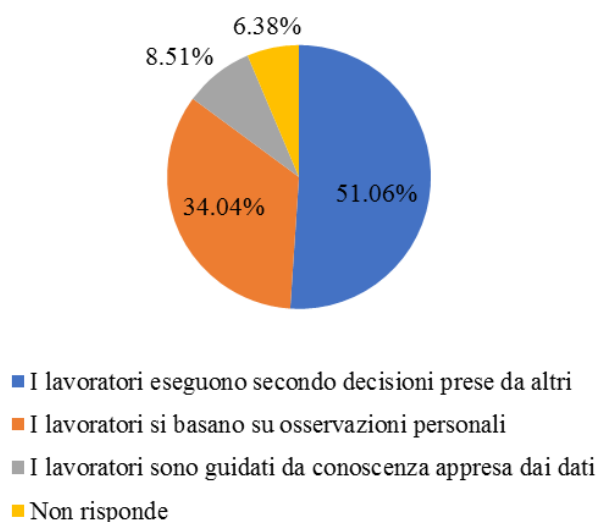
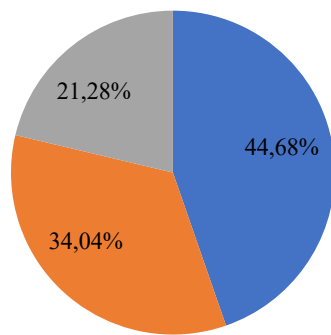


Grafico 3.5.4 - Diffusione dell'approccio data-driven a livello operativo nelle imprese del settore "Sistema casa"

Anche lo scambio di dati tra le macchine per definire lo scheduling della produzione è diffuso in poco più del 19% delle imprese, mentre solo un terzo delle imprese gestisce il ri-scheduling della produzione a breve termine in maniera computerizzata. Come evidenziato dal Grafico 3.5.5, solo nel 45% delle imprese analizzate le decisioni strategiche sono basate sull'analisi quantitativa dei dati raccolti all'interno dell'azienda. In oltre il 20% dei casi, tali decisioni non sono basate sui dati, mentre nei casi restanti le decisioni sono prese sulla base di dati non registrati.



- Decisioni sulla base di un'analisi quantitativa di dati registrati
- Decisioni sulla base della valutazione di dati non registrati
- Decisioni sulla base di una valutazione del contesto non basata su dati

Grafico 3.5.5 Diffusione dell'approccio data-driven a livello strategico nelle imprese del settore "Sistema casa"

La limitata diffusione di un approccio data-driven è legata non solo alla mancanza di dati relativi al tracciamento della produzione, ma anche all'inadeguata raccolta e conservazione di altri dati fondamentali relativi alla gestione aziendale. Meno del 75% delle imprese analizzate ha un archivio digitale degli approvvigionamenti, mentre poco più del 85% ha un archivio digitale delle vendite effettuate e poco meno del 50% ha un archivio digitale dei reclami dei clienti. Poco più del 17% delle imprese registra in un archivio digitale le attività e i risultati del controllo di qualità. La bassa percentuale di imprese che registra in un archivio digitale le attività di manutenzione (28%) fa sì che l'approccio a guasto sia ancora prevalente nella gestione della manutenzione dei macchinari. Un aspetto positivo riguarda la digitalizzazione dei prototipi, che è ormai presente in oltre il 60% delle imprese.

Alla luce dei risultati analizzati, si conferma che l'adozione delle tecnologie Industria 4.0 nel settore "Sistema casa" risulta piuttosto limitata ed è difficile immaginare un cambio di paradigma nel breve periodo. Il livello di maturità manageriale delle imprese del settore rende particolarmente difficile un'evoluzione in ottica Industria 4.0. Inoltre, le imprese del settore, a causa delle loro specifiche modalità produttive, sembrano attribuire un basso livello di urgenza alla transizione al nuovo paradigma. Tuttavia, questo atteggiamento potrebbe essere dovuto a una forma di miopia manageriale che potrebbe compromettere la sostenibilità del settore nel lungo periodo.

3.6 Nautica

di Franco Failli (DICI - Università di Pisa) e Gionata Carmignani (DESTEC - Università di Pisa)

L'indagine riguardante il settore Nautico (cantieri) ha coinvolto poche aziende resesi disponibili per la raccolta di dati. Sulla base delle informazioni raccolte dalle 4 realtà intervistate si può rilevare quanto segue (Tabella 3.6.1).

Il supporto digitale per la registrazione e l'utilizzo dei dati, fondamentale per una fase di sviluppo verso il paradigma 4.0, è utilizzato solo da un soggetto mentre gli altri laddove registrino informazioni utilizzano supporti di natura cartacea.

Le attività manutentive e di controllo qualità sono in un caso registrate in modo digitale.

Data la peculiarità del processo realizzativo non sussistono sistemi di movimentazione automatica e solo in un caso avviene la registrazione delle attività svolte dagli operatori. E in nessun caso sono previsti scambi di informazioni e dati tra gli impianti e i macchinari.

	Digitale	Cartaceo	N/D
Tracciabilità	1	1	2
Mappatura dei processi	2	0	2
Manutenzione	1	2	1
Registrazioni controllo qualità	1	2	1

Tabella 3.6.1 – Prime evidenze per il settore Nautico

A fronte di una insufficiente definizione, mappatura e digitalizzazione dei processi sussiste dall'altra parte una diffusa attività di progettazione e sviluppo interna e un elevato know-how tecnico riconosciuto leader a livello internazionale. Questo fa pensare che sussista un buon substrato di competenze su cui potrebbero essere introdotti abbastanza rapidamente elementi di innovazione gestionale, soprattutto legate alla pianificazione e al controllo avanzamento del processo realizzativo.

A tale scopo sono sollecitate, da parte dei soggetti preposti, azioni di supporto allo sviluppo di strumenti informatici di gestione che, date le peculiari caratteristiche dei processi coinvolti¹⁵, non appaiono facilmente reperibili sul mercato o mutuabili da settori merceologici anche apparentemente contigui.

La situazione del settore nautico appare dunque in uno stato iniziale rispetto al paradigma Industria 4.0, scontando l'inevitabile caratteristica "artigianale" dei suoi approcci che se dal punto di vista tecnico sono corretti e competitivi, dal punto di vista gestionale necessitano di un salto evolutivo importante.

¹⁵ Essenzialmente consistenti in: marcata e insostituibile matrice artigianale, elevato livello di cooperazione di soggetti aziendali diversi per competenze e modalità operative, necessità di gestire emergenze e cambiamenti repentini

3.7 Logistica

di Fabio Schoen (DINFO - Università degli Studi di Firenze) e Mattia Dimitri (DIEF - Università degli Studi di Firenze)

Le imprese del settore logistica intervistate sono in numero piuttosto limitato (10 in tutto); moltissime delle imprese presenti nel database si sono dichiarate non disponibili o, comunque, hanno preferito non rispondere al questionario, non avendo avviato alcun processo di innovazione in ottica Industria 4.0. In questo report quindi si mostreranno alcuni dati riassuntivi delle aziende intervistate, con la raccomandazione di non considerare questo campione come significativo dell'universo della logistica regionale, sia per la numerosità limitata, sia per l'eterogeneità delle aziende intervistate.

Le imprese appartenenti al settore Logistica sono caratterizzate da un livello di maturità, in termini di Industria 4.0, abbastanza simile a quelle degli altri settori analizzati nel report e, comunque, relativamente basso.

La quasi totalità delle aziende intervistate possiede scarsa conoscenza delle metodologie di planning, con l'unica eccezione dello Scheduling che risulta essere in genere conosciuto e, a volte, applicato; solo in alcuni dei pochi casi in cui viene applicato, la schedulazione è a capacità finita.

Per quanto riguarda le figure professionali recentemente assunte, la maggior parte delle aziende non dichiara assunzioni; solo poche dichiarano di aver assunto figure di Analista Dati, Ingegnere, Addetto alla Sicurezza Informatica. Tra le aziende intervistate, solo una minoranza (40%) definisce ed attua politiche di formazione delle competenze necessarie ai profili professionale di interesse. In particolare, tali politiche di formazione sono rivolte a profili di responsabile della base dati, responsabile della sicurezza informatica, analista dati, ingegneri (meccanici, gestionali, energetici) e programmatori. Queste sono anche le figure che le aziende intervistate hanno dichiarato di aver assunto recentemente.

Quasi tutte le imprese intervistate hanno implementato un software gestionale, nella metà dei casi sviluppato ad hoc, e nella restante metà standard (Grafico 3.7.1).

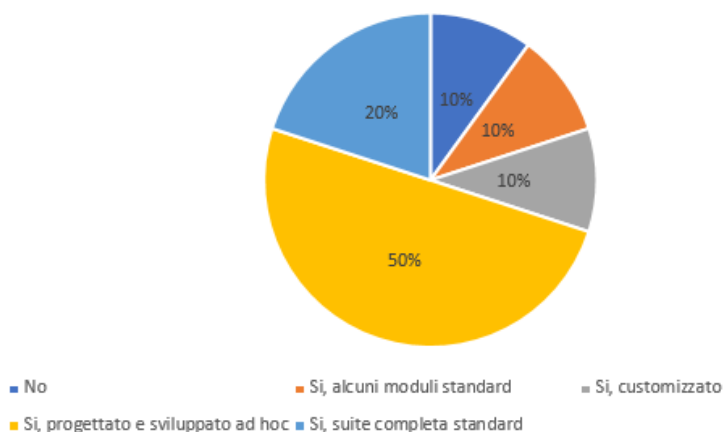


Grafico 3.7.1 - Utilizzo di un software gestionale

Data la natura modulare dei software gestionali, molte imprese hanno implementato solo alcuni moduli, con una preponderanza dei moduli relativi alla contabilità generale, contabilità analitica, analisi finanziaria e gestione dei magazzini, come si vede nel Grafico 3.7.2.

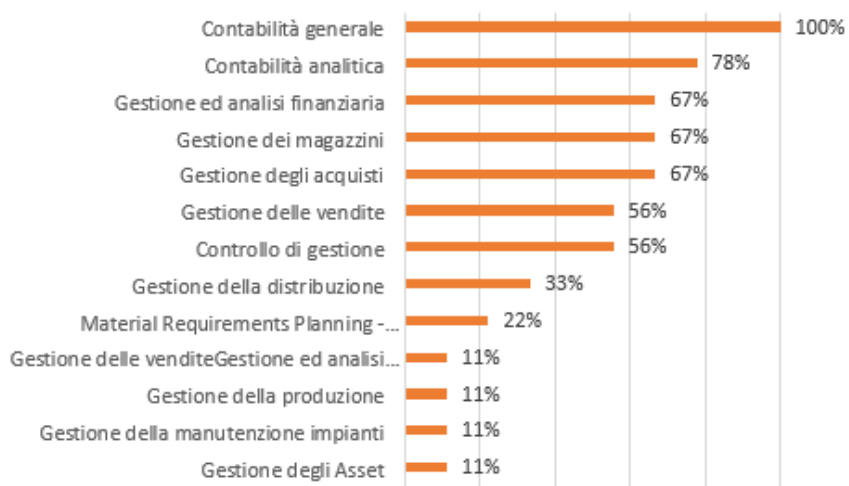


Grafico 3.7.2 - Moduli utilizzati effettivamente all'interno dell'azienda

La maggior parte delle aziende dichiara di conoscere ed attuare politiche di Risk Management, mentre solo alcune conoscono ed utilizzano moduli VMI o moduli CRM, come si vede nel Grafico 3.7.3.

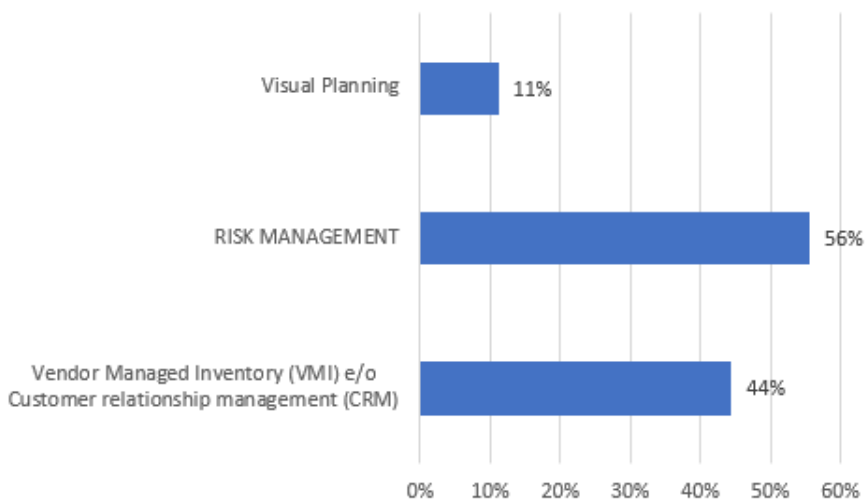


Grafico 3.7.3 - Metodologie di gestione conosciute ed applicate attualmente in azienda

Le attività operative svolte dalle persone sono in genere ad alto valore aggiunto, spesso ripetitive, in genere su pezzi piccoli o sempre diversi. La maggior parte delle aziende dichiara di non definire politiche di job rotation. A fronte di questo i lavoratori hanno reagito con difficoltà iniziali alle innovazioni tecnologiche introdotte in azienda. In questi casi in genere le aziende hanno reagito attuando specifici corsi di formazione per i lavoratori coinvolti

L'approccio data-driven risulta poco diffuso, come si vede nel Grafico 3.7.4.

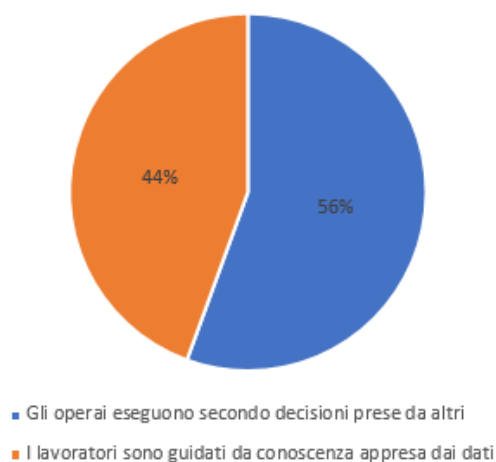


Grafico 3.7.4 - Diffusione dell'approccio data-driven

L'80% delle aziende definisce politiche di condivisione del know-how e, nel 20% dei casi in cui ciò non avviene, i dipendenti tuttavia comunicano e condividono il know-how relativo alla loro mansione. Con una sola eccezione, le aziende basano le proprie decisioni su dati registrati; nell'80% dei casi i lavoratori sono consapevoli dei vantaggi del sistema informativo aziendale.

Nel 50% dei casi le aziende non definiscono politiche di formazione per quanto riguarda le soft skills, sia per scarsa conoscenza del tema, sia perché lo ritengono poco rilevante. Alcune aziende invece definiscono tali politiche e le attuano o all'interno di un reparto, o tramite rotazione in reparti differenti. Il 70% delle aziende infine definisce politiche per la condivisione di informazioni operative tra operai ed impiegati in ufficio.

Per quanto riguarda la comunicazione tra operai e dipendenti di ufficio, come si vede dal Grafico 3.7.5, nella massima parte questa avviene a voce, anche se sono molto utilizzate la posta elettronica e la comunicazione via telefono.

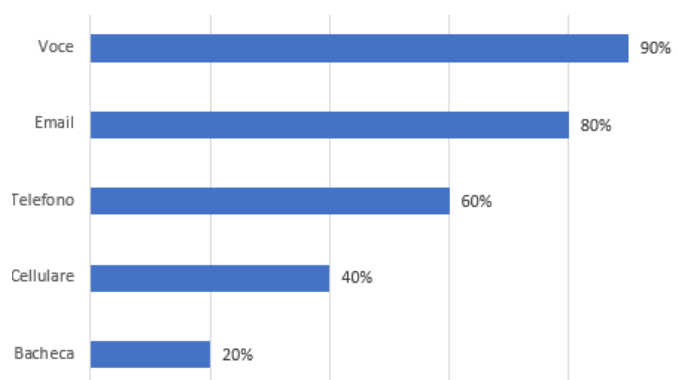


Grafico 3.7.5 - Sistemi di comunicazione adottati tra operai e dipendenti di ufficio

In sintesi, per quanto riguarda l'analisi dei questionari somministrati e le motivazioni legate alla non disponibilità delle aziende contattate, si evince, per il settore logistica, un livello di adesione al paradigma Industria 4.0 relativamente modesto. Il settore opera in modo tradizionale, poco strutturato, con informazioni solo parzialmente digitalizzate e raramente analizzate in modo sistematico. L'approccio data-driven risulta sostanzialmente poco attuato e la comunicazione avviene in modo informale e poco strutturato.

4. Analisi dei modelli di business e delle performance economiche

di Elena Casprini (DISAG - Università di Siena) e Lorenzo Zanni (DISAG - Università di Siena)

4.1 Introduzione

Il modello di business descrive, a caratteri generali, come l'azienda crea e cattura valore (Zott, Amit e Massa, 2011). Benché la letteratura manageriale abbia introdotto il termine già dagli anni '50, molte volte le aziende hanno difficoltà a descrivere il loro modello di business, spesso confondendolo con termini quali business plan o, ancora più semplicemente, mercato di riferimento. L'analisi condotta sul nostro campione ci mostra che ben il 32,54% delle imprese intervistate non conosce il termine *business model* e che, quando esso è conosciuto, è noto principalmente a livelli dirigenziali/gestionali. Guardando all'interno di ciascun settore (Grafico 4.1.1), notiamo che ben il 58% delle aziende del cartario non conoscono il termine business model, mentre quelle della nautica (rappresentate da sole 4 aziende) sono le più esperte.

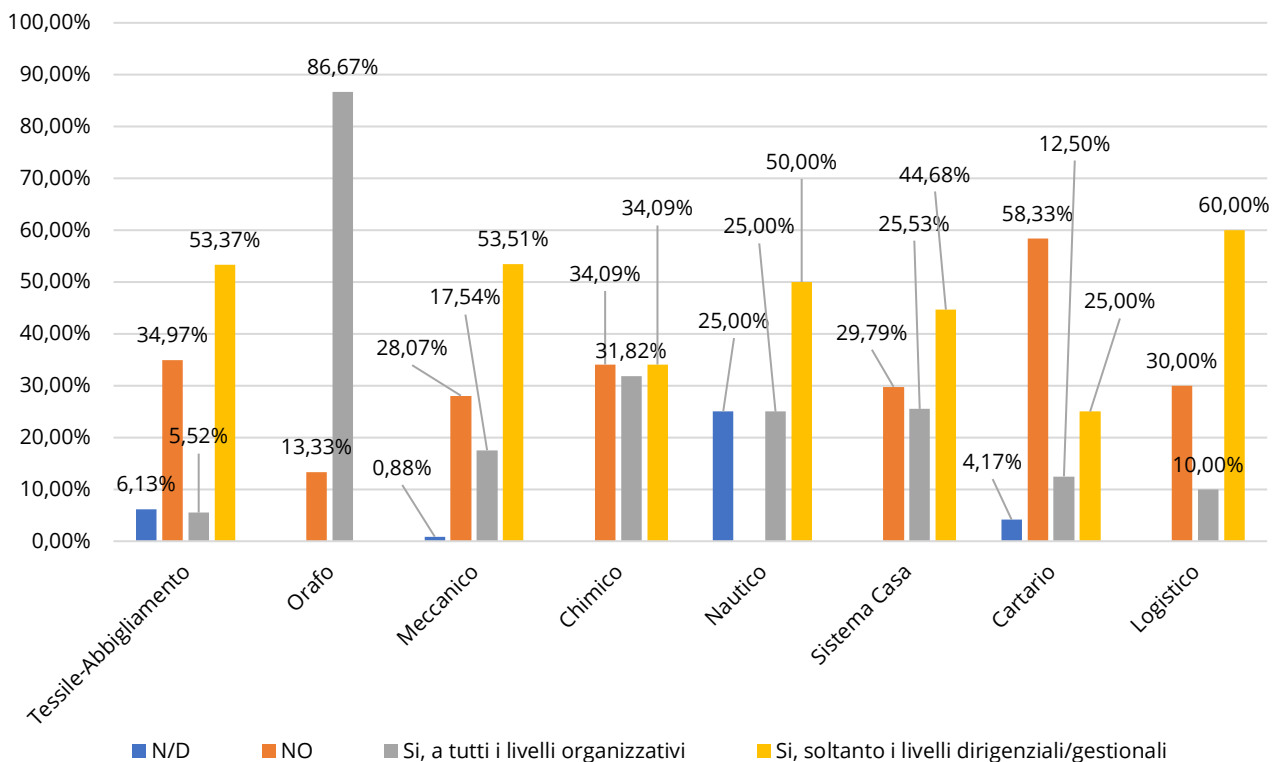


Grafico 4.1.1 - Conoscenza del termine "business model" (n =421)

Inoltre, anche nel caso in cui le aziende conoscano il termine, in un terzo dei casi esse non applicano metodologie né di definizione né di gestione del modello di business (Grafico 4.1.2). Tra quelli che le applicano, vi sono soprattutto le aziende orafe (100%), logistiche (71,43%), chimiche (68,97%) e

della meccanica (69, 14%). Tuttavia, sono in pochissime a usare uno strumento strutturato (quale il Business Model Canvas, come vedremo più avanti), mentre negli altri casi si ricorre a modi non strutturati anche se condivisi attraverso registrazioni cartacee o condivisione verbale.

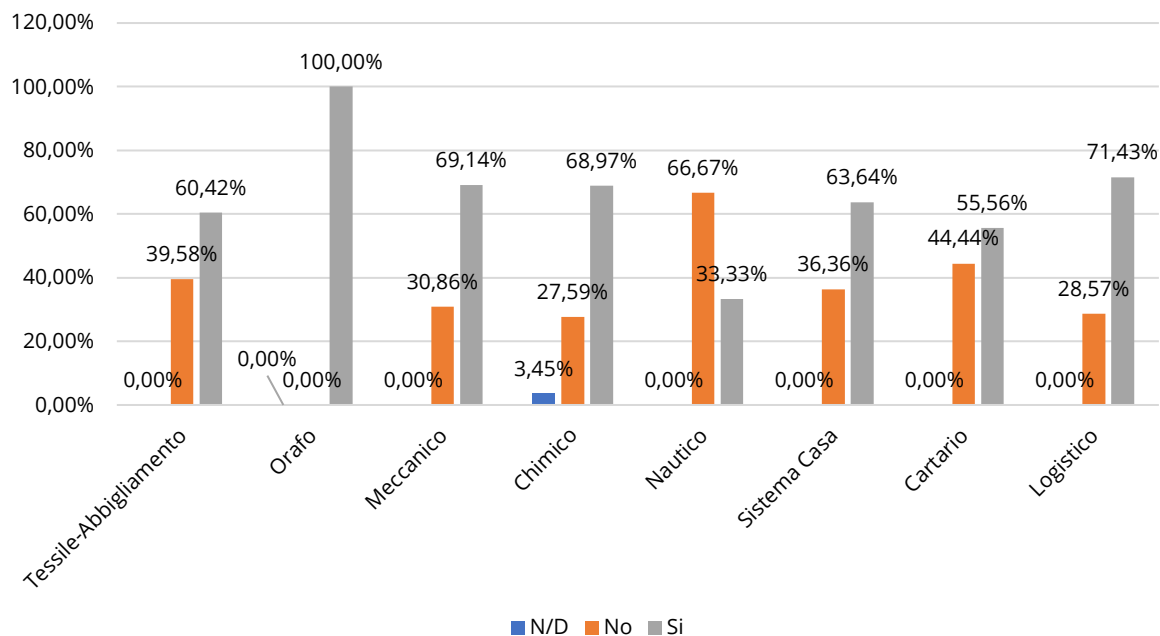


Grafico 4.1.2 – Applicazione di metodologie di definizione/gestione del termine “business model” (n =271)

Anche se non necessariamente consapevoli di averlo, tutte le aziende hanno un proprio modello di business. Infatti, il modello di business rappresenta la logica attraverso la quale ciascuna azienda riesce a creare per, trasferire a e appropriarsi del valore del cliente. Benché molte siano le definizioni proposte e gli elementi identificati in letteratura del modello di business, molti professionisti tendono ad adottare il cosiddetto *Business Model Canvas* (Osterwalder e Pigneur, 2010). Composto da nove elementi, tale modello rappresenta un modo strutturato di descrivere ciò che un’azienda fa e permette di distinguere modi diversi di creare e catturare valore partendo dalla stessa tecnologia. In altri termini, il Business Model Canvas aiuta le imprese a capire quali sono quegli ‘ingredienti’ attraverso i quali competono. Qui di seguito proponiamo una breve descrizione di sette dei nove componenti del Business Model Canvas (sono esclusi la struttura dei costi e quella dei ricavi) e mostriamo i risultati dell’analisi condotta sul nostro campione.

Prima di analizzare i vari componenti del modello di business, è però opportuno fare un breve cenno su obiettivi e strategie di sviluppo, due temi che sono ad essi strettamente collegati.

Le aziende intervistate tendono a definire -e anche codificare - i propri obiettivi (Grafico 4.1.3), soprattutto di medio periodo. Questi obiettivi sono definiti e formalizzati per lo più in digitale, ossia le aziende tendono a codificarli in documenti e presentazioni, e a mantenere una “memoria digitale”.

L'aspetto da evidenziare è quanto sia ancora rilevante, soprattutto in alcuni settori (nel tessile-abbigliamento, sistema casa, cartario, questi valori raggiungono e superino la metà degli intervistati), un sistema di direzione "intuitiva", ovvero un modello di gestione con obiettivi non sempre ben definiti oppure non ben formalizzati e comunicati solo oralmente.

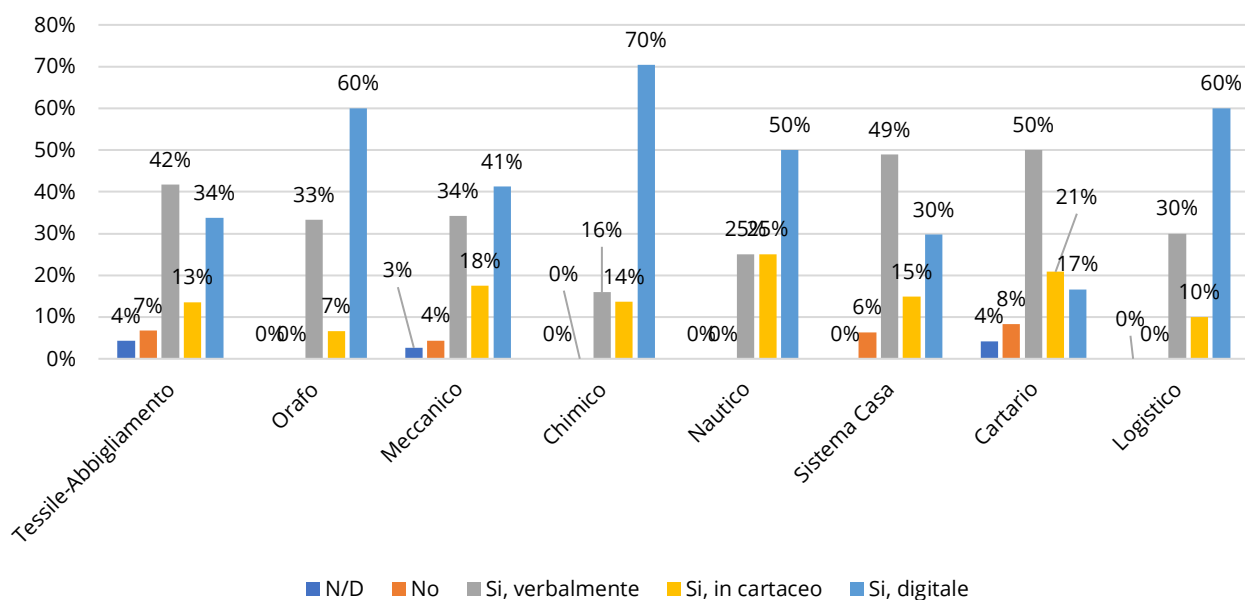


Grafico 4.1.3 - Definizione degli obiettivi

Ciò condiziona le strategie di sviluppo che nel 41% dei casi sono definite solo verbalmente; si presume che in tali imprese prevalga un approccio più "reattivo" e una logica di governo maggiormente operativa, piuttosto che una strategia di più lungo respiro e ben codificata. Un'eccezione è rappresentata dalle aziende del settore chimico che, invece, tendono a definire le strategie in modo digitale (Tabella 4.1.1).

Settore	N/D	No	Si, verbalmente	Si, in cartaceo	Si, digitale
Tessile-Abbigliamento	6%	7%	43%	10%	34%
Orafo	0%	0%	33%	7%	60%
Meccanico	1%	5%	41%	14%	39%
Chimico	0%	0%	20%	11%	68%
Nautico	0%	0%	50%	25%	25%
Sistema Casa	0%	15%	45%	13%	28%
Cartario	0%	8%	58%	13%	21%
Logistico	0%	0%	30%	20%	50%
Totale complessivo	2%	6%	41%	12%	38%

Tabella 4.1.1 - Strategie di sviluppo (valori %)

Da un punto di vista organizzativo, la quasi totalità delle imprese ha un sistema decisionale di tipo centralizzato (Tabella 4.1.2). Tale sistema è tipico delle imprese di piccole e medie dimensioni, spesso a governance familiare. Fanno eccezione le aziende della logistica dove il 20% ha un sistema decisionale decentralizzato. Non stupisce pertanto che la forma organizzativa dell'azienda predominante sia di tipo gerarchico (54%) e funzionale (29%).

Settore	Centralizzato	Decentralizzato
Tessile-Abbigliamento	98%	2%
Orafo	100%	0%
Meccanico	90%	10%
Chimico	95%	5%
Nautico	100%	0%
Sistema Casa	100%	0%
Cartario	100%	0%
Logistico	80%	20%
Totale	96%	4%

Tabella 4.1.2 – Sistema decisionale (valori %)

Il lavoro è principalmente svolto in team, mentre sono pochissime le realtà dove a prevalere è il lavoro individuale (Tabella 4.1.3).

Settore	N/D	Lavoro in team	Lavoro individuale	Misto
Tessile-Abbigliamento	0%	44%	7%	50%
Orafo	0%	80%	7%	13%
Meccanico	1%	61%	13%	25%
Chimico	0%	61%	2%	36%
Nautico	0%	75%	0%	25%
Sistema Casa	0%	49%	11%	40%
Cartario	0%	88%	0%	13%
Logistico	0%	50%	10%	40%
Totale	0%	55%	8%	37%

Tabella 4.1.3 – Divisione del lavoro (valori %)

4.2 Proposizione di valore

La proposizione di valore descrive ciò che l'azienda offre ai suoi clienti in termini di prodotto, servizio o una loro combinazione (Osterwalder e Pigneur, 2010). Trattandosi di aziende manifatturiere, il questionario somministrato ha principalmente distinto la proposizione di valore sulla base della tipologia di produzione (se pezzi singoli o lotti) e sul volume rispetto alla varietà del prodotto (se alti/bassi volumi e alta/bassa varietà).

I risultati dell'analisi mostrano che il 59,1% delle imprese produce per *lotti* mentre il 39,2% per *pezzi singoli*. Il restante 1,7% non dichiara (N/D). Tale valore aggregato è ovviamente influenzato dal settore a cui appartengono le aziende, come presentato nel grafico 4.2.1. Dal grafico si evince che il tessile-abbigliamento, l'orafo, il chimico, il cartario e il logistico prediligono una lavorazione per lotti, mentre il meccanico, il nautico e il sistema casa una produzione per pezzi singoli.

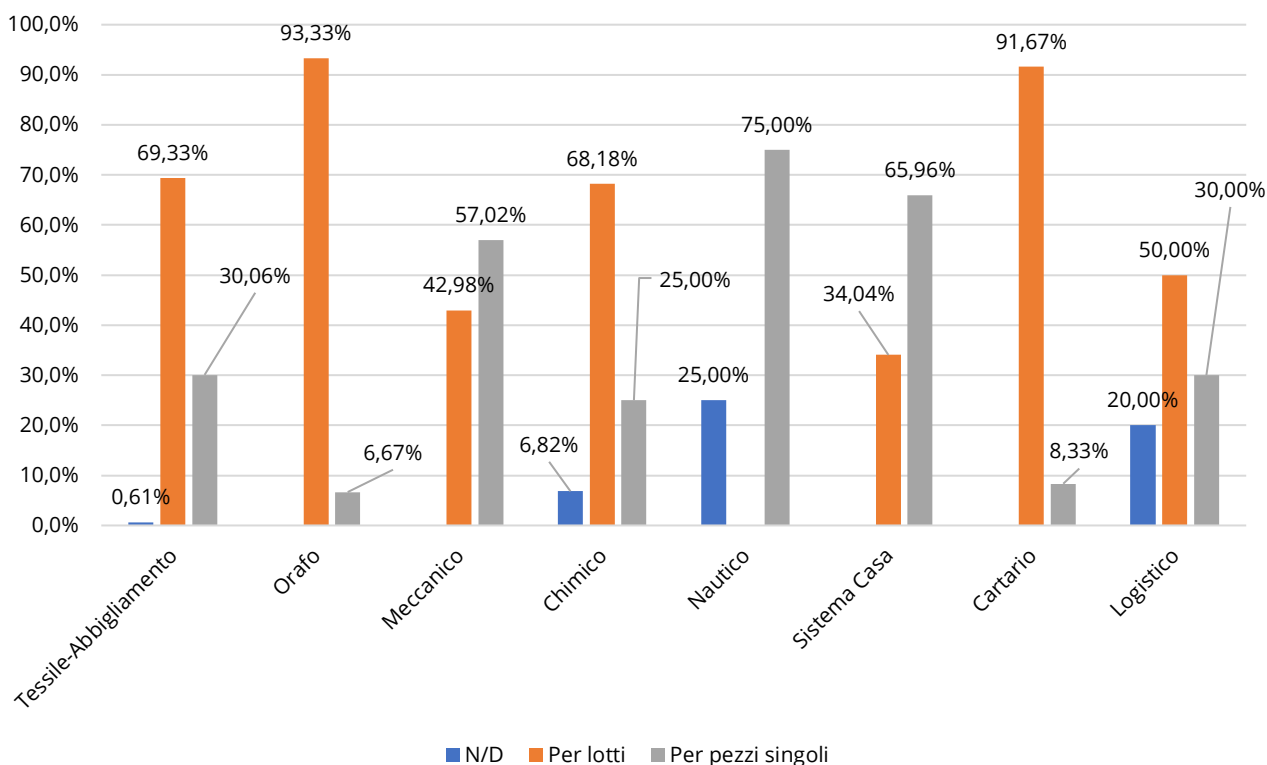


Grafico 4.2.1 - Tipo di produzione

È tuttavia interessante notare che, nel caso delle 249 aziende con una produzione per lotti (Grafico 4.2.2a), il 41,4% del campione presenta non soltanto alti volumi, ma anche alta varietà e, anche nel caso di bassi volumi, le aziende tendono ad avere un'ampia varietà. Si intuisce pertanto che i lotti siano di piccole dimensioni.

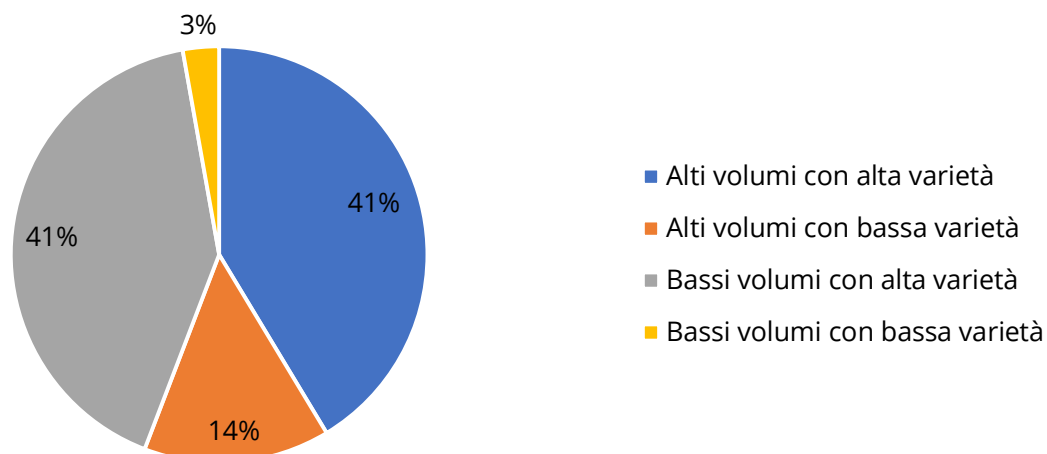


Grafico 4.2.2a - Volume/Varietà delle aziende che lavorano per lotti (n=249)

Nel caso invece delle aziende che producono per pezzi singoli (Grafico 4.2.2b) notiamo che ben il 70% produce bassi volumi con alta varietà, suggerendoci che molte aziende siano di stampo artigiano, mentre il solo 3% ha alti volumi e bassa varietà, ossia una produzione che possiamo definire “di massa”.

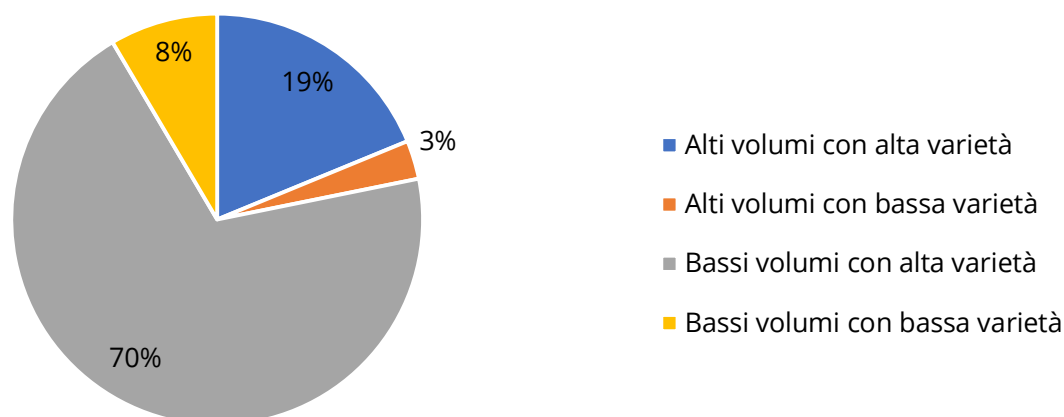


Grafico 4.2.2b - Volume/Varietà delle aziende che lavorano per pezzi singoli (n=165)

Andando a guardare il trend all'interno di ciascun settore (Grafico 4.2.3), notiamo che, con l'eccezione del cartario che presenta un rapporto volume/varietà molto eterogeneo, le aziende in esame tendono a dicotomizzarsi tra aziende che producono alti volumi ed alta varietà oppure aziende che producono bassi volumi ed alta varietà. In altri termini, l'alta varietà risulta essere fondamentale in ciascuno dei settori considerati evidenziando un generale sforzo da parte delle imprese intervistate di differenziazione della propria offerta per tenere conto delle diverse esigenze del mercato.

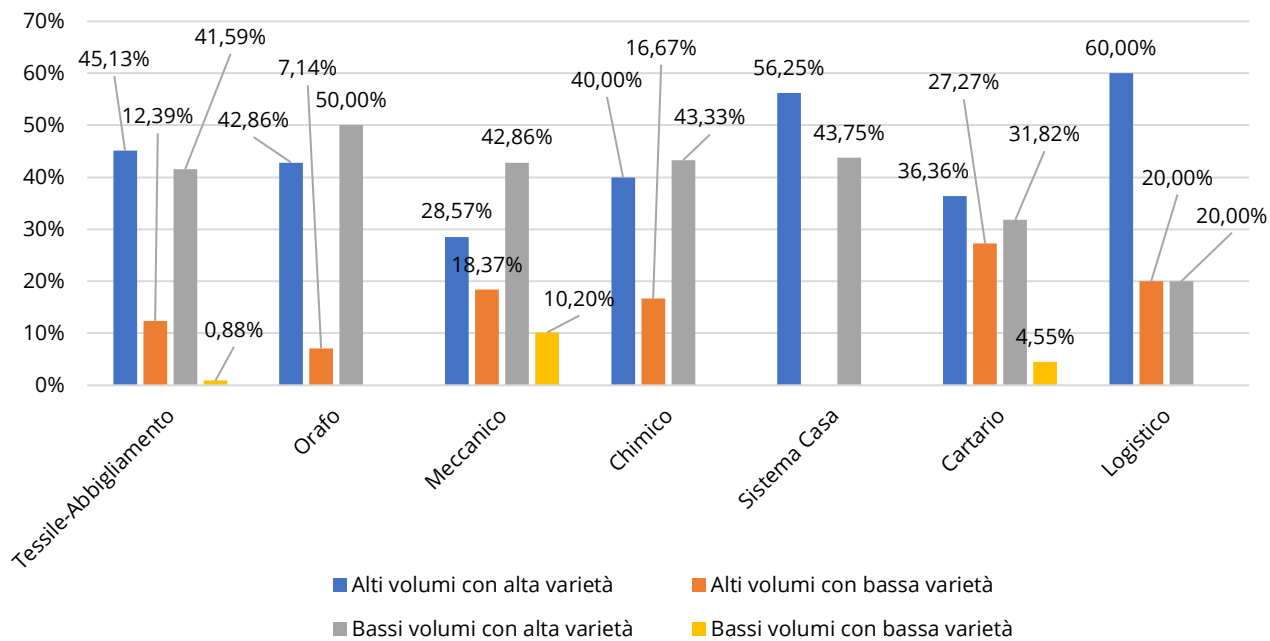


Grafico 4.2.3 - Volume/Varietà

4.3 Segmenti di clientela

La dimensione “segmenti di clientela” descrive chi sono i più importanti clienti delle imprese. Tali clienti possono essere rappresentati da due estremi. Da un lato troviamo un *mercato di massa*, caratterizzato da clienti che hanno gli stessi problemi e che pertanto non necessitano di prodotti e soluzioni continuamente diversi, mentre dall'altro da un *mercato di nicchia*, per il quale l'azienda deve sviluppare soluzioni (non solo prodotti, ma anche canali distributivi e relazioni) ad hoc da cliente in cliente (Osterwalder e Pigneur, 2010). Ci sono poi i *mercati segmentati* ove è possibile identificare gruppi di clienti con caratteristiche simili, i *mercati diversificati*, in cui l'impresa ha segmenti di clienti appartenenti a mercati diversi, i *mercati concentrati* (i cui clienti appartengono ad un solo segmento) e, infine, i cosiddetti *multi-sided markets* caratterizzati dal fatto che l'impresa serve due o più segmenti interdipendenti.

Il campione intervistato ci mostra (Grafico 4.3.1) come, principalmente, il mercato di riferimento sia un mercato di nicchia (167 aziende) e come a tale mercato si aggiungano anche altri mercati come quello segmentato (82 aziende) e di massa (63 aziende). Ciò è coerente con le prevalenti dimensioni piccole e medie delle aziende intervistate e con la specializzazione tipica del modello competitivo toscano.

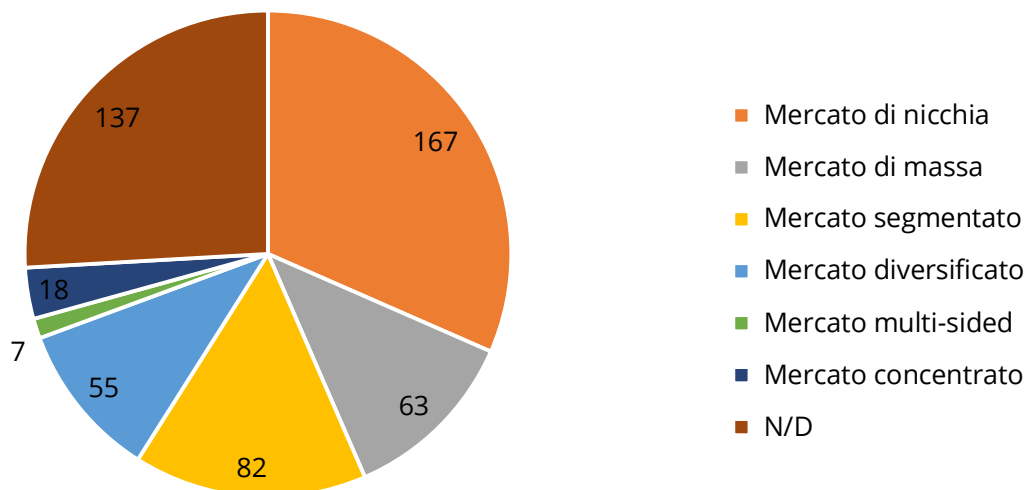


Grafico 4.3.1 - Mercati serviti (valori assoluti)

4.4 I canali di distribuzione

La dimensione dei canali di distribuzione si riferisce a come l'azienda si interfaccia coi clienti. In un'era in cui le nuove tecnologie permettono nuove forme di comunicazione (ad esempio attraverso i social media), ma anche nuovi canali distributivi, le imprese devono scegliere attentamente quali canali attivare per raggiungere il cliente (Osterwalder e Pigneur, 2010).

Il questionario non permette un'analisi accurata della distribuzione e pertanto abbiamo dovuto usare come proxy il trasporto in uscita. Le imprese analizzate tendono a gestire il loro trasporto in uscita attraverso terzisti poiché la maggior parte non ha le competenze necessarie (Tabella 4.4.1).

Settore	Eseguita internamente	Terzista	Se terzista: competenze necessarie presenti
Tessile-Abbigliamento	68	102	31
Orafo	7	12	4
Meccanico	42	73	22
Chimico	9	29	6
Nautico	1	2	0
Sistema Casa	18	26	9
Cartario	13	14	6
Logistico	2	8	3
Totale complessivo	160	266	81

Tabella 4.4.1 – Canali di distribuzione (valori assoluti)

4.5 Relazione coi clienti

La quarta dimensione concerne le relazioni con i clienti e pertanto va ad analizzare come ciascuna impresa si interfaccia col cliente. Siamo andati a vedere come le aziende gestiscono, per esempio, i reclami (Grafico 4.5.1). Ad eccezione del tessile-abbigliamento che lo considera come “poco rilevante” (48% del totale delle aziende del tessile-abbigliamento), la maggioranza delle aziende ha un archivio dei reclami in digitale o cartaceo da oltre 5 anni (77% delle aziende che hanno un archivio storico dei reclami).

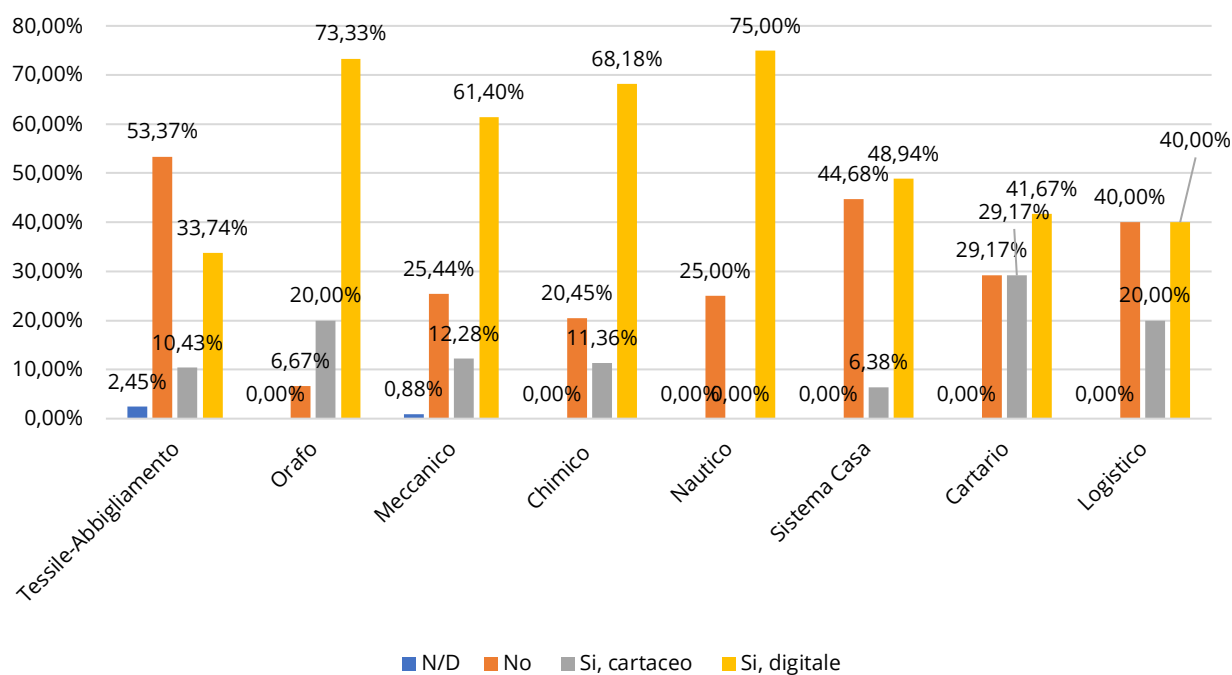


Grafico 4.5.1 - Archivio dei reclami

Inoltre, tra le imprese che hanno un archivio dei reclami, questo viene analizzato da un operatore a cadenze programmatiche (Tabella 4.5.1). Questi risultati suggeriscono che esiste un gruppo di aziende che pone molta attenzione alla soddisfazione del cliente.

Modalità di anali dei reclami	Meno di un anno	Da un anno a 3 anni	Da 3 anni a 5 anni	Oltre 5 anni
Da un calcolatore a cadenze programmate			1	8
Da un operatore a cadenze programmate	4	12	22	116
In real-time da un operatore addetto	1	2	5	31
In real-time in modo automatico				29
No		1	6	14
Totale complessivo	5	15	34	198

Tabella 4.5.1 - Analisi dei reclami (valori assoluti: n=252)

Nella maggior parte dei casi, ad eccezione del cartario, esiste la possibilità di reperire feedback dai clienti (Tabella 4.5.2).

Settore	N/D	No	Si
Tessile-Abbigliamento	39%	30%	31%
Orafo	7%	13%	80%
Meccanico	11%	24%	66%
Chimico	9%	14%	77%
Nautico	25%	0%	75%
Sistema Casa	6%	23%	70%
Cartario	29%	38%	33%
Logistico	20%	40%	40%
Totale complessivo	22%	26%	52%

Tabella 4.5.2 - Possibilità di reperire feedback dai clienti (valori %)

4.6 Risorse chiave

La quinta dimensione guarda alle risorse chiave dell'impresa. Ciascuna impresa possiede risorse tangibili, quali macchinari, utensili, risorse finanziarie, e risorse intangibili, come il proprio marchio e le risorse umane. Per quanto riguarda le risorse umane, nel capitolo 3 si è fatto un approfondimento su quelle che sono le competenze del settore, andando ad analizzare, per esempio, i profili professionali assunti negli ultimi 3 anni.

Per quanto riguarda le risorse tangibili, abbiamo distinto tra macchine utensili, dispositivi di misura, sistemi di assemblaggio, robot, veicoli autonomi, droni, altro. Come riportato in Tabella 4.6.1, la maggior parte delle imprese è dotata di macchine utensili. È interessante notare che ben 47 aziende (su un totale di 421) abbiano un robot e che, la maggior parte di esse, sia nel settore meccanico. Per un'analisi più approfondita sulla dotazione e utilizzo dei macchinari si rinvia alla sezione 3.

Settore	Macchina utensile	Dispositivi di misura	Sistemi di assemblaggio	Robot	Droni	AGV	Altro
Tessile-Abbigliamento	135	54	41	6	0	0	32
Orafo	15	6	12	1	0	0	11
Meccanico	97	68	25	21	1	1	24
Chimico	23	33	14	9	1	0	19
Nautico	2	0	1	0	0	0	1
Sistema Casa	41	23	21	6	0	1	6
Cartario	20	5	6	4	0	1	7
Logistico	0	3	1	0	0	0	7
Totale complessivo	333	192	121	47	2	3	107

Tabella 4.6.1 – Dotazione di macchinari (valori assoluti)

4.7 Attività chiave

Per quanto concerne le attività chiave ne abbiamo analizzate alcune che potevano essere ricavate dal questionario impiegato e che interessano più funzioni aziendali.

La prima attività si riferisce al fatto che le imprese effettuino una mappatura dei processi. Un'analisi più approfondita del suo ruolo anche in rapporto all'utilizzo dei macchinari è stata già effettuata all'interno della sezione 3, ma nel Grafico 4.7.1 riportiamo una *overview* dei vari settori. In uno scenario di crescente digitalizzazione la mappatura dei processi aziendali assume una valenza critica che non riguarda solo la funzione di produzione, ma investe tutta l'impresa: fa quindi riflettere come in alcuni settori questa non sia sempre svolta oppure venga eseguita con un basso livello di formalizzazione.

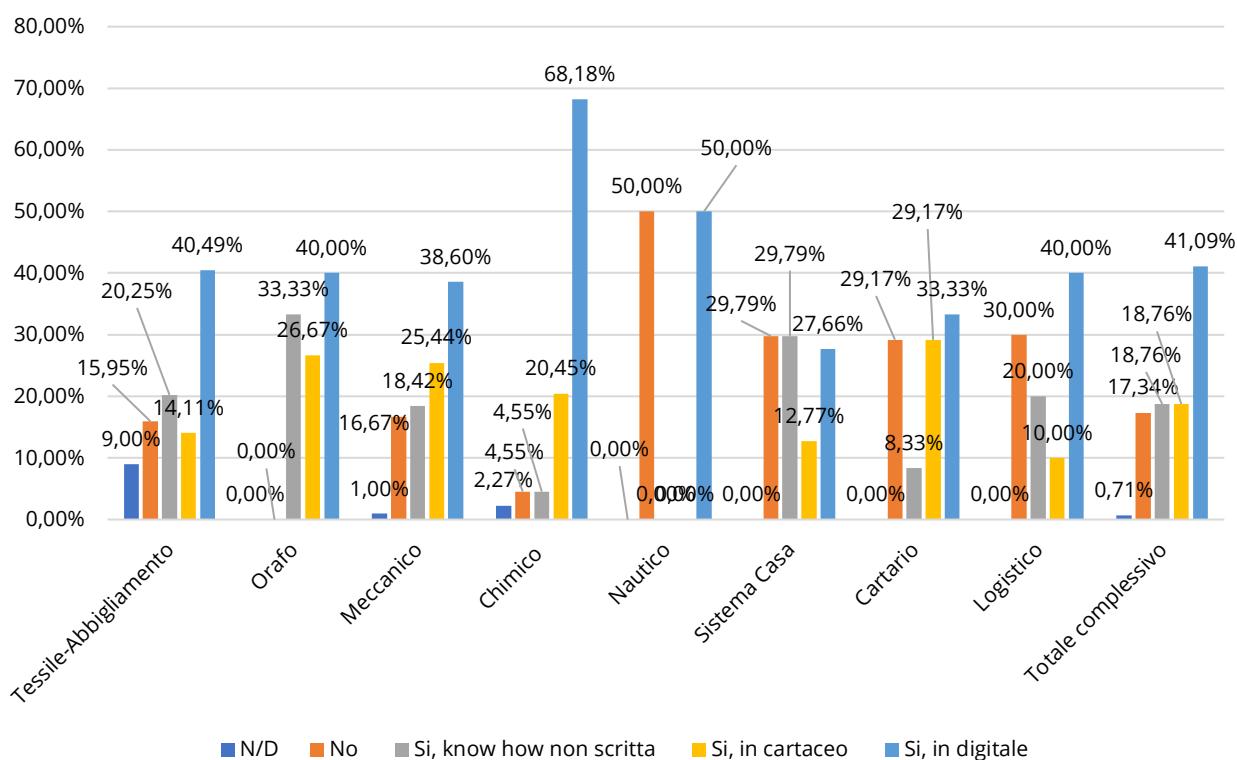


Grafico 4.7.1 - Mappatura dei processi (valori %)

Una seconda attività chiave è quella della ricerca e sviluppo (R&S). Il 69% del campione effettua attività di R&D, anche se troviamo molta eterogeneità tra i settori (Grafico 4.7.2). Come si può evincere dal grafico qui sotto riportato, vi sono settori come quello logistico dove la R&S non viene quasi effettuata e altri, come quello del tessile-abbigliamento e del sistema casa, dove una grande percentuale del campione non effettua R&S. La motivazione risiede nel fatto che le imprese ritengono la ricerca non necessaria in quanto eseguita da soggetti a monte della supply chain, soprattutto nel settore del tessile-

abbigliamento. Nel caso del sistema casa invece, alcune delle aziende affermano che l'attività viene svolta esternamente.

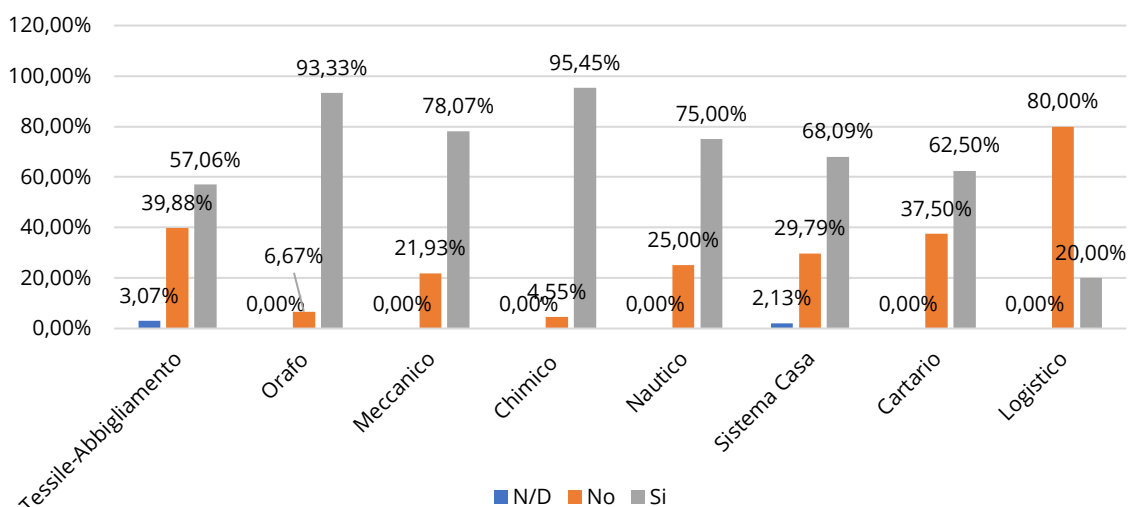


Grafico 4.7.2 - Attività di R&D

Quando invece l'attività di R&S è effettuata dalle aziende, essa è affidata principalmente ad un team multidisciplinare (Grafico 4.7.3).

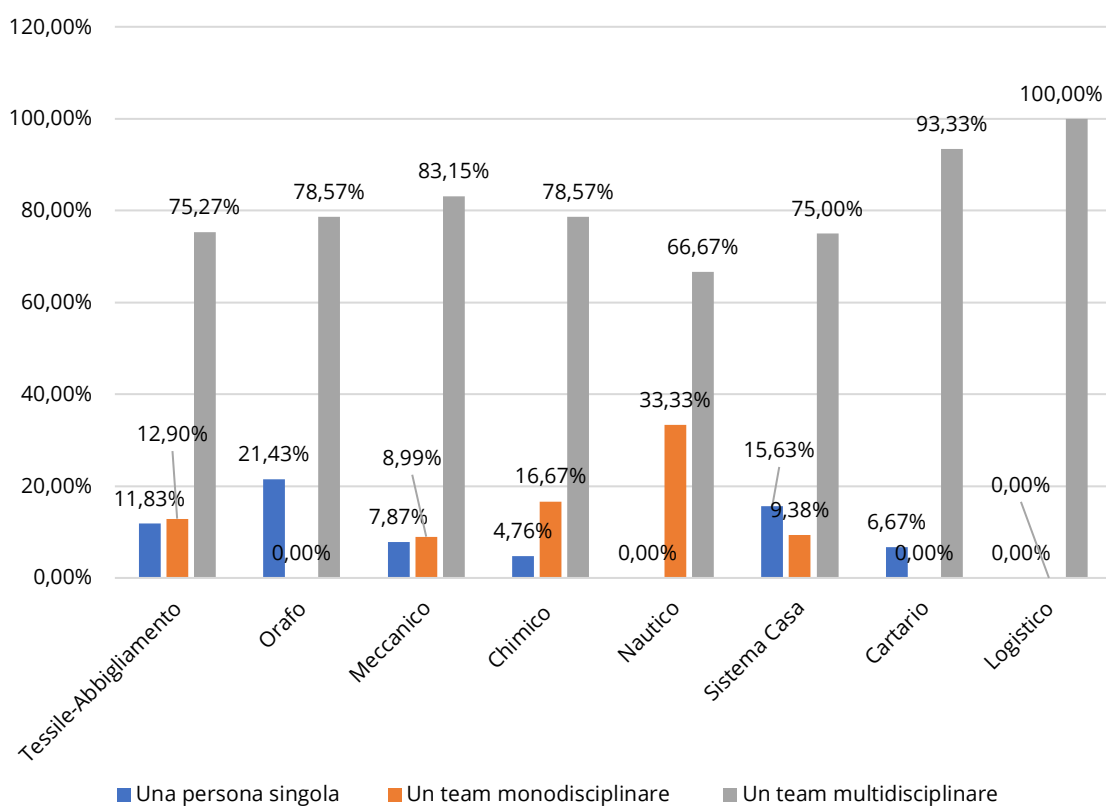


Grafico 4.7.3 - Da chi è svolta l'attività di R&D (n=290)

Abbiamo inoltre investigato se le imprese effettuano ricerca e sviluppo in ottica di *open innovation*. Anche se il questionario non distingue in termini di processo *outbound*, *inbound* e/o *coupled* (Enkel, Gassmann e Chesbrough, 2009), vediamo che in settori quali il chimico, l'orafo e metà delle aziende della nautica adottano una strategia di *open innovation*, mentre ci sono alcuni settori, quali il tessile-abbigliamento e il cartario, che non lo reputano rilevante.

Settore	N/D	No, anche se necessaria	No, perché ritenuta non necessaria	Si
Tessile-Abbigliamento	4,29%	18,40%	45,40%	31,90%
Orafo	0,00%	0,00%	20,00%	80,00%
Meccanico	2,63%	20,18%	28,95%	48,25%
Chimico	2,27%	13,64%	15,91%	68,18%
Nautico	0,00%	25,00%	25,00%	50,00%
Sistema Casa	2,13%	21,28%	38,30%	38,30%
Cartario	0,00%	16,67%	70,83%	12,50%
Logistico	0,00%	20,00%	40,00%	40,00%
Totale complessivo	2,85%	18,05%	37,29%	41,81%

Tabella 4.7.1 – Adozione di strategie di Open Innovation (valori %)

Al contrario, le imprese investigate considerano alcune attività legate al marketing non cruciali. Infatti, la maggior parte di esse non ha un archivio storico delle attività svolte connesse alle attività di marketing (Grafico 4.7.4). Due importanti eccezioni sono fatte dal settore chimico (dove il 61% delle imprese ha un archivio digitale) e dall'orafo (67%). Preoccupante è l'assenza di un archivio marketing nei settori del cartario, logistico e tessile-abbigliamento, dove rispettivamente non lo possiedono ben il 75%, 70% e il 69%; tra le motivazioni vi è quella che è un'attività non presente e di bassa rilevanza per il mercato di riferimento. Questo ci suggerisce che alcune delle imprese considerate non si rivolgano direttamente al consumatore finale, ma siano fornitori per clienti industriali (magari anche concentrati nel numero), oppure siano collocati in stadi della filiera comunque distanti dal mercato finale che gli impedisce di raccogliere talune informazioni ad alto contenuto strategico, oppure che lo scarso livello di formalizzazione delle procedure non riguarda solo la produzione ma investe anche l'area commerciale e di vendita.

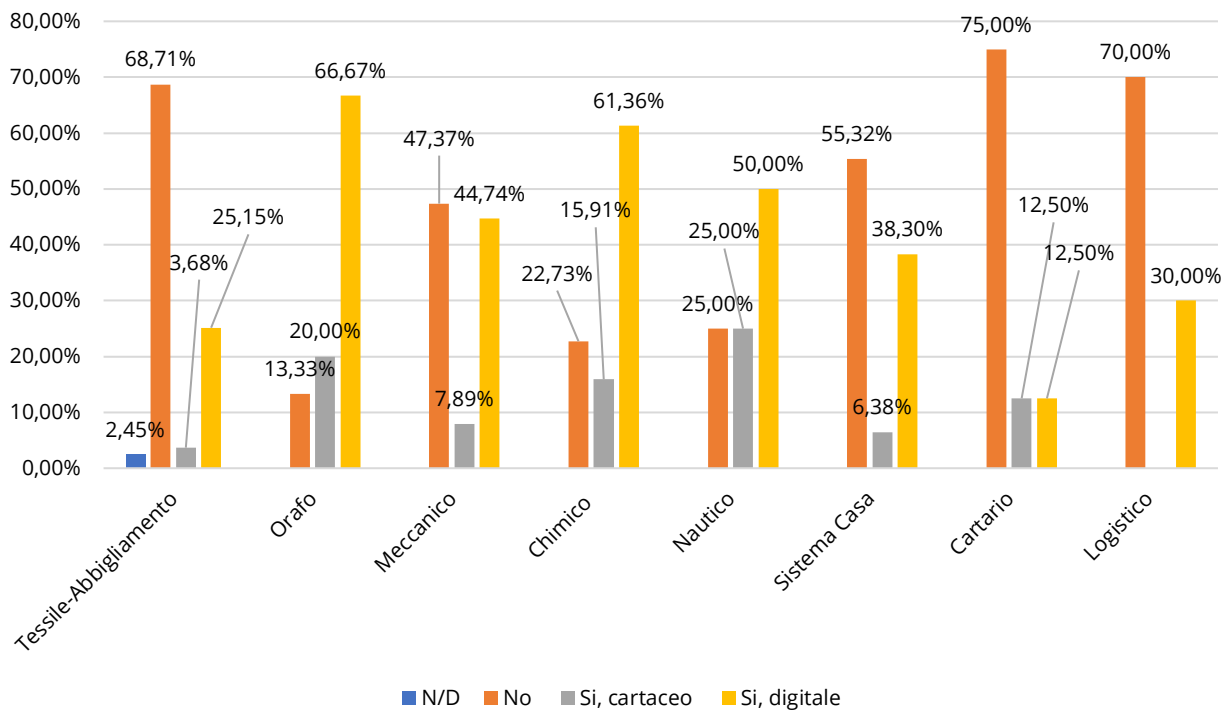


Gráfico 4.7.4 - Presenza di un archivio storico delle Attività di Marketing

4.8 Partner chiave

Per quanto concerne i Partner Chiave, il 41% delle imprese ha rapporti di collaborazione tra i vari soggetti della supply chain, il 39% collabora tra singoli soggetti, mentre quasi un quinto del campione non ne ha o non lo dichiara (Grafico 4.8.1), ovvero si tratta di attori presumibilmente “isolati” nei network interaziendali.

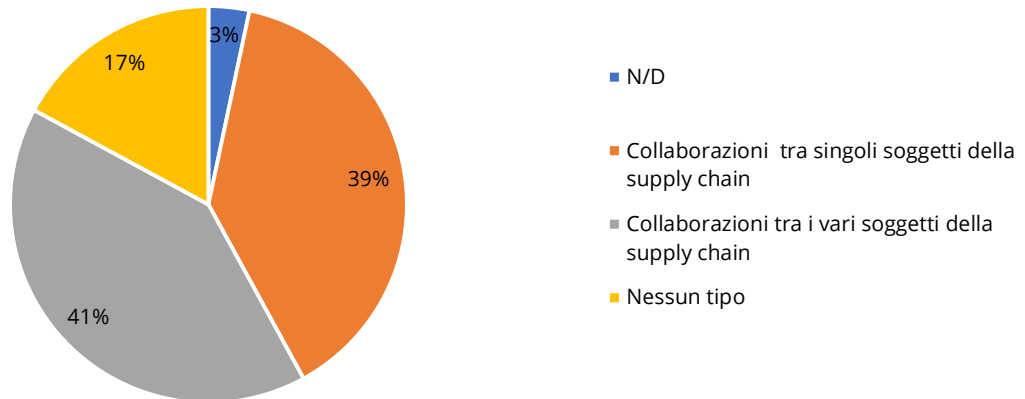


Grafico 4.8.1 - Rapporti di collaborazione

Andando a vedere nel dettaglio con quali attori le nostre imprese collaborano, possiamo vedere che le imprese collaborano maggiormente coi loro fornitori di materie prime e componenti, coi fornitori di tecnologie e con le imprese dello stesso settore (Grafico 4.8.2). Prevalgono le relazioni verticali lungo la filiera a monte e a valle, rispetto alle relazioni orizzontali (con altre imprese); tra i partner scelti circa il 20% degli attori intervistati segnala rapporti di collaborazione con il mondo della ricerca (università e laboratori).

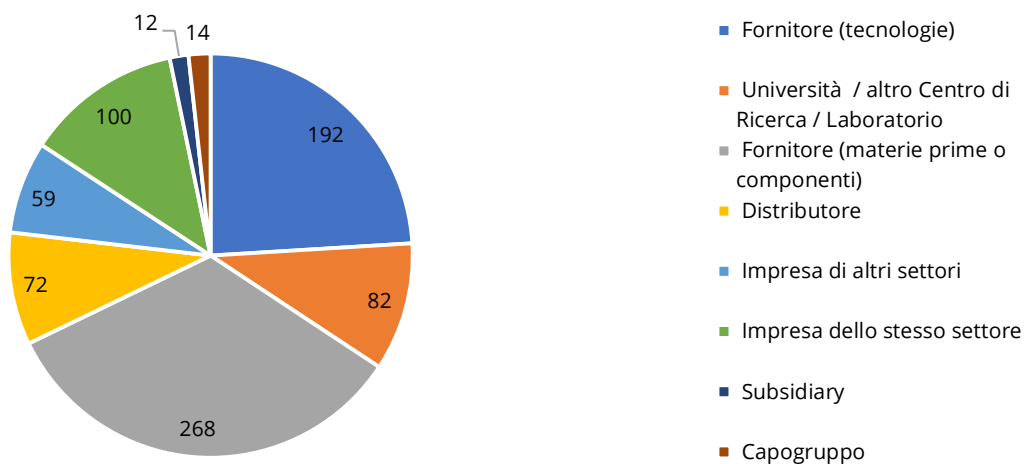


Grafico 4.8.2- Tipologia di partner (collaborazione) - Valori assoluti

Si tratta, prevalentemente, di collaborazioni di lungo periodo, ossia oltre i 5 anni, ad eccezione del cartario dove il 25% delle imprese collabora anche dal medio periodo (3-5 anni). Per le percentuali all'interno di ciascun settore si veda la Tabella 4.8.1.

Settore	N/D	Breve periodo	Medio periodo	Lungo periodo
Tessile-Abbigliamento	18%	3%	16%	63%
Orafo	0%	7%	0%	93%
Meccanico	17%	1%	25%	58%
Chimico	5%	5%	34%	57%
Nautico	25%	0%	25%	50%
Sistema Casa	40%	4%	13%	43%
Cartario	42%	8%	25%	25%
Logistico	40%	0%	0%	60%
Totale complessivo	20%	3%	19%	57%

Tabella 4.8.1- Durata delle collaborazioni (valori %)

4.9 Analisi delle performance economiche

Nell'analizzare le performance delle imprese investigate abbiamo usato i bilanci disponibili sul Database AIDA Bureau Van Dick. L'analisi è stata condotta su un numero inferiore di aziende (n=302), quelle per le quali erano disponibili i dati di bilancio; sono rimaste escluse le imprese che non erano società di capitali. La Tabella 4.9.1 presenta la distribuzione delle 302 aziende all'interno di ciascun settore.

Settore	Micro	Piccola	Media	Grande
Tessile-Abbigliamento	10,23%	70,45%	18,18%	1,14%
Orafo	9,09%	63,64%	27,27%	0,00%
Meccanico	10,64%	61,70%	26,60%	1,06%
Chimico	29,27%	48,78%	19,51%	2,44%
Nautico	0,00%	50,00%	25,00%	25,00%
Sistema Casa	25,00%	66,67%	8,33%	0,00%
Cartario	14,29%	71,43%	14,29%	0,00%
Logistico	0,00%	71,43%	28,57%	0,00%
Totale complessivo	14,57%	63,91%	20,20%	1,32%

Tabella 4.9.1- Distribuzione per dimensioni aziendali all'interno di ciascun settore (n=302) - valori %

L'analisi di alcuni trend circa le performance delle aziende è stata condotta considerando la variazione dei ricavi sulla base dei dati disponibili nell'arco temporale 2017-2018.

Per quanto riguarda la performance abbiamo calcolato l'incremento dei ricavi dalle vendite distinguendo tra aziende i cui ricavi sono stati più o meno stabili ($-5\% \leq \Delta \leq 5\%$), oppure hanno subito forti perdite (oltre il -20%) o forti ricavi (oltre il 20%). A livello generale, le aziende intervistate presentano, per la maggior parte, una crescita moderata, ossia tra il 5% e il 20%, mentre quasi il 21% presenta un incremento delle vendite di oltre il 20% sugli anni considerati. Questo dato risente ovviamente dei criteri di selezione del campione di imprese indagate che, come evidenziato nella sezione 1, ha privilegiato l'analisi di aziende che non si trovavano in stati di crisi o di conclamata difficoltà operativa. La Tabella 4.9.2 presenta il dettaglio settoriale.

Settori	N/D	Decrescita alta	Decrescita moderata	Stabile	Crescita moderata	Crescita alta
Tessile-Abbigliamento	0,00%	4,55%	20,45%	23,86%	32,95%	18,18%
Orafo	0,00%	9,09%	45,45%	9,09%	18,18%	18,18%
Meccanico	0,00%	3,19%	23,40%	18,09%	26,60%	28,72%
Chimico	2,44%	0,00%	14,63%	31,71%	24,39%	26,83%
Nautico	0,00%	25,00%	25,00%	0,00%	25,00%	25,00%
Sistema Casa	0,00%	11,11%	36,11%	19,44%	22,22%	11,11%
Cartario	0,00%	0,00%	9,52%	38,10%	47,62%	4,76%
Logistico	0,00%	0,00%	14,29%	28,57%	42,86%	14,29%
Totale complessivo	0,33%	4,30%	22,52%	22,85%	29,14%	20,86%

Tabella 4.9.2 - Variazione dei ricavi dalle vendite (anni 2017-2018) – Valori %

Andiamo adesso a vedere il rapporto tra variazione dei ricavi (2017-2018) e il livello “operativo” e “organizzativo” misurati seguendo i criteri definiti da Fantoni et al. (2017). Come si può vedere dal Grafico 4.9.1, le aziende che presentano sia un livello operativo che organizzativo alto, registrano una crescita alta (variazione ricavi dalle vendite superiore al 20% negli anni 2017-2018), chi ha sia il livello operativo che organizzativo basso registra invece una decrescita moderata, mentre negli altri casi abbiamo risultati divergenti.

Con riferimento alle aziende che registrano una alta decrescita di fatturato possiamo supporre che questo possa dipendere da due potenziali fattori: da un lato si cerca di fare fronte alla complessità del mercato investendo in nuove tecnologie che ancora non hanno determinato un impatto sulla crescita (ovvero può esserci un *lag* temporale); oppure si registra un alto disallineamento in termini operativi ed organizzativi che si ripercuote negativamente sulla crescita aziendale. In generale sembrerebbe che sia soprattutto il livello organizzativo ad essere importante per spiegare le migliori performance economiche soprattutto in termini di raggiungimento di un certo livello “di soglia”.

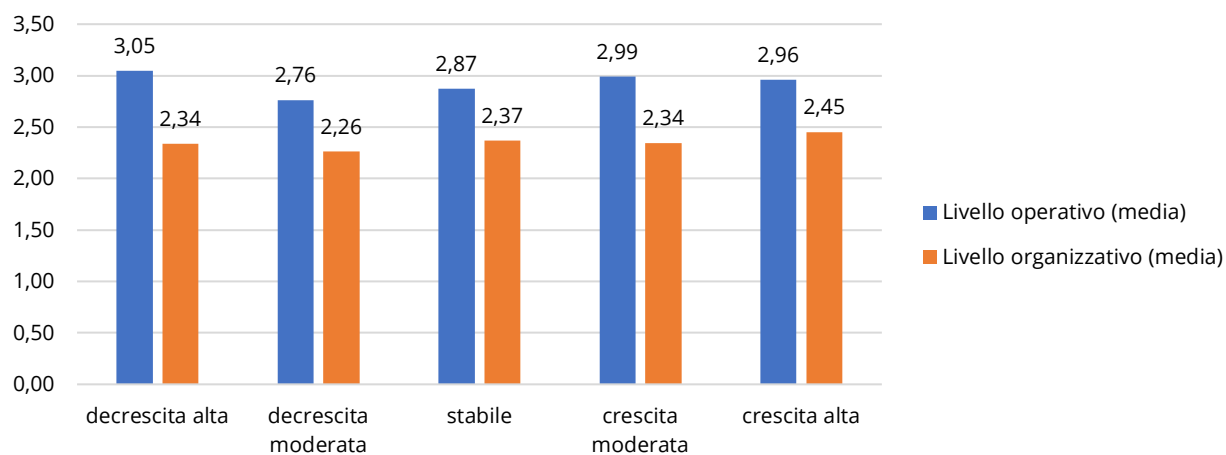


Grafico 4.9.1- Relazione tra crescita aziendale e valori medi dei livelli operativi ed organizzativi

Andando nel dettaglio, facendo riferimento alle 4 macro-aree definite da Fantoni et al (2017) e già richiamate nella Sezione 3, notiamo come sia la struttura organizzativa a poter creare i maggiori problemi in termini di crescita (Grafico 4.9.2). Analizzeremo le implicazioni inerenti queste quattro macro-aree nella Sezione 7.

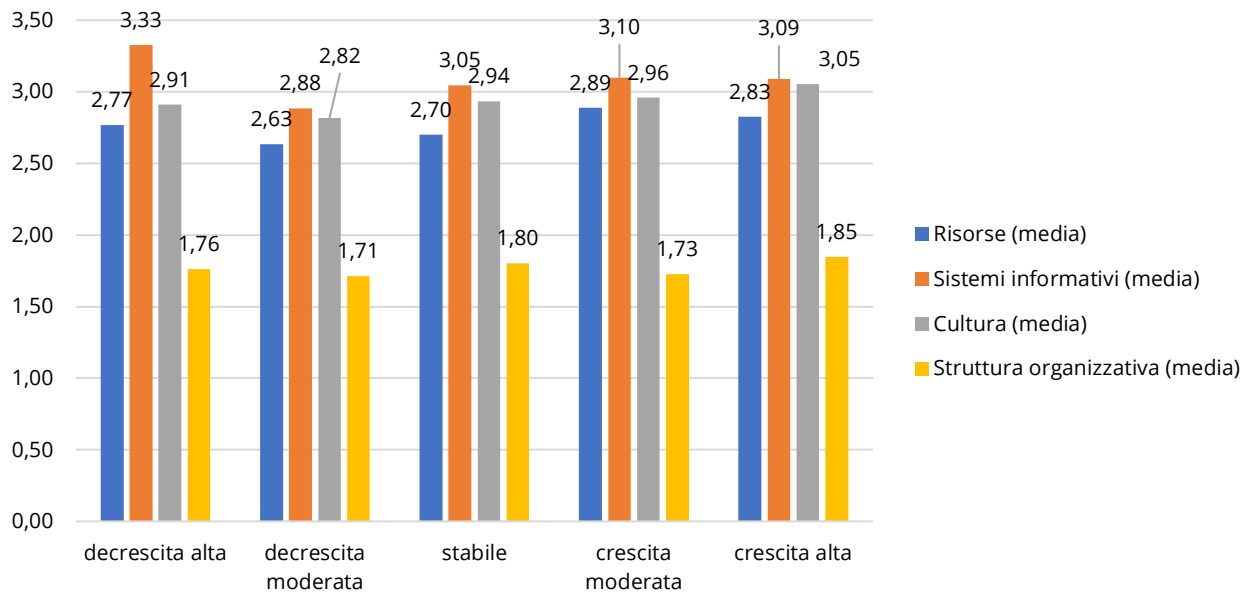


Grafico 4.9.2- Crescita e macro-aree

4.10 Prime considerazioni di sintesi relativi a modelli di business e performance aziendali con riferimento al campione indagato

Provando a sintetizzare alcune primi risultati di ricerca con riferimento al campione indagato si segnalano cinque punti a nostro avviso meritevoli di approfondimenti futuri:

- Un primo problema di generale consapevolezza e comprensione di cosa sia il modello di business dell'azienda. Circa un terzo delle imprese intervistate non conosce questa espressione e, anche quando la conosce, riguarda soprattutto il top management dell'azienda. Il problema appare trasversale a diversi settori e quindi sembra abbia una prevalente natura *firm specific* riconducibile alla natura del modello imprenditoriale tipico dell'industria toscana (modello familiare puro, età avanzata dal vertice, formazione manageriale spesso basata sull'esperienza). Ciò si riflette anche sulle modalità di implementazione del modello di business e della strategia dove persistono modelli di direzione ancora intuitiva (non formalizzati) e modelli organizzativi prevalentemente gerarchici che non sempre agevolano l'approccio alle impegnative sfide di Industria 4.0. Questo aspetto deve far riflettere se si considera che i criteri di selezione delle aziende indagate hanno privilegiato realtà più strutturate e con performance positive.
- Un secondo aspetto che si ricava riguarda la proposta di valore che ci fa comprendere dove si stia giocando la partita strategica in Toscana e che interessa anche l'implementazione di Industria 4.0: ben il 90% delle aziende indagate in più settori sottolinea che deve gestire un'alta varietà dell'offerta (spesso su bassi volumi, ma in alcuni casi anche su volumi significativi). Più che le economie di scala per competere sui costi, quindi, oggi conta perseguire strategie di nicchia (più o meno ampie) o comunque strategie dove conta differenziare la propria offerta e tenere in considerazione un'alta varietà e variabilità del mercato talvolta divenuto globale. In uno scenario di questo tipo la tecnologia può quindi "spingere" l'innovazione in azienda, ma è soprattutto il mercato che "traina" il processo innovativo e obbliga a ridiscutere la propria offerta; una sfida impegnativa che mette alla prova soprattutto le realtà di dimensioni più piccole che devono gestire una elevata complessità.
- Dai vari elementi del puzzle che compongono il modello di business delle aziende si intuisce l'esistenza di "problemi di soglia" che non sono solamente dimensionali, ma qualche volta sembrano più di tipo culturale e cognitivo e che investono più aree funzionali (non solo la produzione). Si presta in genere molta attenzione ai reclami dei clienti (ovvero ai segnali del mercato), ma si ha difficoltà a gestire le fasi a valle della distribuzione (spesso delegata a terzi e non controllata direttamente) e a raccogliere/organizzare dati di marketing; circa un terzo delle

aziende intervistate non riesce ancora a formalizzare un'analisi dei processi aziendali che è un prerequisito naturale per implementare strategie 4.0 mature; si opera in mercati complessi, ma talvolta le soglie dimensionali o il posizionamento prescelto non permettono di svolgere attività di R&S propria.

- Provando a generalizzare senza entrare nello specifico dei singoli settori le prevalenti risposte strategiche a questi problemi di soglia appaiono tre. Un gruppo di imprese sembra aver accettato la sfida della crescita e quindi la dotazione di risorse tecnologiche che si ricava è solo una parte degli investimenti effettuati in quanto molte risorse sono investite in risorse immateriali (risorse umane e competenze). Un altro gruppo di imprese cerca di ovviare ad alcuni problemi attraverso collaborazioni interaziendali (in genere di tipo verticale) che alcune volte coinvolgono anche i processi innovativi. Infine, un ultimo gruppo di imprese ha preferito specializzarsi in alcuni anelli della catena del valore delegando ad altri la gestione di sfide troppo complesse (lo si ricava dalla bassa attenzione rivolta al marketing che segnala che diverse aziende toscane sono in realtà "lontane" dal mercato e dai clienti finali e fanno fatica a gestire in proprio gli stadi terminali della catena del valore). L'implementazione delle strategie di Industria 4.0 può quindi essere riletta non solo come vengono impiegate le risorse interne delle aziende, ma anche in rapporto al rinnovamento dei rapporti di filiera e al posizionamento prescelto per far fronte al nuovo scenario competitivo; ma su questi ultimi punti gli elementi raccolti sono ancora pochi per poter esprimere una lettura ben definita e richiedono ulteriori approfondimenti.
- Infine, due considerazioni che riguardano la relazione tra modelli di business e performance economiche. Il primo elemento evidenziato è che la presenza di un disallineamento in termini operativi ed organizzativi si ripercuote sulla performance aziendale in termini di crescita del fatturato; ciò conferma l'importanza di una coerenza complessiva dei diversi elementi che compongono una strategia Industria 4.0 che, se squilibrati, incidono sui risultati reddituali. Un secondo elemento che si nota è che sembra sia il raggiungimento di certi livelli "di soglia" della struttura organizzativa a creare i maggiori problemi in termini di crescita nelle imprese toscane; l'attenzione va quindi posta non solo su elementi operativi (tecnologie), ma anche su alcuni elementi immateriali (modelli organizzativi, risorse umane, competenze) che possono portare ad un parziale utilizzo delle potenzialità di Industria 4.0 nelle realtà industriali indagate.

5. Dinamiche evolutive e implicazioni di policy a livello di distretti tecnologici regionali

In questa sezione viene riportata una breve sintesi dei risultati di alcuni focus group e di alcune interviste effettuate in collaborazione con cinque distretti tecnologici regionali presenti in Toscana sulla base di una serie di domande predefinite.

5.1. Distretto tecnologico regionale Moda

di Mauro Lombardi (DISEI - Università degli Studi di Firenze) e Marika Macchi (DISEI - Università degli Studi di Firenze)

Il Focus Group della filiera tessile, organizzato presso la sede del PIN scrl di Prato il 2 luglio 2019, ha avuto come scopo principale quello di discutere con le imprese della filiera (anche imprese fornitrici di servizi e imprese di macchine per l'industria tessile) alcuni risultati preliminari della ricerca e cercare di cogliere i punti di maggiore criticità per un intervento di policy regionale.

Il Focus si è articolato attorno a 5 linee di discussione, dalle quali sono emersi temi sia di interesse precipuo per il settore sia generalizzabili anche agli altri comparti produttivi regionali.

1. Quale è lo stato attuale di avanzamento di Industria 4.0 nel vostro settore?

Le imprese sottolineano come sicuramente le innovazioni più significative per loro siano quelle avvenute nell'ambito delle telecomunicazioni. Il modo di comunicare (soprattutto attraverso cellulare e messaggistica istantanea), e la possibilità di lavorare non dovendo essere vincolati ad un posto fisico, per la parte manageriale risulta essere il principale vantaggio.

Vi sono poi specifici esempi portati per le singole fasi di lavorazione o per alcuni aspetti tecnologici, che sono più propriamente legati alle tecnologie dell'I4.0, ma che comunque vengono per ora percepite come meno dirompenti:

- Utilizzo della chimica per il finissaggio, per facilitare la creazione di nuovi prodotti, funzionalizzando il prodotto standard;
- Stampa 3D,
- Manutenzione a distanza e data analytics.

Alla diffusa percezione della rilevanza di questi temi non si associa ancora una propensione alla condivisione del problema su scala di network, filiera, ambito territoriale. È interessante il fatto che si riconosca la necessità di sviluppo di un nuovo sistema di creazione e diffusione di nuove conoscenze che potrebbe essere ricoperto dai Digital Innovation Hub.

2. Quali sono le criticità per l'adozione/implementazione delle tecnologie di Industria 4.0?

Le imprese sembrano concordare sulla tesi che manchino stimoli verso un cambiamento paradigmatico del proprio modello di business. Non si tratta infatti di individuare nuovi macchinari (in alcuni casi, sfruttando le leve del super-ammortamento e iper-ammortamento sono anche stati acquistati), ma di avere la "necessità" di modificare il proprio processo di produzione, e questo sembra avvenire solo ed esclusivamente su traino della domanda, quindi dei grandi brand del fashion. Fino a che i *requirements* necessari a rispondere alle richieste della domanda non imporranno tali cambiamenti è difficile che possa esserci un vero e profondo ripensamento in chiave I4.0.

Una nota importante, sottolineata dalle associazioni di categoria, è la mancanza di formazione per nuove competenze interne alle aziende che possano realmente permettere non tanto l'acquisto del macchinario, ma la capacità di integrare le nuove tecnologie sfruttandone le reali potenzialità.

3. Quali sono le prospettive future e gli ambiti operativi più interessanti per Industria 4.0?

Per il settore del tessile-abbigliamento le nuove sfide risiedono nella progettazione e nella certificazione di produzioni e prodotti che siano soprattutto eco-sostenibili:

- necessità di ricalibrare il dispendio energetico e i carichi di picco delle lavorazioni;
- attenzione al ciclo delle acque industriali;
- necessità di ripensare il ciclo produttivo delle fibre tessili in un'ottica di economia circolare integrata nel territorio;
- controllo dell'eco-tossicità.

In questo momento sembrano chiare le priorità ed i problemi da affrontare, mentre quello che manca è capire come questi problemi (per nulla nuovi, ma forse ora più stringenti) possano essere affrontati sfruttando le potenzialità dell'I4.0

4. Quali sono i problemi principali del settore?

In termini di miglioramento del proprio posizionamento di mercato e di upgrading tecnologico del settore, dalla discussione emergono due elementi fondamentali:

- a) le imprese percepiscono un fortissimo disallineamento tra il mondo dell'impresa e il mondo della ricerca;
- b) l'esistenza di un mismatch tra l'oggetto, le tempistiche e i passaggi burocratici dei bandi pubblici di innovazione e le necessità delle imprese

a) Dalla discussione emerge chiaramente come nella relazione Imprese-Università vi sia spesso una incapacità di dialogo che, in parte risiede nella mancanza di competenze interne alle imprese, a

partire da quelle della fascia imprenditoriale/manageriale, ma che per altrettanta misura risiede nella difficoltà dell'università di trovare canali di comunicazione adeguati con il mondo produttivo.

In relazione a questo tema è a nostro avviso emblematica la discussione nata durante il Focus Group alla richiesta "Fate analisi di posizionamento competitivo?". Le imprese manifatturiere presenti hanno risposto di non avere la necessità di fare analisi perché effettuano un monitoraggio continuo con i propri clienti, mentre per ciò che riguarda l'innovazione, citando direttamente uno degli imprenditori: "Si conosce lo scenario su cui si opera, quando qualcuno fa un'innovazione si sa subito".

A confermare questo atteggiamento anche una delle imprese di servizi qualificati che, attraverso i propri laboratori di ricerca, potrebbe rispondere a queste necessità, ma che in dieci anni di attività ha registrato un solo caso di azienda con richieste in merito, mentre nella maggior parte dei casi sono espresse solo esigenze relative a indagini di mercato.

Se a questa difficoltà di scorgere le potenzialità che la presenza così diffusa sul territorio regionale di importanti centri di ricerca può rappresentare per lo sviluppo di innovazioni a vari livelli si unisce una capacità ancora limitata delle Università e delle eccellenze della ricerca di comunicare con il sistema produttivo, chiaramente risulta debole il legame istituzionale che le unisce e poco proficuo nel cambiare il modo stesso di vedere questa relazione.

b) L'ulteriore elemento di criticità emerso dal Focus Group riguarda invece strettamente le difficoltà che le imprese riscontrano nell'accesso a possibilità di innovazione finanziate dal Governo Regionale. Si considera il mondo del "bandi" come qualcosa in cui "Si finanzia tutto tranne quello che serve all'imprenditore". Chiaramente anche in questo caso la verità non risiede in una sola delle due parti: alle volte gli stessi imprenditori non hanno richiesto le informazioni più corrette o ricercano uno strumento inadeguato rispetto alle proprie necessità. Dall'altra parte esiste nelle procedure di accesso un carico burocratico e una tempistica che per una PMI possono essere eccessivamente onerose da sostenere.

5. Quali sono le implicazioni a livello di policy?

Le implicazioni che emergono direttamente dal panel di intervenuti possiamo dire che riguardano due sfere specifiche:

- a) La formazione. La formazione viene vista come vero anello di congiunzione tra le possibilità offerte dai nuovi modelli tecno-economici e la capacità di integrarle nello sviluppo delle *supply chain* regionali. Sono tre gli elementi che vengono ritenuti importanti: l'assunzione di nuovo personale con qualifiche ingegneristiche, la creazione di momenti informativi e soprattutto la presentazione di casi-studio e la contaminazione con esperienze tratte da altri territori o anche da settori differenti.

- b) Miglioramento degli strumenti di incentivo pubblico: necessità di politiche organiche e a tempo prolungato di cui si possa usufruire in maniera continuativa e non a singolo bando. Indipendentemente dallo strumento specifico, è ritenuto necessaria una semplificazione del carico burocratico.

5.2. Distretto tecnologico Interni e Design

di Marco Pranzo (DIISM – Università di Siena) e Gianluca Murgia (DIISM – Università di Siena)

Lo scopo del Focus Group del settore Interni e Design, organizzato presso la sede del Centro Sperimentale del Mobile di Poggibonsi il 12 settembre 2019, è stato di cercare di individuare punti di forza e di debolezza delle aziende toscane nel settore Interni e Design, nonché implicazioni a livello di policy regionale. Alcune osservazioni preliminari hanno permesso di inquadrare il paradigma di Industria 4.0 e la situazione nella regione Toscana:

- I vantaggi promessi dall'insieme di tecnologie di Industria 4.0 (incremento in flessibilità, produttività, qualità e riduzione dei costi e ritardi) possono essere considerati come "proprietà emergenti" del nuovo paradigma produttivo.
- Il settore arredo casa toscano è composto, con poche eccezioni, da piccole e medie imprese di taglio artigianale e con produzioni orientate a segmenti medio-alti dei rispettivi mercati. Non a caso, le aziende partecipanti al Focus Group sono tutte piccole imprese con dieci-quindici dipendenti.

Dall'analisi preliminare dei questionari è emerso che l'adozione di Industria 4.0 sia abbastanza avanzata per le funzioni aziendali di Marketing e Vendita e di Ricerca e Sviluppo (con un interesse maggiore per lo sviluppo incrementale piuttosto che lo sviluppo di innovazioni radicali). Livelli medi di penetrazione della digitalizzazione si osservano sulle funzioni aziendali di gestione aziendale, mentre si osserva una penetrazione molto limitata nell'ambito della produzione. Queste considerazioni non sono particolarmente sorprendenti considerando le caratteristiche (piccole imprese con produzione quasi artigianale) delle imprese considerate.

Infatti, per alcune lavorazioni artigianali, i processi di produzione potrebbero non essere non digitalizzabili in quanto si andrebbe a perdere l'artigianalità della produzione oppure una loro digitalizzazione richiederebbe grandi investimenti (macchinari o prodotti software personalizzati ed in conseguente formazione del personale specializzato) non sostenibili da piccole imprese che difficilmente si possono permettere investimenti del genere.

D'altra parte, le funzioni aziendali dove si osserva una maggiore penetrazione della digitalizzazione sono quelle dove gli investimenti richiesti sono invece piuttosto ridotti e quindi più alla portata di una piccola impresa. In particolare, la digitalizzazione dei processi di vendita, marketing e supporto al cliente si ottiene abbastanza facilmente con l'apertura di nuovi canali di vendita online (come per esempio Amazon.it o alcuni portali specializzati) o lo sviluppo di semplici siti web.

Si osserva come, quando la barriera di ingresso di una tecnologia diventa sufficientemente ridotta, allora anche piccole imprese possono permettersi investimenti in digitalizzazione.

La prima parte del Focus Group si è conclusa evidenziando come Industria 4.0 fornisca una serie di opportunità da valutare caso per caso. Infatti, l'impatto di una nuova tecnologia dipende dalla realtà aziendale ed è necessario, quindi, valutare correttamente il rapporto costi/benefici per discriminare le tecnologie più adatte alla propria realtà aziendale. Si noti comunque come questa attività di valutazione costi/benefici possa rappresentare anche un rischio per le aziende. Per esempio, si possono riscontrare prodotti non utilizzati a pieno delle loro capacità, o non utilizzabili correttamente in quanto non adatti allo scopo. In altri casi, la presenza casi particolari non trattati dal software, o l'assenza di automazione nella raccolta dati in tutte le fasi del processo possono essere considerate nel migliore dei casi come una spesa inutile e, nel peggiore dei casi, potrebbero portare a prendere decisioni sbagliate. Inoltre, un progetto di digitalizzazione che non mantiene le promesse porta sicuramente ad un aumento di diffidenza nei confronti della digitalizzazione in generale e quindi, in futuro, ad una maggiore difficoltà nell'adozione di queste tecnologie.

Nella seconda parte del Focus Group la discussione si è incentrata su 5 domande che hanno fornito interessanti spunti di discussione.

1. Quale è lo stato attuale di avanzamento di Industria 4.0 nel vostro settore?

Le aziende presenti concordano sul ritenere lo stato di avanzamento di Industria 4.0 nel settore Interni e Design toscano minimo o nullo. Con l'eccezione di poche aziende più strutturate, che risultano però un'esigua minoranza nel settore.

Come già osservato, si ha una penetrazione maggiore della digitalizzazione nella funzione di vendita, anche grazie alla facilità di accesso a tali strumenti digitali. Si osserva inoltre come, l'apertura di canale di vendita online (portali specializzati o Amazon.it) non porti ad una concorrenza diretta con altri canali di vendita, ma spesso è necessaria per bilanciare la riduzione di vendite in altri canali.

Una volta che la barriera di accesso alla tecnologia (in questo caso le vendite online) è molto bassa ci si può aspettare che la concorrenza avvenga sui servizi offerti, a partire dalla personalizzazione del prodotto. Infatti, tutte le aziende presenti concordano sulle modalità con cui fornire un servizio aggiuntivo al cliente, per esempio fornendo consulenza o campioni dei materiali o personalizzazione dei prodotti o nella comunicazione della qualità del prodotto.

2. Quali sono le criticità per l'adozione/implementazione delle tecnologie di Industria 4.0?

Il settore avverte una necessità di aprirsi al cambiamento e dalla discussione emerge un fattore limitante per l'adozione delle tecnologie 4.0: la mancanza di competenze e di tecnologie mature e di semplice adozione.

Tutti i partecipanti, evidenziano l'importanza del fattore umano, ma allo stesso tempo lamentano

sia la presenza, in posizioni decisionali, di personale meno aperto all'innovazione e, allo stesso tempo, la mancanza di ambizione e volontà di imparare, apprendere e crescere professionalmente delle nuove leve.

Un'altra criticità si avverte nel collegare le potenzialità delle nuove tecnologie nella realtà di una piccola azienda e nell'individuare un valore aggiunto spendibile, che possa essere percepito dal cliente e portare ad un incremento delle vendite.

3. Quali sono le prospettive future e gli ambiti operativi più interessanti per Industria 4.0?

Durante l'incontro sono state discusse diverse tecnologie afferenti al paradigma di Industria 4.0. Tra queste sono ritenute molto promettenti tecnologie che possano portare allo sviluppo di strumenti per la prototipizzazione rapida (stampanti 3d, realtà virtuale/aumentata) e per migliorare i canali di vendita e contatti con i clienti (portali di integrazione tra cliente e azienda). Differentemente, le tecnologie di automazione e robotica sembrano essere percepite come non troppo promettenti dalle imprese del settore, anche a causa della difficile applicabilità. Infine, sono considerate intermedie, e quindi necessitano ulteriori approfondimenti, tecnologie per rendere i prodotti portatori di tecnologie smart (blockchain, intelligenza artificiale, ecc.).

Si osserva come alcune aziende più strutturate abbiano avviato un percorso di digitalizzazione, per esempio fornendo strumenti di realtà virtuale per il cliente.

Differentemente, per aziende più piccole emerge un problema di competenze. Nonostante sia un percorso lento, le aziende riconoscono come sia utile cominciare a valutarlo.

Sono stati inoltre discussi come casi di studio due possibili innovazioni tecnologiche:

- Blockchain con chip applicato al prodotto. La blockchain è una tecnologia di tracciabilità che permette di garantire che le informazioni inserite non siano modificabili da nessuno. Questa tecnologia potrebbe essere utilizzata per comunicare informazioni al cliente e anche aggiungere una storia al prodotto. Anche se sono state espresse perplessità riguardo la possibilità che tali informazioni si possano effettivamente tradurre in un valore aggiunto per la clientela, e quindi di incrementare le vendite.
- Piattaforma di prototipizzazione per il cliente finale. Il cliente (spesso uno studio di interni o un architetto) deve essere messo in grado di comunicare le sue esigenze e l'azienda deve essere in grado di poter comunicare la fattibilità delle richieste. Da qui la necessità di strumenti che permettano la prototipizzazione al cliente finale e la comunicazione all'azienda dell'ordine da produrre. Una piattaforma che abbia a catalogo la produzione di diverse aziende, ovvero che fornisca la possibilità di acquistare e personalizzare prodotti di diverse aziende, potrà avere successo solo se si raggiunge una massa critica di aziende con un catalogo di prodotti che

coprano tutte le possibili esigenze. Inoltre si può osservare come le aziende sulla piattaforma non necessariamente sarebbero in concorrenza tra loro vista la presenza di diverse nicchie di mercato, e comunque, anche se dovessero essere in concorrenza, verrebbe comunque fornita una opportunità di essere scelte.

4. Quali sono i problemi principali al vostro settore?

Tra i problemi principali del settore nuovamente si può distinguere tra l'aspetto umano e l'aspetto tecnologico.

Dal punto di vista umano i problemi sono quelli di far capire il tipo di competenze sono necessarie per lavorare nel settore (infatti, non sempre la laurea è la formazione adatta, mentre si potrebbero sviluppare dei percorsi di formazione più specializzati) e quello di superare le rigidità del personale addetto ai lavori. Ma una nota positiva è l'assenza di spinte ad abbandonare la nuova tecnologia una volta superate le resistenze iniziali.

Dal punto di vista delle criticità tecnologiche emerge la difficoltà a capire le nuove tecnologie, la difficoltà nell'automatizzare alcuni aspetti della produzione.

Inoltre, in alcuni casi le richieste di customizzazione sconfinano nel prodotto "su misura", con il conseguente problema di quantificare il lavoro ed il costo di realizzazione di tali prodotti con una analisi preventiva. Il tutto con il rischio di chiedere una cifra che si rivela non remunerativa.

5. Quali sono le implicazioni a livello di policy?

Si nota come dalla discussione sia emerso un problema di formazione delle maestranze. Per molti ruoli, questo tipo di formazione non viene percepita come socialmente appetibile, mentre per altre professioni la formazione è percepita in modo diverso. Per esempio, si pensi ad un operaio edile specializzato piuttosto che un tecnico addetto al marketing. Complessivamente si rischia di perdere un patrimonio di conoscenze delle maestranze che non è facilmente recuperabile. Queste specializzazioni andrebbero affrontate facendo crescere le persone in modo che siano consapevoli dei vantaggi associati a questo genere di formazione e dei futuri sbocchi imprenditoriali.

Inoltre, alcuni bandi, anche a livello regionale, sono pensati più per settori tecnologici piuttosto che per un settore manifatturiero tecnicamente meno avanzato e con un tessuto composto da piccole e medie imprese. Probabilmente andrebbero sviluppati bandi specifici per settori "artigianali" dove la capacità di stare sul mercato non è data dall'avanzamento tecnologico, ma dalla capacità di raccontare il prodotto. D'altro canto, esiste la necessità di far percepire alle aziende le potenzialità delle innovazioni e le loro ripercussioni.

Infine, si avverte anche la mancanza di supporto allo sviluppo dell'innovazione per le piccole

imprese che probabilmente non hanno le competenze tecniche e i mezzi economici. Quindi a volte si fa fatica o risulta praticamente impossibile rinnovarsi per mancanza di risorse economiche oltre alle competenze.

In conclusione, la visione di Industria 4.0 è nata considerando la grande industria manifatturiera, ma questa visione non si sposa con la realtà del tessuto toscano caratterizzato da realtà medio piccole ed a carattere artigianale, nelle quali il valore aggiunto è il "Made in Tuscany" e la digitalizzazione dei processi produttivi risulta più difficile. Applicare senza modificare un concetto sviluppato in un territorio con una diversa vocazione economica è errato, per cui anche il paradigma di Industria 4.0 dovrebbe essere calato nel contesto produttivo del territorio.

Sarebbe meglio parlare di singole tecnologie abilitanti e cercare di prevederne le ricadute nell'ambito di applicazione in esame (in questo caso il distretto Interni e Design toscano) valutandone il rapporto tra costi e benefici. Va tenuto ben presente che si potrà procedere con l'adozione di tali tecnologie solo se il rapporto è positivo ed i requisiti (economici e competenze) piuttosto ridotti. Infatti, si osserva una maggiore penetrazione nelle funzioni aziendali dove sono presenti sul mercato tecnologie facilmente accessibili, ed economiche.

5.3. Distretto tecnologico regionale Scienze della Vita

di Elena Casprini (DISAG - Università di Siena) e Lorenzo Zanni (DISAG - Università di Siena)

Lo scopo del Focus Group del settore chimico, organizzato presso Toscana Life Sciences (TLS) l'organismo gestore del distretto tecnologico regionale Scienze della Vita, il 10 Giugno 2019, è stato di cercare di individuare punti di forza e di debolezza delle aziende toscane nel settore chimico, con riferimento ai segmenti del chimico in senso stretto, farmaceutico, cosmetico e di servizi Life Science, nonché implicazioni a livello di policy regionale.

Il Focus Group si è articolato attorno a 4 domande che hanno fornito interessanti spunti di discussione. Prima delle domande, la cui sintesi è riportata qui sotto, ricordiamo che dall'analisi preliminare dei questionari (Sezione 3.3) è emerso che le aziende siano molto arretrate in termini di struttura organizzativa (si veda il Grafico 3.3.2) e, in particolare, sembra che vi sia un problema sui rapporti di filiera e sulle collaborazioni. Non stupirà pertanto che il focus si sia concentrato proprio sul gap tra struttura organizzativa e struttura operativa.

1. Quale è lo stato attuale di avanzamento di Industria 4.0 nel vostro settore?

Secondo gli intervistati, lo stato attuale di avanzamento di Industria 4.0 è basso, soprattutto a livello di filiera. Le aziende presenti fanno una distinzione tra i vari attori a monte e a valle della filiera. Sebbene molto eterogenei in termini di produzione e clienti finali, le aziende presenti convergono su alcuni elementi chiave.

Per quanto riguarda la filiera "a monte", gli intervistati notano che i fornitori di materie prime sono generalmente pochi e piuttosto arretrati rispetto alle loro aziende in termini di avanzamento tecnologico. Per alcune aziende, tali fornitori si trovano principalmente all'estero, in paesi quali la Corea e l'India. Al contrario, i fornitori di tecnologie sono indubbiamente più evoluti rispetto alle PMI del chimico presenti. Tuttavia, le aziende intervistate notano che tali fornitori di tecnologie, che sono spesso comuni ai vari segmenti, sono poche, grandi aziende non toscane (spesso nel distretto di Mirandola) che, se comparate ad altre a livello internazionale, presentano ancora molti margini di miglioramento. Esempio è il caso della diversità tra un fornitore italiano e uno tedesco sui servizi di supporto: nel caso di un problema tecnico, il fornitore di tecnologie italiano invia un tecnico che, generalmente, arriva non prima di 2 giorni, mentre quello tedesco fornisce quasi immediatamente un supporto da remoto.

Per quanto riguarda la filiera "a valle", invece, le imprese intervistate sono unanimi nel riconoscere una certa rigidità tra le varie aziende della filiera e la logistica. Sebbene tutti possiedano sistemi gestionali, questi raramente sono integrati e pertanto manca una filiera in grado di lavorare in maniera *lean*. Tuttavia, come qualcuno degli intervistati fa notare, tale integrazione può proprio partire dalla loro azienda che impone all'intera filiera, sia a monte che a valle, di essere tracciabile.

Guardando ai concorrenti, le aziende presenti fanno anche notare che c'è una forte distanza tra le grandi imprese del settore, ad esempio Eli Lilly e GSK per il farmaceutico, e le PMI toscane. Soprattutto in settori quali il farmaceutico dove sono presenti alte barriere all'entrata, le grandi aziende tendono ad essere avvantaggiate dalle normative vigenti per quanto riguarda l'acquisto di tecnologie. Inoltre, sempre in riferimento agli investimenti, essi differiscono molto da segmento a segmento. Per esempio, in segmenti quali il cosmetico, che presenta più alti gradi di redditività rispetto al chimico, gli investimenti sono spesso fatti su attività quali il marketing piuttosto che sui macchinari. In altri, gli investimenti vengono fatti per raggiungere e/o mantenere le certificazioni, uno dei criteri sui quali le intervistate vengono scelte dai loro clienti.

Considerando infine lo stato di avanzamento tecnologico a livello dei singoli processi aziendali, gli intervistati notano che risulta sempre più importante dematerializzare le informazioni circa la produzione, ossia ridurre gli archivi cartacei, al fine di rendere più snello il processo di controllo della produzione. Inoltre, come fanno notare, gli investimenti fatti in termini di Industria 4.0 sono stati fatti principalmente per due motivi: per risparmiare o per imposizioni legali. A tal proposito, è interessante notare che alcune imprese si sono avvicinate al concetto di industria 4.0 proprio grazie agli incentivi fiscali. Si è trattato pertanto di un avanzamento tecnologico che è stato guidato da benefici di natura finanziaria piuttosto che strategica.

2. Quali sono le criticità per l'adozione/implementazione delle tecnologie di Industria 4.0?

Gli intervistati notano che le criticità maggiori sono legate all'assenza di collaborazioni coi fornitori. Come già evidenziato, la presenza di pochi fornitori e la necessità spesso di andare fuori i confini regionali, se non nazionali, rappresenta un nodo da sciogliere.

Tuttavia, quella che sembra essere la maggiore criticità per l'adozione/implementazione di Industria 4.0 è la mancanza di cultura 4.0. Se da un lato si lamenta la poca propensione a cambiare la modalità di approccio al cliente, dall'altro ciò che emerge è la difficoltà della direzione aziendale (che spesso coincide con la proprietà) a trasmettere l'importanza della digitalizzazione e automazione a tutte le linee. Oltre a questa barriera top down, risulta inoltre essere cruciale un investimento in formazione, specie a livello operativo. Anche nei casi in cui vengono fatti investimenti in nuovi macchinari infatti, una delle maggiori criticità risulta essere nel coinvolgimento di tutti gli operatori che spesso tendono a rifiutare l'innovazione introdotta. Se da un lato c'è un problema di inerzia - per esempio, nel caso in cui sia presente un sistema gestionale, ma gli operatori continuano a lavorare sui fogli excel perché abituati a lavorare così - dall'altro vi è un problema nel digitalizzare le varie procedure perché mancano le competenze informatiche adeguate. Spesso c'è un gap tra attività manuale, che resta a livello elementare, e attività informatica, che invece è elevata.

Infine, si ha una criticità collegata al fatto che l'introduzione di nuovi macchinari evoluti causa spesso dei fermi tecnici che difficili da giustificare.

3. Quali sono le prospettive future e gli ambiti operativi più interessanti per Industria 4.0?

Tra gli ambiti operativi più interessanti da sviluppare vi è la gestione dei magazzini e la logistica che, sebbene distinte da un punto di vista regolatorio a livello di singoli segmenti, sono le stesse da un punto di vista commerciale. Come anticipato, la logistica ha difficoltà a integrarsi con quelli che sono i vari processi aziendali. Uno degli ambiti i cui le aziende possono e devono migliorare è pertanto quello della creazione di magazzini intelligenti e della condivisione di un gestionale tra i vari attori della supply chain. Un esempio è dato da una delle aziende farmaceutiche presenti che, essendo in una fase di crescita, sta ampliando il suo portafoglio clienti estendendolo, oltre ad ospedali e case di cura, anche alle farmacie sul territorio nazionale. Trattandosi di un portafoglio molto ampio ed eterogeneo, risulta fondamentale la capacità di integrare i vari dati provenienti da clienti molto diversi.

Un'altra attività su cui investire è quella del digital marketing. Questa attività è particolarmente importante per le aziende della cosmetica che vedono non solo una maggiore incidenza dei mercati internazionali sulle proprie vendite, ma anche nuove opportunità derivanti da figure quali gli influencer e la necessità, pertanto, di monitorare anche i vari social media. Esempio è il caso di una delle aziende presenti al focus group e alla storia di un suo dentifricio che ha subito un boom di vendite grazie ad un influencer. Inoltre, il fatto che lo stesso dentifricio sia considerato in un paese un cosmetico e in un altro un medicinale, ha richiesto all'azienda di ripensare alla produzione e, conseguentemente, all'investimento in nuovi macchinari per rispondere meglio alle diverse esigenze internazionali.

4. Quali sono le implicazioni a livello di policy?

Una delle peculiarità del settore chimico è che vi sono pochi grandi fornitori che riducono il potere contrattuale delle PMI. Anche se durante il focus group è stato ipotizzato di fare un'alleanza tra le PMI per una strategia di acquisto congiunto, il Distretto di Scienze della Vita riporta che è molto difficile fare massa critica perché i vari attori hanno esigenze molto diverse. Uno dei progetti su cui fare massa critica in futuro potrebbe essere quello di investimenti condivisi nella gestione della supply chain (magazzini e logistica) da parte di alcuni grandi player regionali del mondo farmaceutico attualmente allo studio da parte di TLS e della Regione Toscana con l'ausilio di una società di consulenza.

Inoltre, la Toscana, e in generale l'Italia, soffre a causa di problemi di infrastrutture. I costi di trasporto sono spesso più alti a causa della mancanza e/o chiusura di strade ed autostrade per le quali si chiedono corrieri e carichi diversi.

Un terzo aspetto su cui riflettere è invece legato alla formazione. Le aziende presenti fanno infatti

notare che alcune figure professionali, quali i tecnici farmaceutici, stanno scomparendo perché sono i docenti di tecnica farmaceutica a scomparire. Si rischia pertanto di avere la mancanza, nel medio-lungo periodo, di competenze specifiche.

Un quarto aspetto concerne alla nota necessità di avere la certezza dei pagamenti e di averli in tempi più ridotti. Uno dei motivi che spingono le PMI ad internazionalizzarsi è infatti la necessità di poter contare su pagamenti entro i 15 giorni da parte dei clienti internazionali, sensibilmente inferiori a quelli dei 6 mesi previsti dalla pubblica amministrazione italiana.

Un ultimo aspetto è legato ai bandi regionali e nazionali. Si osserva che le PMI sono svantaggiate rispetto alle grandi imprese sulla capacità di attrarre finanziamenti e che spesso i bandi vengono vinti più per bravura amministrativa che per qualità innovativa. Ci sono costi burocratici molto alti e, oltre alle competenze tecniche specifiche per preparare un bando, si ha difficoltà a causa della quantità di tempo richiesta per effettuare le varie procedure burocratiche. Tuttavia, è bene sottolineare anche il fatto che spesso sono proprio le PMI a non sapere di cosa hanno effettivamente bisogno. Per esempio, considerando i bandi per i servizi qualificati, le PMI hanno difficoltà nel definire quali sono i servizi a loro necessari. Sembra esserci pertanto anche una mancanza di consapevolezza di quelli che sono i propri bisogni o, comunque, di codificarli e descriverli in maniera puntuale.

5.4. Distretto tecnologico per la Nautica e la portualità

di Franco Failli (DICI - Università di Pisa) e Gionata Carmignani (DESTEC- Università di Pisa)

Lo scopo del focus group del settore della Nautica, organizzato presso la sede di NAVIGO e svolto a Viareggio il 23 Ottobre 2019, è stato quello di cercare di interpretare la situazione attuale del settore dal punto di vista della sua adesione al paradigma industriale denominato ormai comunemente Industria 4.0.

NAVIGO è una rete di imprese che raggruppa circa 150 membri, operanti nel territorio versiliese a tutti i livelli della filiera produttiva, dal piccolo artigiano al grande cantiere che raccoglie le commesse dei clienti, fino ad importi che arrivano talvolta alle centinaia di milioni di euro per singolo prodotto commissionato. Già da questo dato si può comprendere come il tipo di mercato, e conseguentemente il tipo di processi messi in atto, determinino una situazione del tutto particolare nel campo della produzione di beni materiali. Il prodotto trattato ha cioè caratteristiche tali da essere unico nel panorama regionale e non solo. La nautica di lusso, e in particolare quella extra lusso, infatti raccoglie in un unico mix le seguenti peculiarità:

- prezzo elevatissimo per ogni pezzo prodotto, il che implica una clientela di nicchia, con esigenze e gusti il cui soddisfacimento orienta fortemente, per non dire violentemente, tutto l'operato della filiera produttiva;
- presenza sul mercato di marchi storici, con una lunga tradizione alle spalle, non di rado caratterizzati da una gestione aziendale familiare, almeno a livello di vertice;
- estrema localizzazione dell'intera filiera produttiva, sempre dovuta a motivi storico-economici, che rende difficile l'evoluzione e lo scambio di esperienze sia infra che intersettoriali. E che viene sentita, non senza ragione, non come un handicap ma come un punto di forza a livello di posizionamento dei vari brand, che sono riconosciuti leader del settore;
- scarso ricambio generazionale degli operatori, sempre causato dalla suddetta localizzazione;
- estrema attitudine al soddisfacimento delle esigenze del cliente, che fa sì che le imprese, dalla più piccola fino al vertice della filiera, siano del tutto concentrate sulla innovazione di prodotto, raggiungendo in tal senso risultati di eccellenza, ma che lascia scarse risorse culturali da dedicare alla innovazione di processo.

In questo panorama si collocano le osservazioni con cui Pietro Angelini, General Manager di NAVIGO ha illustrato i cinque punti in base ai quali si è svolto il focus group.

1. Quale è lo stato attuale di avanzamento di Industria 4.0 nel vostro settore?

C'è una grande differenza all'interno del settore tra ciò che di "digitale" va a far parte del prodotto e ciò che invece viene utilizzato nei processi produttivi. In modo abbastanza paradossale si può

constatare come l'utilizzo delle tecnologie informatiche sia spinto ai massimi livelli per tutto ciò che consente all'utente del prodotto di controllare le sue funzioni e ciò che invece è utilizzato in azienda per controllare i propri processi legati alla produzione. L'utente moderno, che si differenzia in modo sostanziale in termini di richieste dal cliente anche solo di un decennio fa, richiede di poter disporre di tutto ciò che la tecnologia informatica e in generale digitale può mettere a sua disposizione, ed è disposto anche a finanziare la ricerca aziendale per poter arrivare ad ottenere la concretizzazione della sua idea. Non è infatti inusuale che dai cantieri viareggini escano imbarcazioni che innovano il concetto stesso di imbarcazione di lusso ad alte prestazioni. Un esempio può essere quello del "Falcone Maltese" in cui il cliente ha richiesto la realizzazione di un sistema di gestione dell'impianto velico del tutto originale e mai sperimentato prima. Per raggiungere l'obiettivo richiesto è stato necessario inventare letteralmente impianti elettronici di controllo che a bordo di uno yacht mai erano stati installati prima. Quello del raggiungimento del comfort abitativo è uno degli ambiti più stressati dalle richieste di automazione e controllo delle funzioni. Il cliente spinge infatti il cantiere alla realizzazione di impianti di domotica avanzata che superano mediamente i top di gamma disponibili nel classico ambito edile. Un altro settore in cui l'elettronica e i sistemi di registrazione e controllo sono assai spinti è quello legato al funzionamento tecnico dell'imbarcazione e a tutto ciò che riguarda la sua manutenzione. L'uso di sensori e trasmettitori basati sulla tecnologia RFID è generalizzato e permette di avere costantemente sotto controllo in modo capillare lo stato generale dell'imbarcazione con approcci che in termini di fattori abilitanti di Industria 4.0 possono essere visti come inclusi all'interno delle tecnologie IoT (Internet of Things).

A fronte di questo dispiegamento di mezzi e competenze applicati al prodotto, che potrebbero già allo stato dell'arte attuale essere impiegati per migliorare il controllo dei processi produttivi (si pensi ai vantaggi che componenti già in grado di dialogare con l'esterno potrebbero portare in termini di gestione dei magazzini o di garanzia di corretto e completo montaggio e funzionamento) si riscontra invece uno scarso o nullo interesse degli addetti al loro impiego per ottimizzare la produzione. La spiegazione potrebbe risiedere negli amplissimi margini di profitto raggiungibili in questo particolare tipo di mercato, ma l'interpretazione considerata più attendibile è più spostata verso la difficoltà di abbandonare, o anche far evolvere, un modo di produrre che affonda le proprie radici nella tradizione.

È difficile, guardando ciò che un cantiere navale moderno contiene e produce, affermare che ci si possa trovare di fronte a un modo di produrre "antico", ma andando a analizzare più profondamente le realtà delle aziende del settore ci si convince invece che tale definizione, pur temperata dalle considerazioni esposte, è sostanzialmente corretta.

Nel mondo della nautica le comunicazioni che contano sono quelle che vanno da individuo a individuo, al massimo usando il telefono, e le blockchain sono lontane dal sostituire la stretta di mano.

2. Quali sono le criticità per l'adozione/implementazione delle tecnologie di Industria 4.0?

Come già detto, all'interno del settore non mancano le competenze puramente tecnologiche e la volontà di usarle applicandole al prodotto, ma esse non vengono estese al controllo dei processi operativi e in misura ridotta a quelli più squisitamente gestionali. Un ostacolo significativo all'ingresso della digitalizzazione all'interno del modo di fare delle numerose organizzazioni, oltre a quello culturale già descritto, appare essere ancora una volta la peculiarità del loro modo di operare in filiera. Le caratteristiche spiccatamente artigianali di una gran parte delle realizzazioni, sia di cantiere che presso i terzisti, unitamente alla elevata complessità e sofisticazione dei risultati da ottenere, creano processi per i quali la creazione del "gemello digitale", entità alla base della possibilità di applicare l'approccio di Industria 4.0 è difficile e non è attualmente realizzabile con pacchetti software gestionali usualmente disponibili sul mercato.

La creazione di applicazioni customizzate, o semicustomizzate, è oggettivamente complessa e resa ancora più difficile dalla scarsa abitudine degli operatori del settore alla cooperazione tra soggetti non facenti parte dello stesso "mondo produttivo".

È possibile citare l'esempio, assai comune, in cui uno o più terzista si trovi nella necessità di costruire componenti che si devono accoppiare a un complessivo già parzialmente costruito a bordo dell'imbarcazione. In generale, si può prevedere che non sarà utilizzato un sistema di scambio dati, per esempio una delle numerose piattaforme di Product Data Management condivisa tra i diversi soggetti, ma che molto più semplicemente, senza che alcuna perdita di efficacia o di efficienza sia percepita, il componente in lavorazione sia portato in loco, sia verificata la sua conformità alle necessità, e sia riportato in sede per gli ultimi ritocchi. Tutto ciò anche più di una volta, ovviamente. Questo comportamento è reso possibile ed, oggettivamente conveniente entro certi limiti, dalla stretta contiguità fisica tra tutti i soggetti operanti all'interno della filiera, le cui sedi di lavori distano spesso poche decine di metri l'una dall'altra.

La condizione che ha permesso la nascita di un sistema territorialmente integrato *ante litteram* genera oggi probabilmente il più grosso ostacolo all'integrazione digitale.

3. Quali sono le prospettive future e gli ambiti operativi più interessanti per Industria 4.0?

Nonostante le condizioni descritte rappresentino un momentaneo freno verso l'evoluzione di moderne metodologie operative e verso l'impiego massivo dell'informazione digitale, questa trasformazione non potrà essere arrestata ancora a lungo. I maggiori driver di tale rivoluzione digitale per il settore della nautica appaiono essere:

- La costante evoluzione dei gusti dei clienti, che verosimilmente sempre più coinvolgeranno anche le metodologie di comunicazione con i cantieri, che attualmente appaiono ancora legate alla

presenza fisica del cliente sull'imbarcazione in costruzione, o su suoi simulacri, comunque fisici. Non è probabilmente molto lontano il momento in cui, magari anche in associazione al mantenimento della tradizionale visita al cantiere, saranno richiesti sistemi di interazione più evoluti, che probabilmente si porteranno dietro anche modifiche significative dei modi di lavorare, che dovranno essere capaci di generare e utilizzare dati e informazioni digitali.

- L'evoluzione della normativa come per esempio la possibile introduzione della autorizzazione AEO (Authorized Economic Operator). Esistono vincoli che i cantieri devono soddisfare nei confronti delle dogane quando accolgono imbarcazioni battenti bandiera estera (e si tratta di più del 90% dei casi) come nel caso in cui esse debbano subire riparazioni o anche per la normale manutenzione. Tali vincoli in sintesi si concretizzano nella necessità di immobilizzare ingenti capitali sotto forma di fideiussione, fintanto che l'imbarcazione non esce di nuovo dal porto. L'importo è pari al valore stimato del bene, che non di rado, come già detto, è dell'ordine delle decine di milioni di euro. Esiste la possibilità di ridurre considerevolmente tale importo qualora il cantiere possa dimostrare, applicando tecniche di monitoraggio spinto di quanto avviene intorno e dentro l'imbarcazione, l'assenza di comportamenti a rischio di illegalità. L'accettazione di tali strumenti di monitoraggio potrebbe essere il primo passo per rendersi conto delle possibilità legate ad un più generale controllo di processo.
- L'evoluzione della normativa sulla sicurezza nei cantieri e l'aumento della sensibilità rispetto agli incidenti che vi possono accadere. Tali incidenti, oltre al danno alla persona, possono implicare ingenti danni economici tipicamente imputabili al fermo dei lavori per permettere le indagini e per attendere i verdetti della magistratura. Rendere più sicura la localizzazione degli operatori, più programmate, registrate e anche sincronizzate le operazioni svolte (i pericoli aumentano con il numero degli operatori contemporaneamente al lavoro in attività parallele e tecnicamente poco compatibili), diminuisce i rischi e rende più semplice accertare le eventuali responsabilità in sede legale. Tale possibilità di programmazione renderebbe più evidente la convenienza di estendere tale tipo di approccio al maggior numero di processi possibile. Rispetto alla situazione attuale l'informatizzazione porterebbe anche una sensibile diminuzione della necessità di gestire ingenti quantità di carta, che le caratteristiche della normativa vigente obbligano a moltiplicare a dismisura dato che una stessa azienda che lavora per più committenti (e succede spesso, anche nell'arco della stessa giornata) deve ogni volta duplicare le copie di uno stesso documento, moltiplicando allo stesso modo i tempi di consegna e gestione.

4. Quali sono i problemi principali nel vostro settore?

Il settore attualmente non attraversa un periodo particolarmente critico, e questa è anche una

delle cause della non fortissima spinta all'innovazione di processo che si registra all'interno delle aziende. Attualmente pesa in misura abbastanza significativa lo scarso ricambio generazionale all'interno delle aziende e in generale nel settore, che pur essendo sede di eccellenze nei processi realizzativi, non è caratterizzato da un diffuso alto livello di preparazione universitaria. I tentativi di creazione di punti di contatto e collaborazione messi in atto in passato grazie al supporto di NAVIGO non si sono tradotti in prassi di settore comunemente adottate.

5. Quali sono le implicazioni a livello di policy?

Come detto al punto precedente, si può parlare di policy verso l'introduzione di Industria 4.0 a livello di distretto, così come di rete di imprese quale è NAVIGO. La collaborazione con Regione Toscana si è sviluppata notevolmente grazie a numerose esperienze passate, in occasione delle quali la partecipazione a progetti finanziati ha permesso di sviluppare sistemi e tecnologie che si sono rivelati vincenti a livello di prodotto. Rivestono meno *appeal* le proposte di progetto di ricerca e sviluppo riguardanti le innovazioni di processo, segnatamente di controllo di processo. Ciò dipende almeno in parte probabilmente dalla non diffusa percezione di quella peculiarità dei processi specifici del settore descritta sopra, che rende quasi impossibile utilizzare applicazioni esistenti, e che fa sembrare la proposta di svilupparne *ad hoc* una richiesta dettata più da una certa pigrizia o da mancanza di aggiornamento anziché da una reale necessità attualmente insoddisfatta.

Saranno da sviluppare sempre più le cooperazioni con il mondo universitario, che dovrà cercare di fornire ai propri laureati, segnatamente in ingegneria, anche competenze spendibili all'interno di un settore così specifico ed interconnesso come quello della nautica.

5.5 Distretto tecnologico Advanced Manufacturing

di Mario Rapaccini (DIEF - Università degli Studi di Firenze)

Per indagare in modo approfondito esigenze di imprese attive nell'ambito di un distretto tecnologico vasto ed eterogeneo, che prevede produttori di componentistica, di macchine e impianti completi, ma anche di servizi a supporto delle attività di prototipazione e fabbricazione (*manufacturing*), per applicazioni potenziali su varie industry (ad esempio *automotive, fashion, arredi, industria lapidea*), sono state organizzate due iniziative. Una prima iniziativa ha visto l'organizzazione di un Focus Group, in occasione di un evento organizzato da Confindustria Firenze in data 4 Luglio 2019, dove sono stati presentati progetti di digitalizzazione di impianti e di utilizzo di alcune tecnologie tipiche di industria 4.0 (es. IoT e realtà virtuale). In tale occasione un round di dibattito tra un numero selezionato di partecipanti è stato orientato a investigare le sfide di tipo culturale, organizzativo e finanziario, in relazione ad alcune iniziative di sperimentazione delle tecnologie. Una seconda iniziativa ha previsto il coinvolgimento di esperti, a cui sono state rivolte domande specifiche. Quanto segue fornisce un quadro di sintesi in relazione alle sfide affrontate dalle imprese regionali che operano in tali ambiti.

La discussione è organizzata intorno ad alcuni aspetti chiave, tra cui: il livello di adozione e diffusione delle iniziative I4.0, i driver di tali iniziative, la abilitante tecnologica primaria, la presenza di progetti integrati con prospettive di filiera (o di distretto), lo sviluppo della cultura data-driven, gli ostacoli e le esigenze in relazione a servizi qualificati e politiche incentivanti.

1. Diffusione delle iniziative relative alla sperimentazione delle tecnologie I4.0

Non sussistono evidenze di una maggiore o minore diffusione delle iniziative in oggetto in relazione al differente contesto e applicazione. Sembra che il criterio per trovare un tasso maggiore di penetrazione di progetti di sperimentazione e adozione, sia quello dimensionale, o comunque in aziende dove i processi aziendali sono più strutturati e codificati. Lo stato di implementazione nelle PMI in tale contesto sembra risultare comunque molto basso.

2. Driver per l'adozione

Gran parte delle iniziative è comunque stimolata o indotta dalla presenza di incentivi fiscali (ad es. iper-ammortamento su acquisto di nuovi macchinari, purché interconnessi). L'introduzione di sistemi di interconnessione e di un maggiore livello di digitalizzazione del processo produttivo interno all'impresa ha poi l'obiettivo di ridurre i costi e aumentare la produttività (in primis, riducendo le attività senza valore aggiunto o automatizzandone i contenuti). Sono poche le iniziative che nascono con lo scopo di sperimentare nuovi modelli di business, di trasformazione radicale nei modi di produzione e/o commercializzazione.

3. Ostacoli alla diffusione delle iniziative I4.0, sia a livello di filiera che di singola impresa

I principali ostacoli da superare sono di tipo culturale: occorre in primis far comprendere che industria 4.0 non è soltanto un modo per rinnovare il parco macchine, e che le tecnologie digitali produrranno un impatto significativo su processi, pratiche e modelli di business anche consolidati. La sperimentazione di tali tecnologie è però limitata perché non è semplice – in particolare per le figure apicali di PMI di stampo padronale (family business) immaginare il futuro della propria azienda. Chi dovrebbe occuparsi di sviluppare la *vision* e i piani strategici, è ostacolato dalla necessità di dedicare gran parte del proprio tempo e delle proprie energie in compiti di pratica quotidiana, per la risoluzione di problemi, per adempimenti burocratici, etc.

Oltre alla difficoltà pratiche, viene indicata la mancanza di cultura e propensione verso l'innovazione digitale, oltre che di superficiale conoscenza dei paradigmi di adozione. Una soluzione può arrivare dai rapporti diretti che l'imprenditore o il manager della PMI – che in genere cura direttamente questi aspetti – può instaurare con i fornitori di tecnologie di produzione (OT) e informatiche (IT). I progetti integrati di filiera sono pressoché assenti, ma le relazioni con i grandi vendor di tecnologia sono comunque utili per spingere queste dinamiche di innovazione.

4. Tecnologie di maggiore interesse

In questo distretto tecnologico sembrano scaturiti anche progetti e sperimentazioni promettenti, in particolare riguardanti applicazioni spinte di automazione industriale, di robotica collaborativa e sistemi avanzati di produzione. Vi è una maggiore diffusione delle abilitanti primaria (internet industriale, e interconnessione/integrazione orizzontale/verticale), mentre altre tecnologie sembrano di minore interesse. In particolare, non si rilevano casi di *mixed reality* a supporto delle attività di progettazione, formazione, vendita, manutenzione. In generale è possibile affermare che tali sperimentazioni non hanno ancora generato casi di evidente successo.

5. Cultura data-driven

La cultura relativa al valore del dato nelle decisioni aziendali sembra poco diffusa, o comunque meno rilevante rispetto alla reputazione e alle competenze delle figure chiave del processo decisionale. Di fatto, la decisione non è corretta in quanto suffragata da fatti e dati, bensì perché dettata dall'esperienza, intuito, e conoscenza delle figure chiave. In parte questo è dovuto anche alla mancanza di dati di adeguata qualità e quantità. Si lamenta che i dati a disposizione delle imprese siano parziali, destrutturati, non consistenti, dispersi in molteplici archivi. Questa mancanza può superarsi basando le decisioni su informazioni e benchmark non sviluppati internamente, ma derivati da banche dati settoriali e da business case. Occorre però convincere ogni referente di funzione/area a operare in modo

trasparente per il successo del progetto di innovazione, condividendo strumenti e informazioni.

6. Servizi alle imprese e supporto delle policy

Anche in questo contesto è necessario favorire, con servizi e interventi mirati, lo sviluppo di nuove skills, tramite reskilling del personale e/o tramite assunzione di figure professionalmente in grado di operare a supporto delle iniziative di sperimentazione (e.g. *innovation manager*). Altro servizio di estremo interesse può essere l'accompagnamento alla scoperta di *best practice* settoriali e cross-settoriali, storie di successo in merito all'applicazione delle tecnologie e dei paradigmi I4.0, dove si possa apprendere il modello organizzativo e culturale adottato, oltre alle soluzioni tecnologiche di interesse. Sembra infatti di interesse per le figure apicali poter valutare la convenienza economica di quanto proposto, tramite modelli di valutazione del ROI, basati su dati derivanti da banche dati e business case industry-specific. Lo stimolo alla organizzazione di progetti pilota, anche in modalità showcase e consortile, può essere di utilità per questo scopo.

Altra esigenza segnalata, con particolare riferimento alla introduzione delle soluzioni di automazione industriale e integrazione OT/IT per il miglioramento delle prestazioni dei processi produttivi, è quella di ricevere con continuità servizi di audit finalizzati a valutare il posizionamento dell'impresa ("readiness" dei diversi ambiti per la introduzione, maturità delle capacità di adozione e sfruttamento), da cui definire facilmente ed efficacemente le *roadmap* e i piani di introduzione.

6. Indicazioni di policy

di Mauro Lombardi, (DISEI - Università degli Studi di Firenze) e Marika Macchi (DISEI - Università degli Studi di Firenze)

6.1 Premessa

Le indicazioni di *innovation policy* a livello regionale, qui esposte sono innanzitutto l'esito di riflessioni sui risultati dei focus group con le imprese, mentre alcune riflessioni più puntuali sono enucleate nei singoli paragrafi precedenti. Dalla visione di insieme è stato infatti possibile individuare tratti comuni e fabbisogni innovativi emergenti, pur nella eterogeneità della composizione dei vari set di interlocutori coinvolti e della loro appartenenza settoriale, che possono avere una portata generale.

Occorre al tempo stesso mettere in luce che è stato effettuato un tentativo di proiettare quanto emerso sullo sfondo dinamico, costituito dall'evoluzione più generale dello scenario tecnico-scientifico e produttivo, con il quale non sempre le attività economiche intervistate sembrano cimentarsi. La necessità di questa operazione è data dalla scarsa (o mancata) consapevolezza delle grandi traiettorie di trasformazione. Da essa, infatti, dipende la possibilità di rimanere o meno disarmati e privi di orientamento rispetto alle sfide competitive, solo in parte note, che le aziende di ogni settore merceologico dovranno fronteggiare. In altri termini, le probabilità di *failures* sono inversamente proporzionali al gap cognitivo e strategico che si verrebbe a determinare in conseguenza del divario tra l'accelerazione innovativa, in atto a livello globale, e la limitata attitudine a percepirne la rilevanza sul piano dei modelli organizzativi e di business, spesso ritenuti dagli stessi imprenditori come "mondi differenti" rispetto al proprio.

Alla luce di queste considerazioni nelle pagine successive viene delineato un mosaico (variegato e composito) di politiche per l'innovazione a livello regionale, composto da tre *building blocks*, tra loro strettamente connessi da un punto visto concettuale e strategico:

1. coordinate generali dei processi di trasformazione;
2. aspetti e peculiarità emergenti dal mondo delle imprese;
3. linee multi-dimensionali per potenziali interventi strategici.

6.2 Coordinate generali dei processi di trasformazione

6.2.1 Sfatare un mito diffuso su Industria 4.0

È innanzitutto doveroso sfatare alcune convinzioni diffuse, che possono offuscare la comprensione dei processi dinamici da parte degli operatori socio-economici. Molto spesso si sostiene che “Industria 4.0” (d’ora in poi I4.0) sia la definizione sintetica di un processo generalizzato di digitalizzazione dell’impresa, senza però entrare in profondità nell’analizzare il contenuto preciso di questa affermazione di carattere generale. Cerchiamo allora di esplicitare in modo compiuto la portata dell’espressione. I4.0 sintetizza una realtà sempre più complessa e in continuo mutamento (D’Aveni, Dagnino e Smith, 2010; Grandori, 2013; Porter e Heppelman, 2015; Burton e Obel, 2018):

1. Processi e prodotti divengono *multi-technology* e quindi l’esito delle interazioni teoriche e sperimentali tra differenti domini conoscitivi, ciascuno dei quali a sua volta soggetto ad un’incessante evoluzione a causa dell’intensità e dell’estensione della dinamica di generazione delle conoscenze, simultaneamente in molti campi disciplinari.
2. L’evoluzione delle proprie competenze e l’interazione con altre entità (imprese, collettivi di ricerca, competitori, entità che svolgono attività complementari) divengono imperativi ineludibili, pena il certo spiazzamento competitivo. La diffusione di innovazioni imprevedibili genera sorprese spiacevoli se si rimane confinati nei propri orizzonti strategici, improntati a radicate convinzioni di successo nel passato, ma obliate da innovazioni profonde come quelle in corso.
3. Nessuna impresa e/o centro di ricerca può quindi pensare di possedere tutte le conoscenze necessarie per dare origine ad un prodotto.
4. Le imprese sono giocoforza spinte a diventare nodi di reti interattive, sistemi aperti al confronto e alla costruzione di partnership strategico-progettuali.

È fondamentale effettuare un continuo monitoraggio della frontiera tecnico-scientifica e produttiva, a cui va logicamente connessa l’analisi del proprio posizionamento tecnico-competitivo rispetto alla stessa frontiera. È chiaro, infatti, che la prossimità o meno implica un differente potenziale di ricerca delle soluzioni a problemi economico-produttivi e di conseguenza una differente capacità di entrare in spazi conoscitivi diversi dal punto di vista dei modelli di business. Si tratta in sostanza di dotarsi delle basi per avviare processi di ricerca diretti ad escogitare linee di trasformazione tali da evitare lo spiazzamento competitivo, altrimenti inevitabile. Non è infatti pensabile che una delle tradizionali forme di difesa degli operatori, cioè il “presidio di nicchie di mercato”, possa avere elevate possibilità di successo, a meno che esse siano inserite in strategie innovative effettuate da altri. Un esempio reale è

l'attività di falegnameria (individuale), collocata come attività funzionale, mirata e di pregio, nell'ambito di strategie di un global player. E' difficile ipotizzare che esperienze di questo tipo possano assumere una portata generale, né un apparato produttivo di consistenti dimensioni quantitative può essere concepito come un insieme di nicchie molto ristrette di elevata qualità.

6.2.2 I4.0: necessità di nuovi orizzonti strategici

Dalle riflessioni appena svolte si evince un elemento cruciale: le attività economiche di ogni tipo - dal taxi alla sartoria, dalla vendita al dettaglio alla produzione di alta gamma della moda o dell'*high-tech* - sono spinte a ridefinirsi profondamente, non secondo un generico "riorientamento" verso non si sa cosa, bensì sulla base di una sistematica analisi della propria operatività, della *knowledge-base* posseduta e delle strutture interattive in cui si è inserite per svolgere attività di progettazione innovativa in uno scenario ad elevata intensità innovativa. In questa prospettiva diviene essenziale l'adozione di un *open mindset*, che può indurre ad acquisire nuova consapevolezza dei propri limiti e delle potenzialità che si stanno invece aprendo, le quali sono raggiungibili se si comprende appieno l'esigenza di competenze differenti da quelle del passato. Un'importanza fondamentale assume pertanto la **diffusione di cultura sistemica**, cioè la necessità di pensare e approfondire le interrelazioni e interdipendenze tra varie componenti della propria attività e quelle di altre imprese, operanti anche in campi molto differenti e apparentemente lontani (IDA, 2012; Lombardi, 2017; Cheng et al., 2018; CB Insight, 2019). La diffusione di cultura sistemica va necessariamente di pari passo con l'apertura mentale e la disponibilità a collaborare sia all'interno dell'impresa, che va concepita come una rete di team a vari livelli (dal più elementare al più complesso), che all'esterno, cioè con altre entità dotate di un *mindset* simile e complementari ai fini del raggiungimento di certe finalità economico-produttive, quali la risoluzione di problemi alla base dell'ottenimento di funzionalità dei beni o servizi. Deve essere però chiaro che questo modello di impresa reticolare e distribuito è molto diverso dal passato, rappresentato ad esempio dalla frammentazione del ciclo produttivo all'interno di un distretto industriale o cluster produttivo: le unità coinvolte nella progettazione e/o esecuzione di un processo e di un output sono tenute insieme dalla nuova "intelaiatura" dei processi reali ("*fabric of reality*"), cioè dall'infrastruttura al tempo stesso materiale e immateriale dell'universo fisico-digitale. Le interazioni continue e dinamiche tra componenti fisiche e la loro rappresentazione digitale si sviluppano su basi cognitive e logiche operative del tutto differenti, correlate a modelli manageriali e modelli di business da ridefinire. Il fulcro dinamico dei sistemi non è tanto l'attività pratico-manipolativa di dispositivi, quanto e soprattutto l'evoluzione interattiva delle informazioni incorporate in oggetti e processi, che cambiano continuamente.

Tutto questo richiede una **maggiore propensione strategica**: la natura diffusa e distribuita delle conoscenze possedute dalle unità operative, che devono interagire e realizzare scambi informativi a vari livelli e a molteplice scala territoriale, richiede paradossalmente un incremento di centralizzazione strategica. Senza quest'ultima, infatti, la conoscenza distribuita si trasformerebbe in dispersione casuale e randomizzata, rendendo improbabile il raggiungimento di obiettivi comuni di produzione di output soggetti a continue variazioni.

In estrema sintesi, quindi, è necessario un salto qualitativo nel **connubio tra pensiero sistemico e pensiero strategico**; possiamo anzi sostenere che essi sono attualmente aspetti co-essenziali di un unico ingrediente fondamentale dell'impresa che intenda operare nello scenario precedentemente tratteggiato.

6.3 Aspetti e peculiarità emergenti dal mondo delle imprese

Nonostante i set di imprese partecipanti al focus group e le imprese rispondenti agli assessment non possono costituire un campione perfettamente rappresentativo, sono comunque sufficientemente popolati (gli assessment) e qualificati (i focus group) perché possano costituire una serie di micro-osservatori qualificati di quanto accade nelle rispettive pertinenze. Va tenuto altresì presente che siamo infatti in presenza di unità significative sul piano dell'operatività e della propensione a riflettere sulle specifiche tendenze settoriali, ampliando al tempo stesso l'orizzonte della riflessione rispetto a nuovi input provenienti dall'ambiente competitivo.

6.3.1 Tratti comuni emersi nei focus group

Il primo elemento che balza agli occhi è il relativamente contenuto grado di maturità della consapevolezza delle imprese circa la valenza, le potenzialità e le implicazioni dello scenario definito dall'espressione I4.0. Ciò è coerente con quanto è stato rilevato nell'Indagine MET nazionale (MET-MISE, 2018) e dall'approfondimento effettuato per la Regione Toscana (MET-Regione Toscana, 2018). Non desta quindi sorpresa il fatto che la limitata consapevolezza si traduca in scarse implementazioni di ipotesi e progetti relativi alle cosiddette tecnologie abilitanti di I4.0.

Sembra però opportuno proporre una valutazione di carattere generale, articolata in due punti:

- a. i fenomeni indicati evidentemente riflettono una cultura imprenditoriale del tutto tradizionale, incentrata sull'idea che le unità di minori dimensioni siano da ritenere in qualche modo estranee

a trasformazioni che riguardano soprattutto le grandi imprese. Questa apparentemente radicata convinzione deriva dalla mancata diffusione di un'appropriate cultura digitale, intesa nei termini descritti nel precedente paragrafo. Traspare, infatti, dai resoconti dei workshop un punto di vista molto parziale sulla digitalizzazione, vista come un'operazione quasi specialistica e specifica per singole fasi, senza essere invece consapevoli del fatto che siamo di fronte ad una prospettiva completamente diversa in merito alle sequenze di fasi economico-produttive. Come abbiamo cercato di chiarire precedentemente, la rappresentazione digitale dell'intero processo e dell'output richiede una visione integrata e sistemica. Sulla base di quest'ultima il dinamismo innovativo non può essere intrinsecamente "settorializzato" all'interno dell'impresa, mentre i confini della stessa impresa e dei settori divengono labili e permeabili, data la natura multi-technology e multi-disciplinare di processi e output.

- b. È logico, pertanto, che anche le realtà con interessanti ipotesi e progetti realizzati vedano depotenziate le loro iniziative, in assenza di un modello organizzativo e di un *mindset* all'altezza delle sfide odierne. Occorre sottolineare, inoltre, che la prospettiva – talvolta implicitamente adottata - di rimanere in una nicchia auto-protetta non legittima strategie di autodifesa, destinate ad essere comunque interessate dalla dinamica tecno-economica generale. Quest'ultima è infatti pervasiva e in costante accelerazione, per cui gli spazi di auto-contenimento difensivo sono destinati alla precarietà.

Il secondo elemento comune desumibile dagli incontri è una sorta di "disorientamento" delle imprese verso un mondo evidentemente poco conosciuto e spesso percepito come insieme di "opportunità da valutare caso per caso" con un'analisi costi-benefici per l'adozione delle tecnologie più appropriate rispetto alla propria realtà aziendale e al rendimento degli investimenti che queste possono portare nel breve/medio periodo. Non si tratta ovviamente di una valutazione infondata, bensì di un approccio "sfuocato" rispetto a I4.0, che andrebbe vista innanzitutto in termini di "insieme di problemi da risolvere" e quindi, successivamente, come set integrato di soluzioni da cercare e adottare, ovviamente sulla base di un'attenta valutazione tecno-economica integrata. Il tratto comune emerso è dunque la mancata focalizzazione della complessità dei problemi, dato che dai resoconti traspare anche un atteggiamento tipico di decisori con una *knowledge-base* datata, i quali si trovano di fronte ad un potenziale indefinito di opzioni, in sostanza una sorta di *portfolio range* di estensione ignota per quanto riguarda l'insieme delle alternative teoricamente disponibili. Per contro, è solo a partire da una ricognizione sistematica e precisa dei problemi individuali e di filiera che si possono acquisire gli strumenti cognitivi per poi affrontare processi di scelta delle tecnologie, sempre in una visione integrata e sistemica, non frammentata.

Alla luce di queste considerazioni si comprende come la quasi totalità delle imprese esprimano un terzo tratto comune: una indistinta necessità di nuova qualificazione del personale. Le esigenze espresse oscillano tra la richiesta di un'informazione generale sulla dinamica tecnologica e quella di fabbisogni più specifici, quali l'uso di Internet per finalità di mercato, oppure di strumenti per la prototipazione rapida, oppure ancora l'idea di creare piattaforme per i rapporti con la domanda, eventualmente mediante il ricorso alla tecnologia *blockchain*. Nonostante tutto questo, vi sono realtà che hanno affrontato temi rilevanti come la *cybersecurity*, evidentemente connessa al possesso di dati sensibili e oggetto di attacchi. In questi casi, però, abbiamo attività poco strutturate, con informazioni parzialmente digitalizzate e raramente analizzate in modo sistematico. L'approccio *data-driven* risulta "sostanzialmente non attuato". È di conseguenza chiaro che situazioni paradossali come queste sono indicatori delle cause profonde della limitatezza del grado di maturità verso I4.0. Tali cause possono essere così individuate: I) natura ancora molto tradizionale dell'attività svolta; II) limitatezza delle competenze possedute, unite a frammentarietà delle visioni; III) parziale impermeabilità nel comprendere la pervasività di nuove tecnologie per l'*information processing*, specie in alcune attività economico-produttive.

Il quarto tratto comune rilevato nel corso degli incontri con le imprese riguarda l'orizzonte e la cultura manageriale. In qualche caso si parla di una vera e propria criticità, in altri di una sorta di chiusura mentale, in altri ancora di una insufficiente consapevolezza. Più in generale appare evidente un gap manageriale, laddove vi è una diffusa vischiosità, di molteplice natura, dei processi di apprendimento.

6.3.2 La sfida manageriale

La tendenza radicata ad affidarsi a pratiche consolidate nel corso degli anni è al tempo stesso effetto e causa di un atteggiamento diffuso in più settori di attività, che sono invece coinvolti in processi di profondo cambiamento a scala globale, i quali richiederanno un management consapevole delle sfide da affrontare con un *mindset* sistemico e propenso all'elaborazione strategica, anziché un approccio incentrato su "operazioni di routine". Non solo sarebbe quindi necessario adottare un orizzonte decisionale di medio-lungo periodo, ma è essenziale pensare e progettare in termini di interdipendenze tra processi sottoposti a controllo e management dei processi informativi.

Un ulteriore indicatore della necessità di elevare la cultura manageriale è costituito dalla convinzione diffusa che un approccio I4.0 non sia alla portata delle PMI e che le attività artigianali siano soggette a vincoli e rischi. Per quanto riguarda i primi, è abbastanza condivisa l'idea che la digitalizzazione, termine usato indistintamente, comporti costi elevati e sia quindi di limitata accessibilità, mentre si corre il rischio di perdere contenuti tecnico-professionali che sono un connotato distintivo di

lavorazioni peculiari della nostra regione. È da mettere in evidenza a questo proposito il prevalere di una conoscenza troppo focalizzata sul passato, dal momento che – si pensi al cosiddetto movimento dei “*new makers*”¹⁶– le nuove tecnologie aprono scenari e impensabili potenzialità nella progettazione multi-dimensionale dinamica, con applicazioni quasi infinite in ogni branca di attività. Il movimento dei *new makers* è internazionale e coinvolge funzioni progettuali e produttive nell’ambito dell’artigianato elettromeccanico, nel legno, e così via. È anzi da ritenere che la diffusione di cultura “*maker*” possa costituire un ulteriore, potente impulso al cambiamento dell’orizzonte e della cultura manageriale, proprio in aree economico-produttive toscane, dove ancora predomina un *mindset* tradizionale, non aperto all’innovazione odierna e alle sfide che si profilano. Uno dei punti che difficilmente emerge o, si potrebbe senza esagerazione affermare, che non appare minimamente, è la trasversalità di una cultura manageriale che deve essere necessariamente multi-disciplinare e comunque prontamente recettiva verso segnali e informazioni innovative, la cui gamma di esplicazione ha sempre più di valenza intersettoriale.

Sulla base dei risultati dei focus group il cammino da percorrere in questa direzione sembra ancora molto lungo e irto di difficoltà da superare, ma è opportuno essere consapevoli che non esistono alternative ad un *mindset* aperto, sistemico, multi-dimensionale, basato sull’idea della complessità dei processi e di elaborazione della conoscenza.

Date le considerazioni appena svolte, è sorprendente che proprio imprese operanti nello “*smart manufacturing*”, rilevino criticità “di natura culturale, organizzativa e gestionale”, per superare le quali bisogna introdurre nuove skills e nuovi strumenti di supporto alla sperimentazione, eventualmente tramite il ricorso alla dimostrazione diretta da parte di *best practices* intersettoriali, com’è logico che sia in uno scenario a cui ci siamo richiamati più volte nelle pagine precedenti. Siamo quindi ad un punto nodale dello stentato processo di trasformazione verso I4.0. Uno dei motori propulsivi del mutamento, ma forse si tratta di quello decisivo, è la capacità delle imprese di effettuare un salto qualitativo sul piano del management. Ciò non vale solo per le aziende di maggiore dimensione, bensì per tutte e probabilmente a maggior ragione per quelle minori, che devono dotarsi di strumenti in grado di proiettarle in un mondo fisico-digitale senza confini territoriali, né campi tecnico-disciplinari ben definiti come in passato. Le tecnologie dell’informazione e della comunicazione (ICT) creano infatti per ogni entità (individuale o collettiva, quali imprese, centri ricerca, Istituzioni) la possibilità di accedere ad un universo globale di relazioni e scambi informativi, un vero e proprio spazio informativo globale. Le barriere all’entrata non sono costituite da fabbisogni di capitale e dall’infrastruttura tecnologica carente, quanto

¹⁶ Con questa espressione si indica, sulle orme del bestseller di Chris Anderson con lo stesso titolo, il movimento degli “artigiani digitali”, per così dire, cioè dei nuovi auto-imprenditori, che creano imprese e svolgono attività grazie all’impiego di nuove tecnologie (open source, 3Dprinting ecc.).

dalla propria dotazione cognitiva, ovvero la *knowledge-base* individuale e collettiva (impresa, centro di ricerca, area territoriale).

La dotazione conoscitiva e strategica di imprese e organizzazioni deve allora costituire l'ambito cruciale di intervento in un'epoca contraddistinta da una estensione e accelerazione senza precedenti della dinamica tecno-economica.

6.4 Linee multi-dimensionali per potenziali interventi strategici a livello regionale

L'analisi sviluppata nelle pagine precedenti ha messo in luce alcuni punti, che sono qui ripresi specificamente, sui quali riteniamo importante focalizzare le iniziative strategiche future, che non possono avere protagonisti esclusivi, ma occorre invece porre al centro Partnership strategico progettuali tra Pubblico e Privato.

6.4.1 Formazione trasversale

Facendo leva sul riconoscimento diffuso dell'esistenza di lacune basilari in tema di formazione digitale, riteniamo importante che una direttrice strategica di azione debba essere costituita dal diffondere nuovi fondamenti di cultura operativa per attori del mondo economico-produttivo. Intendiamo riferirci non alla formazione digitale nel significato generico frequentemente adoperato, ma a qualcosa di completamente diverso. Il nostro punto di partenza è, infatti, l'idea-chiave sintetizzata nel "pensiero computazionale", per indicare che occorre far acquisire metodologie idonee a concettualizzare problemi e sfide in un'epoca in cui dispositivi computazionali sono diffusi ovunque (i cosiddetti *pervasive computing, ubiquitous computing*). Gli operatori economico-produttivi devono essere in grado di inquadrare il contesto competitivo, alla ricerca di problemi tecnico-produttivi da risolvere, sviluppando al contempo la capacità di individuare set di problemi, modellizzandoli in termini tali da poter essere affrontati mediante linguaggi di programmazione. Non si tratta quindi di formare dei programmatori, bensì dello sviluppo e della diffusione di conoscenze preliminari alla loro formulazione sul piano computazionale.

Cultura digitale significa pertanto, nella nostra visione, arricchire la dotazione conoscitiva degli operatori con una strumentazione teorica e pratica tale da consentire ad essi di elaborare una rappresentazione delle sequenze economico-produttive come sequenze di problemi da risolvere o già risolti, studiando le connessioni logico-operative, l'evoluzione in base alle traiettorie tecnologiche

generali e alle emergenze in termini di nuovi modelli di business. È chiaro che questo tipo **di formazione di base non può che essere trasversale e multi-disciplinare**, ovviamente senza prescindere da conoscenze tecnico-scientifiche basilari e al tempo stesso favorendo un ampliamento degli orizzonti culturali di riferimento sul piano dei modelli organizzativi e manageriali. Ci riferiamo, a titolo di esempio, delle implicazioni dell'adozione di un modello di impresa come rete di team interni ed esterni, da un lato, e dall'altro alla concezione della stessa impresa come insieme di nodi interattivi, in parte autonomi e in parte soggetti al controllo del livello di centralizzazione strategica, cioè delle unità responsabili della realizzazione di un output funzionale. Pensiamo sia chiaro come l'intelaiatura informatico-computazionale su cui si basa lo svolgimento del processo produttivo costituisca il sostrato, che modella ed è a sua volta influenzato sia dai flussi di informativi provenienti dal mercato, sia dall'evoluzione tecnico-scientifica, sia dai cambiamenti culturali nei modelli socioeconomici.

In presenza di un mondo siffatto, caratterizzato da processi di complessità medio-alta, causata dalle molteplici interdipendenze a varia scala tra una molteplicità di fattori, i modelli mentali con cui gli attori economico-produttivi concepiscono e rappresentano i processi reali sono costretti a cambiare profondamente. In una sintetica e provvisoria formulazione finale, la nuova cultura digitale da diffondere trasversalmente su tutte le attività economiche, a partire dai livelli manageriali più alti, dovrebbe essere modellata su questi capisaldi:

- impresa come sistema aperto che processa incessantemente informazioni di fonte molto diversificata;
- impresa come insieme di competenze interattive a vari livelli nell'ambiente interno ed in quello esterno, quindi strutture interattive con una molteplicità variabile di attori;
- logica d'impresa e logica computazionale, ovvero come armonizzare modelli di interazione e rappresentazione dinamica dei problemi tecnico-produttivi, cioè delle sequenze di fasi;
- diffusione di forme di *systems thinking* e *strategic thinking*, intese come paradigmi da impiegare nell'analizzare le dinamiche in cui si è inseriti e nel definire scenari entro i quali elaborare linee operative di medio-lungo periodo.

6.4.2 Analisi del posizionamento tecnico-produttivo

Lo sviluppo di attività formativa generalizzata, appena descritta nei tratti essenziali, deve essere strettamente connesso alla comprensione del proprio posizionamento tecnico-competitivo. A questo proposito è doveroso osservare che ovviamente le asimmetrie nella disponibilità di risorse materiali e immateriali necessarie per svolgere questo tipo di analisi crea inevitabilmente divari tra piccole e grandi

unità, tra reti solo locali e reti globali (*global player, hypernetworks*) in termini di conoscenze, potere di mercato, capacità di influire sulle direttrici evolutive della frontiera già di per sé mobile.

Asimmetrie e squilibri non sono eliminabili, ma è possibile ridurli agendo su tre livelli:

- I) la diffusione di cultura digitale nel senso spiegato nel paragrafo 3 è essenziale perché la stessa impresa acquisisca capacità reattiva, sensibilità al cambiamento tramite propri rilevatori/sensori umani (individuali e in team) e sia altresì capace di monitorare costantemente la dinamica della propria rappresentazione dei problemi tecnico-produttivi in rapporto all'evoluzione della conoscenza del contesto competitivo;
- II) la creazione di strategie progettuali congiunte con altre imprese e centri di ricerca, in modo che gli scambi informativi possano generare nuove conoscenze delle interazioni tra contesti aziendali (problemi operativi) e dinamica conoscitiva generale (Centri di Ricerca e altre imprese);
- III) lo sviluppo di una pluralità di partnership Pubblico-Privato proprio allo scopo di monitorare la frontiera tecnico-scientifica e tecnico-produttiva, per poi elaborare congiuntamente nuovi problemi e nuovi modi di risolvere quelli esistenti. Si tratta in sostanza sia dell'attività che si è soliti definire "trasferimento tecnologico" sia, soprattutto, di riuscire a concettualizzare e progettare su nuove basi cognitive l'attività stessa dell'impresa. Non solo, quindi, flusso unidirezionale delle conoscenze dall'ipotetica frontiera verso le aziende, ma anche, e in special modo, flussi multidirezionali di conoscenze, con reciproco arricchimento e conseguente dinamismo tecnico-produttivo. Per questa via non è arbitrario ritenere che si svolga nelle stesse unità dei network economico-produttivi una vera e propria attività sperimentale (cosiddetta *experimental organised economy*, Eliasson 2005, Johansson, 2010) di grado più o meno elevato, a seconda del posizionamento rispetto ad una frontiera anch'essa mobile (*shifting frontier*).

Proprio la necessità di misurarsi con incessanti avanzamenti della frontiera deve indurre soggetti pubblici e privati ad un altro tipo di interventi strategici, questa volta di natura esclusivamente tecnico-scientifica.

6.4.3. Analisi sistematica della frontiera tecnico-scientifica e produttiva

Ritemiamo sia del tutto essenziale, nella straordinaria fase di transizione odierna, che a livello istituzionale si creino – ove non esistano oppure operino con differenti logiche - entità preposte all'analisi sistematica della frontiera mobile della dinamica tecno-economica, individuando traiettorie e delineando scenari. Il continuo arricchimento di funzioni conoscitive di tale natura, espresso in Report periodici, può costituire una fonte decisiva da cui gli operatori privati e pubblici possono trarre spunti per la riflessione e l'elaborazione strategica, magari stimulate e rese più dinamiche da seminari e convegni dedicati sia su temi di rilievo generale che su problematiche più specifiche. Specialmente in un periodo di forte permeabilità dei confini tra settori e imprese, l'incremento e la diffusione di conoscenze settoriali e intersettoriali possono generare impulsi decisivi per riorientare processi decisionali privati e pubblici, altrimenti destinati a proseguire su traiettorie consolidate, ma in progressivo esaurimento.

È anzi possibile e certamente auspicabile che per questa via emergano tematiche di rilevanza complessiva, sulle quali può essere ritenuto necessario realizzare macro-progetti a scala territoriale diversificata (regionale, inter-regionale, *cross-country*), mediante la creazione di reti strategico-progettuali, a loro volta basate su collaborazioni internazionali.

Un esempio ipotetico può essere addotto partendo dalla considerazione di uno degli ultimi seminari Faraday, svoltosi presso la Regione Toscana e incentrato sull'elettronica organica¹⁷. I temi trattati dal punto di vista tecnico e sul piano manageriale, in relazione all'esperienza di un Centro di ricerca operante a Colonia, potrebbero essere teoricamente oggetto di un esercizio progettuale congiunto italo-tedesco, tramite il quale il pubblico agisce da catalizzatore delle conoscenze e in collaborazione con associazioni imprenditoriali e reti interaziendali potrebbero essere innescate strategie innovative in alcune branche di attività. Questa è ovviamente solo un'ipotesi di scuola, per così dire, proposta al fine di dare un'idea di come un enorme potenziale di conoscenze attualmente non diffuse andrebbero valorizzate secondo l'architettura strategico-cognitiva qui suggerita, che sintetizziamo in cinque proposizioni e in una rappresentazione grafica (Figura 5.4.3.1):

1. Attività formativa trasversale, in modo da fornire un background conoscitivo idoneo a comprendere lo scenario tecnico-scientifico e produttivo odierno
2. Generazione di input per un aggiornamento della cultura manageriale
3. Processi catalizzatori di innovazione mediante analisi del posizionamento tecnico-competitivo generale e specifico, unitamente a stimoli per la formazione di reti interaziendali strategico-progettuali (Partnership Pubblio-privato)

¹⁷ Conferenza del Prof. Stephan Kirchmeier su "Organizzazione e Gestione of Center for Organic Electronics" (COPT) di Colonia, 18-10-2019

4. Macro-progettazione a scala decentrata.
5. Analisi sistematica della frontiera, correlata ad approfondimenti particolari di interesse intrinsecamente plurisettoriali (Funzioni di entità istituzionali).

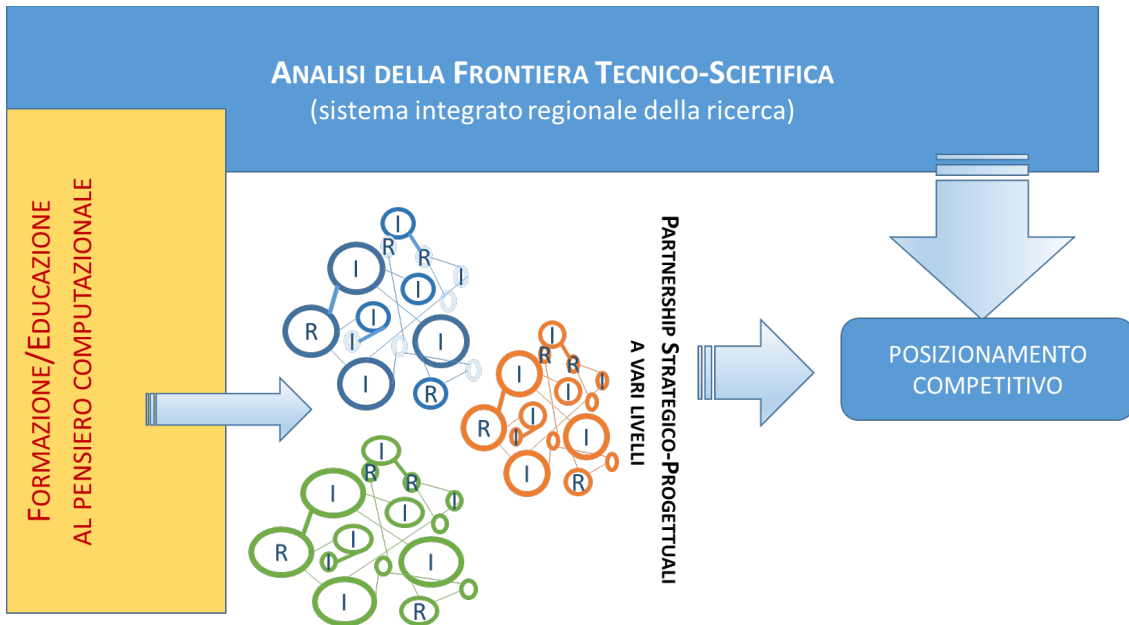


Figura 5.4.3.1 - Riposizionamento regionale nello spazio globale delle supply chain

7. Conclusioni

di Lorenzo Zanni (DISAG - Università di Siena)

Il presente rapporto prosegue lo sforzo di monitoraggio avviato dalla Regione Toscana sul tema Industria 4.0 che ha portato, nel tempo, prima a inquadrare il fenomeno sotto il profilo teorico (Lombardi, 2017), poi a definire degli opportuni strumenti di indagine che sono alla base del questionario di assessment da noi utilizzati (Fantoni et al. 2017), infine a una prima indagine empirica finalizzata a effettuare una prima comparazione di dati su base nazionale (MET, 2018). Il tema della rivoluzione digitale connessa a Industria 4.0 è attualmente oggetto di ricerche anche in altre regioni e ha dato vita a degli Osservatori (come quello proposto dal Politecnico di Milano) o a indagini sul campo basate sulla raccolta e studio di singoli casi aziendali ritenuti rappresentativi (De Toni e Rullani, 2018).

L'accordo di collaborazione scientifica siglato nel 2018 dalla Regione Toscana e da sette dipartimenti appartenenti a tre atenei toscani (Università di Firenze, Pisa e Siena) voleva fare un ulteriore passo avanti attraverso la realizzazione di un progetto di ricerca-intervento congiunto sul posizionamento delle imprese appartenenti alle principali filiere manifatturiere del sistema produttivo regionale rispetto ai processi di digitalizzazione riconducibili al paradigma e alle tecnologie Industria 4.0. Più in particolare il progetto di ricerca è finalizzato a:

- ricostruire le modalità con le quali le imprese interessate ai processi di digitalizzazione modificano ed orientano i loro modelli di business;
- fornire indicazioni di policy relativamente alle azioni regionali in materia di trasferimento tecnologico, individuando modalità e strumentazioni orientate a favorire il matching pubblico-privato rispetto all'accesso alle tecnologie digitali o riconducibili in generale a Industria 4.0.

L'indagine svolta dai tre atenei toscani ha rappresentato anzitutto una concreta occasione di *check up* rivolta ad alcune piccole e medie imprese toscane per valutare, attraverso personale qualificato, il loro grado di maturità tecnologica di fronte al nuovo paradigma I. 4.0; sul piano della ricerca empirica il presente studio rappresenta altresì un ulteriore passo per comprendere lo stato di avanzamento tecnologico delle PMI del comparto manifatturiero toscano, al fine di poter identificare quei fattori critici su cui poi focalizzare l'attenzione non soltanto della Regione Toscana, ma anche dei diversi stakeholders istituzionali che compongono l'ecosistema innovativo (università, organismi gestori dei distretti tecnologici, associazioni di categoria, sistema del credito, ecc.).

A tal proposito tentando una prima sintesi dei dati analizzati relativi alle 421 imprese intervistate, emergono **quattro principali spunti di riflessione** meritevoli di futuri approfondimenti.

Il primo si riferisce allo stato generale delle PMI toscane. Sebbene non sia possibile paragonare i dati della nostra analisi a quelli nazionali (considerando la tipologia di questionario adottato che è stato sviluppato dalla Regione Toscana e risulta diverso da quello impiegato in altri rapporti nazionali), possiamo osservare che mediamente le PMI indagate presentano dei valori di evoluzione tecnologica 4.0 intermedi o bassi. Il questionario adottato, infatti, presenta degli indici di sintesi i cui valori vanno da un livello minimo di 1 ad un livello massimo 6.

Nel Capitolo 3 abbiamo visto che le nostre aziende presentano un livello di maturità tecnologica tra Beginner e Intermediate, presentando un valore medio di 2.6 (Grafico 3.1). Tale valore deriva dalle due macro-aree strutturali (livello operativo e organizzativo), a loro volta costruite sulle 4 aree strutturali: le risorse e i sistemi informativi (livello operativo) e la struttura organizzativa e la cultura (sistema organizzativo) (Fantoni et al., 2017). In particolare, come si evince dal Grafico 6.1, le aziende oggetto dell'indagine hanno un livello di poco inferiore a 3, ma solo per quanto riguarda i sistemi informativi, mentre presentano un indice molto basso per quanto riguarda la struttura organizzativa. Sembrano pertanto confermarsi alcuni ritardi del sistema toscano a fronteggiare le sfide di Industria 4.0, coerentemente a quanto emerso anche da altri rapporti (cf. il Rapporto MET 2018), e ciò pare principalmente dipendere dai ritardi accumulati con riferimento alla macro-area organizzativa. Va altresì evidenziato che tali valori di maturità tecnologica 4.0 sono probabilmente sovrastimati rispetto a quelli dell'intero universo manifatturiero toscano; infatti, sebbene non si possa parlare di un campione rappresentativo dell'industria toscana, le aziende analizzate sono state in prevalenza selezionate tra le realtà più dinamiche e innovative del territorio (sulle logiche di selezione del campione adottate dal gruppo di ricerca insieme a Irpet si rinvia alla Sezione 1).

La fotografia scattata non ci restituisce l'immagine di un sistema industriale toscano immobile di fronte al cambiamento: è un sistema produttivo comunque in movimento, ma probabilmente si muove ad una velocità che non sempre è adeguata alle sfide sempre più complesse della competizione internazionale. In generale, a fronte di alcuni investimenti "puntuali" in macchinari e nuove tecnologie digitali permangono dei "colli di bottiglia" che mostrano ritardi nell'assunzione di figure specialistiche, la presenza di attività formative che spesso non si associano a processi di job rotation; taluni ritardi culturali nell'individuazioni e definizione di quali siano le competenze critiche nel nuovo scenario competitivo. Non ci preoccupa tanto il livello di decimale di punto di evoluzione tecnologica raggiunto in più o in meno dalle aziende intervistate, che sentitamente ringraziamo per il tempo e l'impegno che ci hanno dedicato in fase di rilevazione, ma i molti rifiuti che abbiamo dovuto registrare a causa di una rilevazione complessa che mal si coordinava con le attività correnti delle imprese e, probabilmente, con modelli imprenditoriali che stentano a cogliere la portata della sfida di Industria 4.0.

Questi aspetti devono sollevare spunti di riflessione non solo alle imprese, ma allo stesso sistema della ricerca toscano circa l'attuale sua reale capacità di accompagnare il processo di evoluzione tecnologica in uno scenario di rapidi cambiamenti di mercato e di crescente digitalizzazione dei processi: si evidenziano collaborazioni con centri di ricerca solo in un quinto degli attori intervistati, quindi ci sono margini per aumentare le attuali collaborazioni.

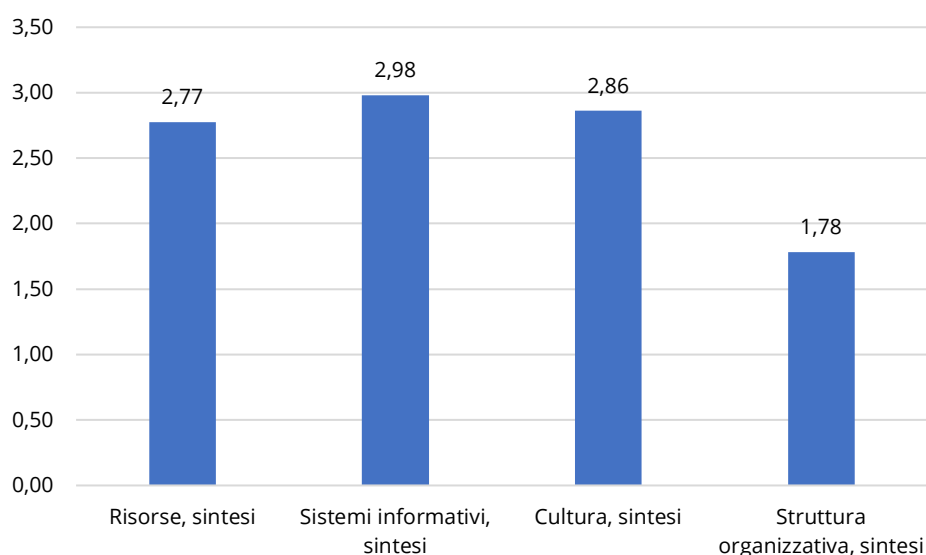


Grafico 6.1 - Sintesi delle macro-aree

Una seconda considerazione va fatta a livello settoriale. Come emerge dall'esame della sezione 3 del rapporto, ci troviamo di fronte a diverse traiettorie evolutive con alcuni settori più avanzati di altri nell'affrontare la sfida di Industria 4.0, soprattutto per quanto riguarda i sistemi informativi e la cultura (Grafico 6.2). Tali differenze possono avere una diversa motivazione spiegabile da:

- le specificità tecnico-operative dove in alcuni settori, pur in presenza di investimenti tecnologici, convivono diverse fasi in cui vengono ancora molto coinvolti i lavoratori e i supporti cartacei; in alcuni settori i tradizionali modelli produttivi artigiani devono confrontarsi e ibridarsi con le nuove tecnologie digitali e con nuovi sistemi di gestione del lavoro raggiungendo un nuovo equilibrio.
- La numerosità del campione indagato in ciascun settore che può determinare distorsioni nella lettura dei dati (si va da un tessile-abbigliamento con ben 163 aziende indagate, al settore della nautica con solo 4 aziende intervistate).
- La natura degli intervistati all'interno di ciascun settore (in alcuni casi taluni attori intervistati rappresentano imprese leader regionali con valori molto elevati che possono influenzare la media dell'intero settore).

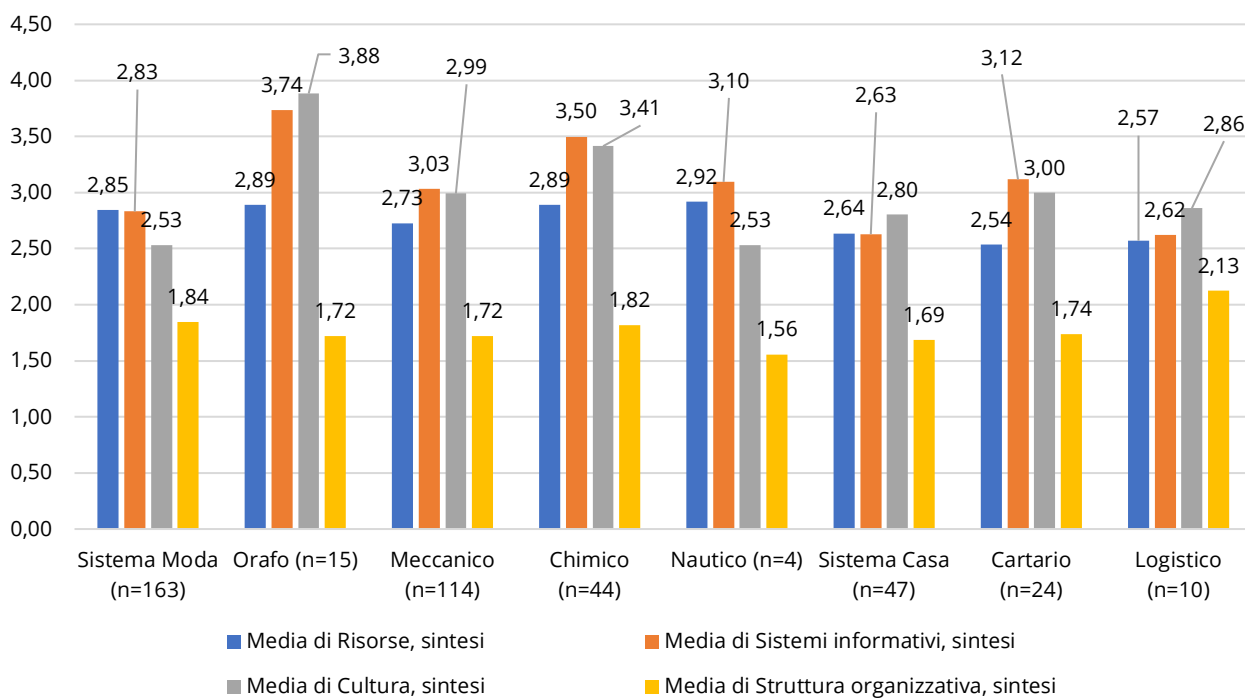


Grafico 6.2 - Sintesi delle macro-aree distinte per settori

In altre parole, non esiste una *one best way* per approcciare la sfida di Industria 4.0, né il raggiungimento di valori di soglia di maturità tecnologica alti sono richiesti allo stesso modo a tutti gli operatori. Quest'ultima considerazione ci fa supporre che uno dei motori di Industria 4.0 sia collegato, più che a caratteristiche settoriali, alla natura di risorse e competenze delle singole aziende e a comportamenti strategici più innovativi rispetto alla media del settore. Mancando tuttavia un'analisi fatta a livello di rete di relazioni, non ci è possibile dire quanto queste aziende facciano da traino nella rispettiva filiera; se ci siano nel territorio particolari comportamenti cooperativi o imitativi tra concorrenti operanti nello stesso settore o tra altri attori di filiere contigue. Si osserva però che in alcune aziende siano stati fatti investimenti in industria 4.0 non soltanto a livello di risorse e tecnologie, ma anche a livello organizzativo e di cultura come sembra dimostrare il fatto che le seguenti aziende presentano valori superiori a 4 sia nella parte cultura che nella parte di sistemi informativi. D'Altra parte, si osserva altresì che permangono forti ritardi nell'adozione di strumenti di comunicazione e condivisione di dati di tipo digitale a conferma che i rapporti di filiera vengono ancora spesso gestiti sulla base di una prossimità geografica oppure sono di tipo relazionale sociale/familiare (un fattore che in passato è stato di successo, ma che se non si evolve rischia di trasformarsi in un pericoloso effetto *lock in* per molte delle produzioni distrettuali toscane).

Questo aspetto solleva interessanti prospettive di sviluppo futuro che non hanno potuto avere risposta in questa prima nostra analisi e interessano la reale attendibilità e significatività di un valore di

sintesi generale di avanzamento tecnologico 4.0 in presenza di variabili settoriali e di mercato (modelli produttivi standardizzati o per commessa) che differenziano in modo rilevante le strategie delle imprese. Probabilmente il data base analizzato richiederebbe un'ulteriore rielaborazione con modelli di ponderazione dei livelli di intensità tecnologica capaci di considerare meglio tali peculiarità e di permettere una lettura "più fine" delle evidenze empiriche analizzate. Paradossalmente un valore di sintesi soddisfacente, se riparametrato o ponderato diversamente, potrebbe essere inferiore a quanto ora evidenziato; oppure un valore di maturità tecnologica mediamente più basso potrebbe essere più che adeguato considerando le specificità di specializzazione settoriale della singola azienda o della filiera toscana considerata. Su questi aspetti siamo consapevoli che il percorso di riflessione avviato è ancora agli inizi.

Un terzo elemento di riflessione concerne il ruolo del management aziendale che, nelle PMI spesso coincide con la proprietà. Il manager è colui che non solo può decidere di investire in tecnologie 4.0, ma soprattutto è colui che ne fa percepire l'utilità ai vari livelli, strategici e operativi. Come infatti emerso dai focus group, anche quando il management decide di investire in tecnologie avanzate, spesso si trova a scontrarsi con l'inerzia culturale e l'ostracismo delle linee operative. Oltre al livello degli investimenti effettuati conta quindi "la spinta" che all'interno dell'impresa opera il vertice capace di coinvolgere e guidare un processo di cambiamento complesso. Il taglio prevalentemente ingegneristico del questionario adottato permette di cogliere numerosi aspetti della transizione tecnologica in corso, ma non si riesce sempre ad approfondire i modelli organizzativi e i comportamenti che permettono alle imprese più innovative di superare gli ostacoli e le barriere culturali che frenano l'introduzione di soluzioni Industria 4.0 nelle aziende locali. Deve comunque far riflettere il fatto che per un gruppo consistente di imprese toscane emerga un problema di generale mancanza di consapevolezza e comprensione di cosa sia il modello di business dell'azienda: ciò in parte può dipendere da processi di transizione generazionale e familiare ancora in corso, ma segnala altresì anche il ritardo del sistema della formazione superiore toscana ad accompagnare un cambiamento che non è solo tecnologico, ma soprattutto manageriale.

Infine, un quarto punto di riflessione riguarda il ruolo delle politiche regionali. La difficoltà di ricondurre a un unico quadro di sintesi una realtà molto articolata e complessa conferma l'utilità di approfondire questa tematica con soluzioni di policy specifiche a livello di quei settori che sono più rilevanti per l'economia toscana. In altre parole, le esigenze che emergono per l'oreficeria aretina sono diverse da quelle della nautica della costa; così come le applicazioni 4.0 nel mondo Life Science toscano assumono traiettorie anche molto diverse da quelle della meccanica o da quelle del tessile-abbigliamento, dell'arredo-casa. L'ecosistema toscano, composto da più distretti tecnologici regionali affronta quindi delle sfide simili, ma presenta specifiche esigenze e risposte nei suoi diversi segmenti e

intersezioni di settori/territori. Dalle prime evidenze di singoli casi analizzati, ad esempio, emerge che attori posizionati a diversi livelli della filiera hanno bisogno di strumenti specifici e affrontano complessità diverse. Notevoli passi in avanti dovrebbero essere fatti per far dialogare meglio le filiere produttive presenti in Toscana che, ad oggi, vedono alcuni attori più avanzati di altri. L'impatto della rivoluzione di Industria 4.0 non dovrebbe fermarsi ai confini della singola impresa, ma estendersi al coinvolgimento dei vari attori operanti lungo tutta la filiera con un processo di condivisione che supera l'orizzonte di breve periodo. L'integrazione di tecnologie e competenze non conta solo a livello intra-aziendale (superando barriere tra le diverse finzioni aziendali), ma è critica anche a livello interaziendale (superando i confini delle imprese). Una sfida che può essere vinta solo se i diversi attori istituzionali dell'ecosistema innovativo toscano in gioco (enti locali, imprese, mondo della ricerca) sapranno dialogare e lavorare per raggiungere obiettivi condivisi con un orizzonte temporale di medio lungo periodo che va al di là dei lodevoli singoli strumenti di policy attualmente presenti.

Bibliografia

- BANCA D'ITALIA (2017), Dati statistici e statistiche relativi a distretto orafa aretino, Banca d'Italia, ISTAT, Roma.
- BRYNJOLFSSON, E., MCAFEE, A. (2012), *Race against the machine: How the digital revolution is accelerating innovation, driving productivity, and irreversibly transforming employment and the economy*, Lightning Source Inc
- BURTON, R.M., OBEL, B. (2018), The science of organizational design: fit between structure and coordination, *Journal of Organization Design* 7(5), 1-13
- CB Insight. (2017). *The 2016 AI recap: Startups see record high in deals and funding*. Accesso 20 Ottobre 2019, da <https://www.cbinsights.com/research/artificial-intelligence-startup-funding/>
- CHENG, Y, TAOA, F. XU,L., ZHAO, D. (2018), Advanced manufacturing systems: supply-demand matching of manufacturing resource based on complex networks and Internet of Things, *Enterprise Information Systems*, 12(7), 780-797
- CONFINDUSTRIA TOSCANA SUD (2017). *Studi, ricerche e progetti, Monitor dei distretti*, Confindustria Toscana Sud, Siena.
- D'AVENI, R.A. DAGNINO, G.B, SMITH, K. J. (2010), The Age of temporary advantage, *Strategic Management Journal*, 31, 1371-1385
- DE TONI F., RULLANI E., a cura di, (2018). *Uomini 4.0: ritorno al futuro. Creare valore esplorando la complessità*. Franco Angeli, Milano.
- ELIASSON, G. (2005) The nature of economic change and management in a new knowledge based information economy, *Information Economics and Policy*, 17, 428-456
- ENKEL, E., GASSMANN, O., CHESBROUGH, H. (2009). Open R&D and open innovation: exploring the phenomenon. *R&D Management*, 39(4), 311-316.
- FANTONI G., CERVELLI G., PIRA S., TRIVELLI L., MOCENNI C., ZINGONE R., PUCCI T. (2017), *Impresa 4.0: Siamo Pronti Alla Quarta Rivoluzione Industriale?*, Towel Publishing S.r.l.s, Pisa.
- GRANDORI, A. (2013), *Handbook of Economic Organization. Integrating Economic and Organization Theory*, Edward Elgar
- IDA (2012), *Emerging Global Trends in Advanced Manufacturing*, Alexandria: Institute for Defense Analyses.
- JOHANSSON, D. (2010), The theory of the experimentally organized economy and competence blocs: an introduction, *Journal of Evolutionary Economic*, 20, 185-201
- LOMBARDI M., a cura di, (2017). *Fabbrica 4.0: i processi innovativi nel "multi-verso" fisico-digitale*, Irpet, Firenze.
- MET, a cura di, (2018). *Le tecnologie 4.0 in Toscana*. Regione Toscana, novembre.
- MET-MISE, 2018, *La diffusione delle imprese 4.0 e le politiche*, Luglio
- OSTERWALDER, A. PIGNEUR, Y. (2010), *Business model generation*, Wiley, Ney Jersey
- PORTER, M., HEPPELMANN, J. (2015), How smart, connected products are transforming companies, *Harvard Business Review*, October, 96-114

- PUCCI, T., BRUMANA, M., MINOLA, T., ZANNI, L. (2017). Social Capital and Innovation in a Life Science Cluster: The Role of Proximity and Family Involvement. *The Journal of Technology Transfer*. doi: 10.1007/s10961-017-9591-y.
- PUCCI, T., ZANNI, L., FIORINI N. (2018). *Le Scienze della Vita in Toscana. Il governo istituzionale e imprenditoriale dei processi di sviluppo*. Towel Publishing, Pisa.
- TOSCANA FORMAZIONE (2017-2018), *Indagine sui fabbisogni professionali del distretto orafico aretino*. Novembre 2017-Gennaio 2018.
- WORLD ECONOMIC FORUM (2016). *The future of jobs: Employment, skills and workforce strategy for the fourth industrial revolution*, <https://epale.ec.europa.eu/it/node/18960>
- ZOTT, C., AMIT, R., MASSA, L. (2011). The Business Model: Recent Developments and Future Research, *Journal of Management*, 37(4), 1019-1042.

Sitografia:

www.istat.it

Ringraziamenti

Si ringraziano per la collaborazione:

Ing. Mattia Dimitri - Dipartimento di Ingegneria Industriale, Università degli Studi di Firenze

Ing. Francesco Poli - Dipartimento di Ingegneria Industriale, Università degli Studi di Firenze

Ing. Lorenzo Melani - Dipartimento di Ingegneria Industriale, Università degli Studi di Firenze

Ing. Cosimo Barbieri - Dipartimento di Ingegneria Industriale, Università degli Studi di Firenze

Dott.ssa Stefania Galli - Dipartimento di Scienze per l'Economia e l'Impresa

Dott. Luigi Martino - Dipartimento di Scienze per l'Economia e l'Impresa

Dott. Leonardo Mazzoni - Dipartimento di Scienze per l'Economia e l'Impresa

Dott. Simone Rastelli - Dipartimento di Scienze per l'Economia e l'Impresa

Ing. Giacomo Tazzini - ErreQuadro

Dott.ssa Sonia Ceccherini, Dott. Cristiano Mariani e Dott. Agostino Apolito - Confindustria Toscana

Dott.ssa Irene Burroni - Centro Sperimentale del Mobile e dell'Arredamento

Dott.ssa Ilaria Bedeschi - Centro Sperimentale del Mobile e dell'Arredamento

Dott. Francesco Mazzini - Distretto Tecnologico Toscano Scienze della Vita

Dott. Andrea Paolini - Distretto Tecnologico Toscano Scienze della Vita

Dott. Simone Bertini - Irpet

Autori



Gionata Carmignani. Professore associato nel settore dell'Ingegneria Economico-Gestionale presso l'Università di Pisa. Le attività di ricerca e didattica si concentrano sulle tematiche inerenti le *operations* industriali con particolare riferimento alla produzione, alla logistica e ai sistemi di gestione integrati qualità, sicurezza e ambiente.



Elena Casprini. Ricercatrice presso il Dipartimento di Studi Aziendali e Giuridici dell'Università di Siena. Durante il dottorato in Management presso la Scuola Superiore Sant'Anna, è stata visiting Ph.D. presso la Cass Business School (Londra, Regno Unito). I suoi interessi di ricerca si concentrano sull'innovazione dei modelli di business, l'*open innovation* e le imprese familiari. È esperta in metodologie qualitative, in particolare casi di studio. Ha pubblicato su riviste internazionali e nazionali e partecipa a progetti di ricerca nazionali e internazionali.



Franco Failli. Si laurea in ingegneria elettronica all'Università di Pisa nel 1992 e prosegue gli studi sempre a Pisa, con un dottorato di ricerca in Automazione e robotica industriale. Diventa ricercatore nel 1998 e attualmente è professore associato presso il Dipartimento di Ingegneria Civile e Industriale dell'Università di Pisa. Insegna Gestione della qualità nel corso di laurea in Ingegneria gestionale, dopo altre esperienze di insegnamento e di ricerca nel mondo della tecnologia meccanica e dell'automazione dei processi industriali.



Niccolò Fiorini. Assegnista di ricerca presso il Dipartimento di Studi Aziendali e Giuridici e presso il Liaison Office dell'Università di Siena. Ha conseguito il dottorato in Economia, Mercati ed Istituzioni presso l'IMT Scuola Alti Studi Lucca. È stato visiting PhD presso la Judge Business School dell'Università di Cambridge, Clare Hall College, UK. Da gennaio a luglio 2018 ha svolto un periodo di Alta Formazione e Ricerca presso il Fraunhofer Institute IAO di Stoccarda. I suoi interessi di ricerca riguardano Industria 4.0, agribusiness, marketing, start-up/spin-off e trasferimento tecnologico.



Mauro Lombardi. Professore associato presso il Dipartimento di Scienze dell'Economia e dell'Impresa dell'Università di Firenze dove insegna Economics of Innovation, Dal Responsabile scientifico del Laboratorio di Economia dell'Innovazione LEI Keith Pavitt presso il PIN srl, Membro del consiglio scientifico di BABEL-Blockchains and Artificial intelligence for Business, Economics and Law. È autore di numerosi contributi scientifici nei campi dell'Economia dell'innovazione, dello studio dei Sistemi d'impresa e dell'organizzazione socio-tecnica dei sistemi di produzione.



Marika Macchi. Assegnista di Ricerca presso il Dipartimento di Scienze per l'Economia e l'Impresa dell'Università di Firenze. I suoi ambiti di ricerca riguardano in particolare i modelli organizzativi connessi all'implementazione di nuove tecnologie, l'impatto delle nuove tecnologie nella gestione della *supply chain*, lo sviluppo delle *Innovation Policies* e delle *Digital Policies* nel contesto europeo.



Gianluca Murgia. Ricercatore in Ingegneria Economico-Gestionale all'Università di Siena. Dal 2016 al 2018 è stato visiting professor presso la Katholieke Universiteit Leuven. Ha conseguito il Dottorato di Ricerca in Ingegneria Economico-Gestionale presso l'Università degli Studi di Roma "Tor Vergata". Attualmente i suoi interessi di ricerca vertono principalmente sulle collaborazioni università-impresa e sul trasferimento tecnologico. Ha pubblicato i suoi studi in riviste internazionali quali *International Journal of Production Research*, *Journal of Technology Transfer*, *Science and Public Policy*, *Electronic Commerce Research*. Insegna "Marketing and Innovation Management" per la laurea magistrale in Engineering Management presso l'Università di Siena.



Marco Pranzo. Professore associato in Ricerca Operativa presso il Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione e delle Scienze Matematiche dell'Università di Siena. La sua attività di ricerca riguarda principalmente tematiche di ottimizzazione di problemi reali con particolare attenzione a problemi di scheduling della produzione, controllo del traffico ferroviario e problemi in ambito sanitario.



Mario Rapaccini. Laureato in ingegneria meccanica con il massimo dei voti e lode, dottore di ricerca in energetica, Professore Associato presso l'Università di Firenze dove insegna "Gestione dell'Innovazione". Fa parte del Faculty Staff della Scuola Sant'Anna di Pisa, della School of Business del Politecnico di Milano, dell'Università di Bergamo. Appassionato di nuove tecnologie, svolge attività di ricerca sulla digitalizzazione del modello di business delle imprese manifatturiere. Ha collaborato a progetti di formazione e innovazione per aziende globali quali Ricoh, Canon, Engie, Enel Green Power, IBM, Epson, Unicoop Firenze, Manutencoop, CoopService, General Electric Service Max, Baker Hughes, Tim, Leonardo.



Fabio Schoen. Professore Ordinario di Ricerca Operativa presso il Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione, Università degli Studi di Firenze; è adjunct professor per il corso "Operations Management" presso la New York University, Stern Business School. È editor associato delle riviste "Computational Optimization and Applications", "Journal of Global Optimization", "Operations Research Letters", "Optimization Methods and Software". Ha interessi scientifici nel campo dello sviluppo di algoritmi di ottimizzazione globale, delle applicazioni della ricerca operativa nel campo dei trasporti, nello studio della conformazione di molecole complesse, nei problemi di "packing" geometrico, nella determinazione di traiettorie interplanetarie ottimali, nel management sanitario, nell'ottimizzazione applicata al machine learning. È stato socio fondatore dello spinoff universitario KKT srl, ora parte del gruppo Verizon Connect.



Lorenzo Zanni. Professore Ordinario di Economia e Gestione delle Imprese presso il Dipartimento di Studi Aziendali e Giuridici (DISAG) dell'Università di Siena dove insegna Marketing, Marketing Internazionale e International Management. Attualmente è delegato del rettore dell'Università di Siena al Trasferimento Tecnologico, presidente della commissione spin off dell'Università di Siena, membro e coordinatore dell'Accademy Research Board del "Centro di competenza nazionale ARTES 4.0", membro del Comitato Scientifico del "Digital Innovation Hub Toscana" di Confindustria Toscana, membro della Cabina di Regia dell'"Ufficio Regionale di Trasferimento tecnologico" (URTT) della Regione Toscana.