

POLITECNICO DI TORINO

IV Facoltà di Ingegneria

Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Gestionale

Tesi di Laurea Magistrale

**Analisi sull'adozione delle tecnologie di Industria 4.0 nelle
PMI piemontesi**



Relatore:

Prof. Emilio Paolucci

Candidata:

Carolina Bianchi

Ottobre 2019

Sommario

I	Introduzione	1
II	Stato dell'arte dell'Industria 4.0.....	2
II.I	Le PMI e la nuova frontiera digitale	3
III	Analisi di settore.....	6
III.I	Rapporto Cerved 2018.....	6
III.II	Analisi del campione.....	8
III.II.I	Indicatori di bilancio.....	10
IV	Variabili Descrittive.....	17
IV.I	Marketing, Customer care e Vendite	18
IV.II	Risorse umane	21
IV.III	Automazione.....	22
IV.III.I	Macroarea: Progettazione.....	22
IV.III.II	Macroarea: Smart Product.....	25
IV.III.III	Macroarea: Produzione	25
IV.III.IV	Macroarea: Supply chain.....	29
IV.III.V	Macroarea: Logistica	30
IV.III.VI	Macroarea: Qualità	32
IV.III.VII	Macroarea: Manutenzione.....	36
V	Maturity model e Clusterizzazione.....	39
V.I	Maturity model.....	39
V.II	Cluster Analysis.....	44
V.II.I	Clusterizzazione gerarchica.....	44
V.II.II	Clusterizzazione non gerarchica.....	47
V.III	Cluster e aspetti di organizzazione aziendale.....	48
V.III.I	La cultura aziendale	48
V.III.II	Strategia e organizzazione	51
V.III.III	Lean Production.....	53
V.III.IV	Strategie di Ricerca, Sviluppo e Innovazione per Industria 4.0	54
VI	Factor analysis	57
VI.I	Analisi a sei fattori	57
VI.II	Analisi a quattro fattori	60
VI.III	Gerarchizzazione.....	62
VII	Conclusioni	64
	Bibliografia.....	66

I Introduzione

Il lavoro di tesi si concentra su un'analisi riguardante la maturità digitale di alcune PMI piemontesi al fine di comprendere l'applicabilità delle tecnologie di Industria 4.0. Inizialmente è stata effettuata una panoramica sui sistemi e i paradigmi introdotti dalla quarta rivoluzione industriale e sul ruolo che le PMI ricoprono in tale cambiamento. In secondo luogo, l'analisi si è focalizzata sullo studio dei dati emersi dalle risposte fornite ad una serie di questionari sul livello di maturità digitale presentati alle aziende dal Team di ricerca del Politecnico di Torino. I dati sono stati esaminati dapprima facendo uso delle statistiche descrittive, analizzando media e frequenza delle risposte per comprendere i trend riscontrati nel livello di automazione presente all'interno delle imprese. Successivamente sono stati assegnati, mediante un maturity model, punteggi alle aziende nelle varie aree funzionali per comprendere quali operations fossero più critiche dal punto di vista della gestione, del controllo dei dati e dell'applicazione delle nuove tecnologie digitali. I risultati ottenuti con tale analisi sono stati utilizzati come input per una clusterizzazione, che ha consentito di unire insieme le aziende che avessero riscontrato comportamenti simili. Tale raggruppamento ha permesso di identificare, come successivamente esposto, tre cluster differenti che corrispondono a livelli bassi, medio bassi e medio alti di propensione al passaggio verso la digitalizzazione. I cluster hanno, inoltre, consentito di comprendere i comportamenti delle PMI in aspetti come la cultura aziendale, l'organizzazione e la strategia di posizionamento. Infine, è stata eseguita un'analisi fattoriale grazie alla quale è stato possibile raggruppare insieme le varie tecnologie impiegate, mostrando quindi la correlazione tra esse. Dunque, tale studio ha permesso di evidenziare le principali criticità presenti e le aree in cui le aziende dimostrano di essere più carenti nel passaggio verso la digitalizzazione.

II Stato dell'arte dell'Industria 4.0

Il termine Industria 4.0 nasce in Germania alla Fiera di Hannover e fa riferimento alla quarta rivoluzione industriale che attraversa l'età contemporanea. Con questo termine si indica l'introduzione di scienze come l'informatica, la robotica e la mecatronica nella realtà aziendale. Essa segue le altre tre rivoluzioni precedentemente avvenute che riguardano rispettivamente l'introduzione del telaio meccanico e della macchina a vapore, l'avvento dell'elettricità e della produzione in serie, e infine la presenza dell'elettronica nei processi produttivi.^[1] Industria 4.0 fa riferimento ad un nuovo concetto di produzione in cui si integrano processi manifatturieri con sistemi digitali e uso della rete internet. Grazie, infatti, ad un utilizzo sempre più esteso e articolato della rete e alla presenza di sensori che rilevano costantemente lo stato dei sistemi, è possibile scambiare un'enorme quantità di dati, introducendo così uno dei punti cardine della quarta rivoluzione industriale ovvero i big data. Una mole così grande di informazioni deve essere accuratamente gestita, catalogata e archiviata e, al fine di trarne indicazioni rilevanti, sono necessari appositi software che identifichino trend e attribuiscono un significato alle informazioni. L'utilizzo dei big data deve attraversare ogni area funzionale in quanto consente di prevedere l'andamento del mercato, i bisogni latenti dei consumatori ma anche prevenire problemi di qualità, manutenzione e produzione. Un'analisi accurata dei dati crea valore aggiunto per le imprese, soprattutto per le PMI, in quanto si riducono notevolmente i costi operativi solo gestendo e interpretando correttamente le informazioni. Dunque, la scelta opportuna su cui molte imprese dovrebbero investire riguarda la raccolta di dati che influisce nettamente sulle performance aziendali, sul vantaggio competitivo ottenibile e sull'efficienza dei processi.

È possibile notare come i principali paradigmi tecnologici implementati grazie ad Industria 4.0 riguardino principalmente l'utilizzo dei dati e l'integrazione di sistema:

- Internet of Things (IoT) consiste nel collegamento in rete di un qualsiasi oggetto, al fine di monitorare e controllare il flusso informativo.
- Internet of Services (IoS) si basa su un uso sistematico di internet per generare valore, ciò avviene cercando un collegamento diretto con i consumatori. Infatti, le aziende produttrici di beni di consumo cercano di stabilire un contatto con i clienti al fine di mantenere il loro vantaggio competitivo offrendo una gamma di servizi che implementa notevolmente la percezione del prodotto e di conseguenza la profittabilità per l'impresa. Tutto questo è reso possibile da IoS che rende disponibili le infrastrutture richieste per attuare tale servizio. Infatti, sui prodotti venduti vengono inseriti appositi sensori che rilevano informazioni in tempo reale sull'utilizzo del bene e sul suo stato fisico, consentendo all'impresa di fornire servizi mirati di manutenzione preventiva e di migliorare le problematiche riscontrate.
- Internet of People (IoP) è un sistema complesso in cui essere umani e dispositivi elettronici entrano a fare parte della rete come elementi attivi e non solo come semplici utilizzatori dei prodotti. L'IoP è generato grazie all'integrazione tra dispositivi sociali e sistemi People as a Service. Tali strumenti consentono di migliorare proattivamente le interazioni tra dispositivi connessi all'IoT, e consentono agli individui di svolgere le loro attività liberamente. Grazie a questo profondo livello di connessione, le aziende saranno in grado di prevedere al meglio i bisogni e le necessità dei clienti, riuscendo anche a delineare le modalità con cui avviene il processo di acquisto, cosa lo attiva e cosa lo induce ad essere portato a termine.
- Internet of Data (IoD) concerne tutte quelle metodologie utilizzate per trasferire, gestire, archiviare ed elaborare i dati in maniera efficace. Grazie all'IoD è possibile creare enormi database di informazioni che possono essere utilizzati poi per gli scopi precedentemente citati.

Un altro concetto chiave riguarda il cloud computing che è evoluto nel corso degli anni grazie allo sviluppo di sistemi hardware e software sempre più adeguati. Esso fa riferimento alla tecnologia che permette di accedere ai dati presenti su un server remoto mediante un servizio offerto in abbonamento. È uno strumento utilizzato non solo dalle grandi imprese ma anche dalle PMI perché ha bassi costi di gestione, aumenta la produttività e la sicurezza. Infatti, il personale che prima era impiegato nella gestione dei server può focalizzarsi su altri obiettivi mentre i back up consentono di poter recuperare i dati in caso di perdita.^[2] Servendosi di tale sistema di gestione dei dati, è possibile creare un collegamento tra diversi stadi della supply chain, istituendo così un'infrastruttura flessibile e dinamica. L'integrazione tra le diverse risorse permette di raggiungere un elevato livello di efficienza che consente una miglior gestione dei processi di approvvigionamento, produzione e vendita.

Industria 4.0 ha introdotto anche importanti cambiamenti a livello di hardware, avvicinando nettamente tra loro il mondo fisico e quello digitale. L'introduzione di appositi sistemi, che consentono di riprodurre diverse versioni di un oggetto fisico, permette di osservare problematiche di qualità, limitazioni nell'uso e di fornire feedback. Tutto ciò rende i sistemi produttivi molto fluidi, reattivi e veloci, incrementandone la capacità di adattarsi al mondo reale e alle esigenze sempre più dinamiche del mercato. In aggiunta, la comunicazione tra diverse sedi produttive di una stessa azienda diventerebbe immediata, permettendo una diffusione della conoscenza sviluppata. Inoltre, la connessione tra i macchinari e lungo la catena di approvvigionamento rende possibile la riduzione dei lotti di produzione e di creare così batch sempre più personalizzati in grado di attrarre una fetta specifica del mercato.

Inoltre, si assiste ad un progressivo passaggio verso nuovi paradigmi manifatturieri come la fabbricazione additiva e i sistemi di prototipazione virtuale. La prima tecnica consiste nel creare oggetti partendo da modelli 3D computerizzati e realizzati grazie al software Computer-Aided Design (CAD). Mediante tali tecniche è possibile così studiare i prodotti dei competitor e, servendosi della reverse engineering, generare un prototipo che può essere analizzato e migliorato. In aggiunta, le tecniche di stampa 3D consentono un elevato livello di personalizzazione che permette di creare prodotti di ogni forma e meglio adattati alle esigenze dei consumatori, aumentando, dunque, il margine per l'azienda data l'elevata presenza di caratteristiche specifiche. Si assiste, anche, ad una riduzione del time to market in quanto si possono inizialmente introdurre sul mercato alcune serie di lotti per testare il gradimento del cliente e apportare le modifiche necessarie. La prototipazione virtuale è una tecnica che consente, mediante modellazioni e simulazioni numeriche, di studiare le performance del prodotto lungo tutto il suo ciclo di vita, permettendo di comprendere già in fase di progettazione quali saranno le principali problematiche riscontrate. Anche tale tecnologia riduce il time to market in quanto rende possibile immettere sul mercato prodotti che sono stati precedentemente testati e per cui le difettosità riscontrate sono già state superate in fase di progettazione.^[3] Mediante l'uso di tali applicativi software e hardware si implementano gli obiettivi già perseguiti con l'utilizzo dei dati, ovvero le flessibilità e la reattività al dinamismo ambientale.

II.I Le PMI e la nuova frontiera digitale

Il tessuto economico italiano è formato per il 99% da piccole e medie imprese, dette appunto PMI, che contribuiscono a generare più del 50% del PIL. Proprio per questo motivo è importante riuscire a convertire le aziende ad un cambiamento verso i nuovi paradigmi proposti da Industria 4.0. Le PMI hanno un ruolo centrale nell'economia del paese in quanto partecipano attivamente nel fornire prodotti o servizi. Dunque, per rimanere sul

mercato e acquisire vantaggio competitivo devono implementare costantemente la gestione dei processi produttivi, decisionali e manageriali. Per fare ciò, è opportuno che molte imprese sviluppino e adottino soluzioni derivanti da Industria 4.0 e da logiche di lean production. La nuova frontiera della digitalizzazione fornisce un approccio innovativo per la gestione e il controllo dei processi produttivi che consiste in un incremento del livello di automazione e una sincronizzazione in tempo reale dei flussi che attraversa l'intera filiera. L'impegno di tecnologie come cloud computing, IoT e big data diventa, dunque, indispensabile al fine di ottenere una totale integrazione non solo all'interno della singola azienda ma in tutta la catena logistica ovvero nei rapporti tra fornitore, produttore e consumatore. Tali cambiamenti, pur richiedendo investimenti notevoli e soprattutto la necessità di possedere competenze adeguate, decentralizzano il processo decisionale grazie ad un flusso continuo di informazioni, disponibile in tutte le aree aziendali e non solo al vertice.^[4] Ciò consentirebbe un netto miglioramento per le PMI in quanto si assisterebbe ad una preferibile gestione delle decisioni, si faciliterebbe l'intrapresa di strategie non solo di breve termine e la comunicazione lungo la supply chain. Infatti, le PMI non godono degli stessi vantaggi di cui usufruiscono le grandi imprese, hanno una produttività limitata e generalmente costi più elevati in quanto non possono fare uso di grandi vantaggi di scala. L'introduzione di tecnologie abilitanti di Industria 4.0 consentirebbe alle PMI di migliorare aspetti chiave per il posizionamento e il mantenimento di un vantaggio competitivo. Ciò dimostra quanto stretto sia il legame tra le finalità da raggiungere, le capacità del management e le competenze tecniche necessarie. I principali obiettivi che le PMI dovrebbero cercare di implementare sono cinque: flessibilità, costo, produttività, qualità e lead time, attuabili grazie a monitoraggio, controllo, autonomia e ottimizzazione.

- **Produttività:** consiste nell'implementare piani di produzione che tengono conto non solo del flusso interno, ma anche delle possibili variazioni nella domanda del cliente. Il miglioramento della produttività consiste nell'integrare tutte le fasi tra loro mediante l'uso di appositi sistemi di cloud computing o uso dei big data.
- **Qualità:** il nuovo approccio che le PMI dovrebbero sviluppare è legato all'uso e alla corretta implementazione dei dati per ridurre gli scarti e migliorare il processo di gestione della qualità del prodotto.
- **Riduzione dei lead time:** la digitalizzazione genera innumerevoli benefici in quanto consente un'integrazione che permette di anticipare le richieste dei clienti e le possibili variazioni già in fase di progettazione, riducendo così i tempi di attesa finali. Inoltre, le piattaforme usate potrebbero rendere più efficace la comunicazione tra le funzioni aziendali, favorendo una collaborazione simultanea e lo sviluppo di pratiche come la concurrent engineering.
- **Flessibilità:** sincronizzando i flussi lungo la supply chain, l'azienda mira ad incrementare la sua capacità di rispondere alle fluttuazioni di mercato e di adeguarsi al meglio alle esigenze dei diversi attori. Ciò è possibile creando interoperabilità tra i sistemi, ovvero rendendo tutte le fasi del processo integrate tra loro.
- **Costo:** grazie all'uso di nuove tecniche come lo stampaggio 3D e la fabbricazione additiva è possibile ridurre i costi di produzione e migliorare l'efficienza.

Il monitoraggio consente la trasmissione e la successiva elaborazione dei dati lungo tutta la catena produttiva, il controllo favorisce l'interazione del personale con i sistemi operativi e i dati storici, l'ottimizzazione si basa sul miglioramento dei processi e l'autonomia consente maggior libertà a livello decisionale. Da ciò emerge come, erroneamente, molte aziende interpretino il paradigma di Industria 4.0 esclusivamente come un'innovazione che coinvolge il solo ambito produttivo e si focalizza esclusivamente sulla riduzione dei costi e sull'introduzione di nuove tecniche che consentono un maggior livello di automazione. In realtà, Industria 4.0 è molto di più, è un processo accurato di integrazione tra le varie fasi della filiera e tra l'intera supply chain, è l'uso corretto e mirato dei dati per

migliorare la qualità dei processi aziendali, perciò molte imprese dovrebbero puntare non solo su obiettivi come la riduzione dei costi ma anche su flessibilità e produttività.^[5]

La nuova frontiera del digitale è un processo molto complesso che non può essere applicato istantaneamente in una azienda ma richiede un percorso di preparazione. Per prima cosa è necessario che ogni impresa abbia chiaro cosa significhi industria 4.0 e su quali ambiti desideri focalizzarsi. L'adozione delle nuove tecnologie è un percorso che ogni azienda deve affrontare gradualmente ristrutturando la propria rete di sistemi informativi, migliorando l'integrazione e l'utilizzo dei dati.^{[6] [7]} Un ruolo chiave è rappresentato anche dalle risorse impiegate, che devono possedere le competenze necessarie per affrontare la digitalizzazione dei sistemi e supportare attivamente il cambiamento. Successivamente è necessario considerare l'impatto che Industria 4.0 ha sul modello di business dell'azienda. Grazie alla digitalizzazione, è possibile ottimizzare un business model già esistente, applicare lo stesso modello ad un altro ambito dove prima non era possibile o instaurarne uno totalmente disruptive.^[8] Infatti, molte aziende iniziano prima mettendo in atto progetti pilota e solo successivamente, dopo aver visto i benefici che è possibile trarne, si spostano su una base più ampia di applicazione. Industria 4.0, dunque, non può essere ridotta solo all'ingresso delle nuove tecnologie all'interno della catena produttiva aziendale, ma è un processo molto più ampio che coinvolge l'intera supply chain.

III Analisi di settore

Le aziende analizzate in questo elaborato sono classificate come PMI, ovvero piccole e medie imprese che riportano le seguenti caratteristiche:

- Piccola impresa: dipendenti < 50, fatturato < 10 milioni o attivo < 10 milioni
- Media impresa: dipendenti < 250, fatturato < 50 milioni o attivo < 43 milioni

III.I Rapporto Cerved 2018

Studiando i dati emersi dall'analisi Cerved 2018, che si occupa di analizzare l'andamento delle PMI nel territorio italiano, emerge come tali imprese siano soggette a trend di crescita che concerne diversi indicatori di bilancio. Un primo elemento di miglioramento è riscontrabile con l'aumento dei ricavi (+5,3%) rispetto all'anno precedente, del valore aggiunto (4,5% dal 2016 al 2017), e della redditività lorda (+3,6%). Si riscontra anche un incremento nella capacità di generare profitti mediante l'uso dei propri asset, l'indicatore ROA, infatti, si colloca su un valore medio del 4,9%. Inoltre, la politica monetaria espansiva effettuata dalla banca centrale ha consentito alle PMI italiane di beneficiare dei suoi effetti positivi, generando un aumento di ROE che, dal 2016 al 2017, cresce di 0,3 punti percentuali (figura 1):



Figura 1. Aumento delle principali voci di conto economico delle PMI, Rapporto Cerved 2018

Analizzando nel dettaglio i dati relativi al rapporto Cerved, emerge come la crescita di fatturato si concentri specialmente nel settore dell'industria e dei servizi con incrementi rispettivamente del 5,7% e del 5,2% (figura 2):

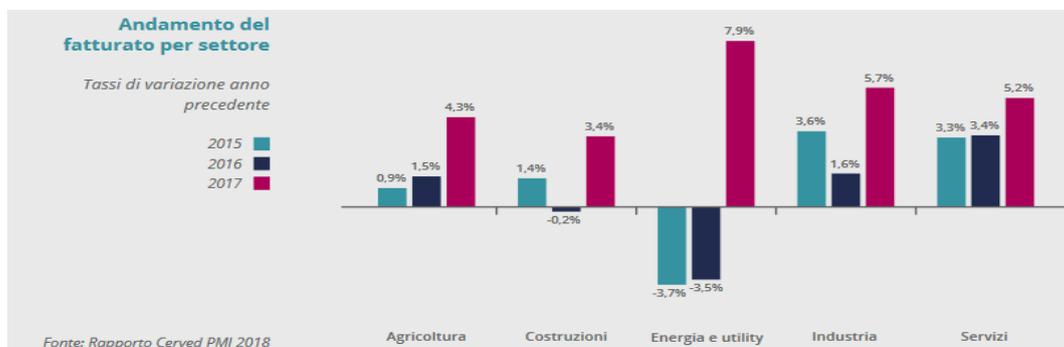


Figura 2. Andamento del fatturato per settore, Rapporto Cerved 2018

Il valore aggiunto, invece, cresce soprattutto nel settore dell'energia e dell'industria con punteggi di +5,8% e +4,7% come si nota dalla figura 3 sottostante:

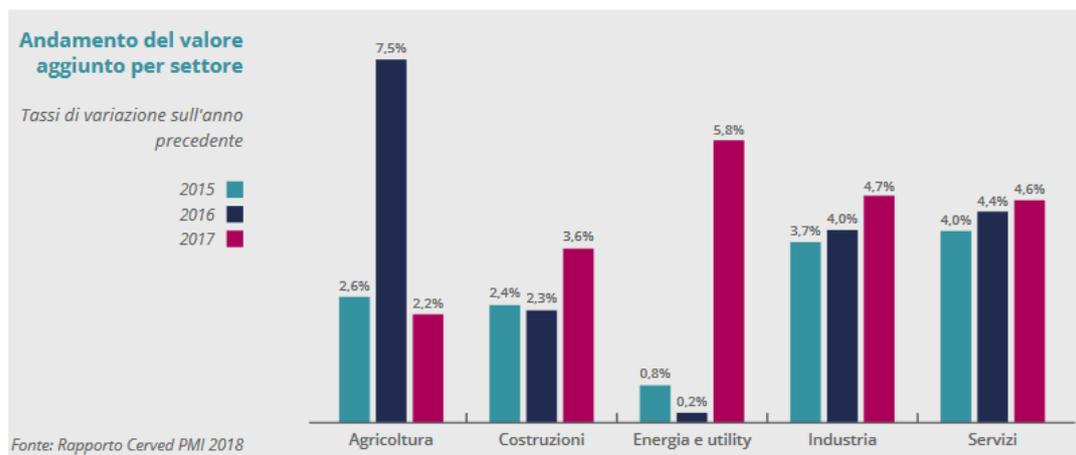


Figura 3. Andamento del valore aggiunto per settore, Rapporto Cerved 2018

Tali elementi permettono di individuare una situazione che può, quindi, considerarsi di crescita per le PMI, frenata solo leggermente del costo del lavoro che, aumentando, riduce i valori di MOL%.

Osservando più nel dettaglio il comportamento delle imprese piemontesi, si nota anche in questo caso un trend positivo che parte dal 2014 e consente di recuperare parzialmente, in quanto il divario presente è ancora leggermente negativo, il gap creatosi durante la fase di crisi. La situazione in Piemonte risulta caratterizzata da una ripresa leggermente più lenta di quella nazionale per ciò che concerne i valori di fatturato, ma migliore rispetto alle altre aziende presenti nel Nord-Ovest dell'Italia, dove vi è ancora circa il 3% di dislivello (figura 4).

3.1 Andamento del fatturato delle PMI, 2007-2016

Variazioni percentuali

	'08/'07	'09/'08	'10/'09	'11/'10	'12/'11	'13/'12	'14/'13	'15/'14	'16/'15	'16/'07
Italia	0,5%	-10,1%	4,0%	3,5%	-3,1%	0,2%	1,1%	2,8%	2,3%	0,4%
Nord-Ovest	0,1%	-12,1%	4,7%	4,2%	-3,6%	-0,7%	1,0%	2,7%	1,8%	-3,0%
Piemonte	0,7%	-11,8%	5,1%	4,9%	-3,5%	-1,2%	1,1%	2,8%	2,2%	-0,8%

Figura 4. Andamento del fatturato delle PMI piemontesi, Rapporto Cerved 2018

Lo stesso comportamento è riscontrabile studiando il valore aggiunto che ha subito, come si nota dalla figura 5, un incremento del 11,3%, molto più alto rispetto alla media delle imprese del Nord-Ovest. Ciò evidenzia come la fase di ripresa sia più rapida per le PMI piemontesi dopo il periodo di crisi.

3.2 Andamento del valore aggiunto delle PMI, 2007-2016

Variazioni percentuali

	'08/'07	'09/'08	'10/'09	'11/'10	'12/'11	'13/'12	'14/'13	'15/'14	'16/'15	'16/'07
Italia	-0,4%	-6,2%	3,8%	1,9%	-3,1%	2,5%	3,0%	3,5%	4,1%	8,8%
Nord-Ovest	-0,8%	-8,0%	4,7%	2,1%	-3,5%	2,4%	2,9%	3,3%	3,7%	6,4%
Piemonte	-0,5%	-7,9%	5,6%	2,3%	-3,5%	3,9%	3,7%	3,7%	4,2%	11,3%

Figura 5. Andamento del valore aggiunto delle PMI piemontesi, Rapporto Cerved 2018

Anche i valori di ROE sono soggetti ad un trend positivo, mentre il margine operativo lordo è mediamente in calo a causa dell'aumento del costo del lavoro, che influisce sulla profittabilità derivante dalla gestione operativa. ^[9]

III.II Analisi del campione

In seguito, si è proceduto ad analizzare le aziende presenti all'interno del campione per posizzarle al meglio e comprendere il loro livello di redditività all'interno del settore in cui operano. Le PMI sono state catalogate in base alle informazioni presenti sul software AIDA. Quest'ultimo consiste in un'apposita banca dati dove è possibile consultare le informazioni di bilancio, redditività e andamento (indici di rating e rischiosità) di tutte le società di capitali italiane fino ad uno storico di dieci anni. Servendosi di tale database è stato possibile comprendere il posizionamento delle aziende all'interno dell'area geografica di interesse e del settore del merceologico in cui operano. Più precisamente, per ogni azienda è stato identificato il codice ATECO di riferimento che descrive il tipo di attività svolto, successivamente è stata effettuata una ricerca tra le imprese attive, ovvero non in fase di liquidazione o fallite con questo stesso codice presenti nella regione Piemonte, ad eccezione per l'azienda J i cui dati di riferimento fanno capo alla Lombardia. Tale analisi ha permesso di comprendere quale fosse la posizione occupata da ogni azienda in base al suo livello di ricavi delle vendite. Come emerge dalla tabella 1, quasi la totalità delle aziende si posiziona entro le prime cinquanta imprese del Piemonte per livello di reddito, dunque si tratta di aziende in grado di avviare una buona politica trasformativa verso i paradigmi del digitale.

Azienda	Posizione in base ai ricavi delle vendite
Azienda A	7
Azienda B	2
Azienda C	3
Azienda D	1
Azienda E	8
Azienda F	42
Azienda G	3
Azienda H	4
Azienda I	4
Azienda J	2
Azienda K	4
Azienda L	20
Azienda M	2
Azienda N	2
Azienda O	1
Azienda P	6
Azienda Q	4
Azienda R	2
Azienda S	2
Azienda T	26
Azienda U	8
Azienda V	15
Azienda W	1

Azienda X	8
Azienda Y	4
Azienda Z	2
Azienda AA	1
Azienda AB	7

Tabella 1. Posizione delle aziende in base ai ricavi delle vendite nei rispettivi settori

Dopo aver compreso il posizionamento delle aziende, è stato possibile effettuare un'analisi di settore che indentificasse l'andamento delle imprese rispetto alle principali competitors e mettesse in luce le capacità delle aziende di catturare valore e generare profitti. L'analisi è stata effettuata per ogni PMI, a partire dall'anno 2009 fino ad arrivare al 2017, osservando il corrispondente valore di fatturato e confrontandolo esclusivamente con le aziende competitors con un valore di ricavi che oscillasse nel range +/- 50%. Quindi, nel caso ci fossero due aziende con lo stesso codice ATECO, sono state eseguite due analisi differenti se presentavano valori di fatturato molto lontani tra loro. Lo studio si è focalizzato su indicatori come Ebitda Margin, Valore aggiunto percentuale VA%, Return on Equity ROE e Return on Assets ROA in grado di indentificare al meglio la situazione economico finanziaria degli elementi del campione. Analizzandoli singolarmente, si nota come il valore di EBITDA Margin, calcolato come il rapporto tra EBITDA e i ricavi delle vendite, consente di comprendere la redditività della gestione operativa, descrivendo il risultato aziendale escludendo interessi, imposte, ammortamenti su beni materiali e immateriali, ovvero gli aspetti legati alla sfera finanziaria. Tale indicatore consente di analizzare la capacità dell'azienda di generare profittabilità tramite la gestione degli assets. Invece, il VA%, ottenibile dividendo il valore aggiunto per i ricavi delle vendite, evidenzia l'incremento di valore che un'azienda produce sui beni e sui servizi acquistati dall'esterno per effetto della sua attività produttiva. Dunque, indica a quanto ammonti la quantità di valore attribuita dall'impresa a singoli beni o servizi acquistati presso altre aziende. Inoltre, consente di evidenziare quanta parte della ricchezza venduta è derivata dal contributo diretto dell'azienda, quanto ampio è il margine per poter retribuire i fattori di produzione interni, e quale posizione occupa la società nel ciclo produttivo del proprio comparto (produzioni ad alto o basso valore aggiunto). È, quindi, un indicatore indiretto di efficienza della politica industriale dell'azienda. Anche il ROA indica la capacità di un'impresa di creare valore attraverso gli asset interni, questo dimostra che più alto sarà il Return on Assets maggiore sarà la capacità degli amministratori di valorizzare i propri mezzi. In generale tale indicatore deve essere almeno superiore ai tassi di interessi delle banche nazionali per evitare delle perdite. ^[10] Semplificando, è possibile calcolare tali tassi aggiungendo al costo del denaro a breve termine uno spread attribuito da ogni singola banca, ovvero il ricavo che ne ottiene prestando denaro. Dunque, il tasso di interesse applicato sui finanziamenti dipende dallo spread e dal rating associato ad un'impresa. Quest'ultimo è influenzato dal settore di appartenenza dell'azienda, dal suo rapporto con le banche e dall'andamento dei valori presenti in bilancio. In conclusione, mediamente il tasso di indebitamento per le PMI si colloca intorno a valori compresi tra il 3% e il 4%, che fanno riferimento ad un livello medio di rating e ad una durata media del prestito. Tale fattore può aumentare se il livello di rating e la durata si alzano e scendere nel caso contrario. Successivamente, è stato analizzato il valore di ROE, dato dal rapporto tra utile d'esercizio e patrimonio netto. Esso, indica la redditività del capitale proprio, ovvero dei mezzi che sono stati conferiti dai soci. Tale indice offre una visione di sintesi della redditività della gestione aziendale complessiva, infatti dipende da scelte riguardanti sia il ramo operativo sia quello finanziario. Dunque, al fine di attrarre nuovi investitori un'azienda dovrebbe essere in grado di generare un ROE superiore ai rendimenti di altri investimenti, generalmente si fa riferimento al valore dei titoli risk free. Ciò avviene poiché la rischiosità di investire in azienda è da considerarsi superiore rispetto a quella dei titoli privi di rischio, perciò se il rendimento del capitale proprio non fosse sufficientemente elevato risulterebbe più conveniente acquistare titoli di

Stato. Il ROE è strettamente collegato con un altro indicatore il Return on Investments ROI mediante la seguente relazione:

$$ROE = (ROI - ROD) \times \frac{Mt}{Cn}$$

Dove ROD rappresenta il Return on Debt, ovvero il rapporto tra oneri finanziari e mezzi di terzi, mentre $\frac{Mt}{Cn}$ il fattore di indebitamento. Se, dunque il valore di ROI è maggiore di quello di ROD, l'azienda beneficia di un effetto positivo dovuto all'indebitamento che genera un aumento del valore di ROE, ovviamente tale fenomeno va circoscritto al fatto che più il debito sale più accresce la rischiosità dell'impresa. Diversamente se il ROI risulta inferiore, il valore di ROE decresce con l'incremento del livello di indebitamento, portando ad una situazione negativa in cui l'azienda è costretta ad erodere le sue risorse.^[11] In conclusione, emerge che:

- ROE>ROI implica ROI>ROD, ovvero un effetto leva finanziaria positivo.
- ROE<ROI implica ROI<ROD, ovvero un effetto leva negativo.

III.II.I Indicatori di bilancio

Per prima cosa si procede con l'analisi riguardante i valori di crescita di fatturato.

Crescita Percentuale del fatturato									
Azienda	Tra 09/10	Tra 10/11	Tra 11/12	Tra 12/13	Tra 13/14	Tra 14/15	Tra 15/16	Tra 16/17	Globale
Azienda A	-8%	0%	-2%	-11%	7%	0%	6%	7%	-3%
Azienda B	5%	1%	3%	1%	-2%	261%	1%	8%	76%
Azienda C	3%	0%	-3%	29%	3%	-3%	1%	6%	27%
Azienda D	69%	-25%	-28%	40%	-45%	2%	2%	56%	12%
Azienda E	35%	3%	-13%	15%	40%	15%	3%	22%	182%
Azienda F	38%	27%	-3%	8%	7%	13%	17%	14%	192%
Azienda G	13%	4%	7%	17%	10%	-14%	24%	8%	85%
Azienda H	60%	18%	3%	2958%	19%	15%	5%	12%	9497%
Azienda I	-13%	58%	-17%	10%	-17%	60%	-10%	18%	78%
Azienda J	22%	18%	58%	12%	21%	36%	-8%	15%	77%
Azienda K	2%	-4%	1%	-1%	0%	-10%	-5%	7%	-12%
Azienda L	23%	21%	1%	4%	4%	6%	11%	20%	129%
Azienda M	-3%	-8%	-11%	-7%	-5%	-3%	9%	6%	-22%
Azienda N	30%	17%	4%	-15%	17%	-3%	-8%	9%	35%
Azienda O	13%	-1%	-25%	-6%	-1%	19%	3%	7%	2%
Azienda P	10%	-16%	-16%	-6%	-10%	2%	15%	0%	-29%
Azienda Q	175%	71%	8%	6%	2%	27%	15%	13%	796%
Azienda R	0%	-1%	-6%	-1%	12%	0%	11%	17%	32%
Azienda S	12%	26%	-1%	-10%	14%	5%	-20%	14%	27%
Azienda T	3%	8%	1%	7%	-6%	1%	3%	5%	18%
Azienda U	14%	-1%	-5%	17%	8%	8%	15%	9%	83%
Azienda V	6%	8%	-9%	-2%	1%	0%	0%	1%	6%
Azienda W	26%	-4%	-2%	-12%	4%	24%	10%	-12%	30%

Azienda X	9%	4%	44%	-5%	49%	8%	-5%	2%	144%
Azienda Y	17%	5%	-18%	0%	-10%	2%	2%	5%	-1%
Azienda Z	136%	-7%	-22%	0%	28%	22%	15%	7%	229%
Azienda AA	-1%	-3%	-13%	-8%	-8%	-1%	-2%	1%	-30%
Azienda AB	133%	9%	-15%	4%	14%	19%	-8%	19%	230%

Tabella 2. Crescita Percentuale del Fatturato

Come mostrato nella tabella 2, sono stati calcolati valori di crescita percentuale da un anno all'altro e il valore globale, ovvero la differenza riscontrata tra il livello di fatturato nel 2009 e nel 2017. Si nota che ventidue imprese sul totale delle ventotto presenti nel campione, ovvero il 78% dei rispondenti, dimostri di avere un fatturato globalmente in crescita, perfettamente in linea con quanto riportato nell'analisi Cerved precedentemente citata. Dunque, emerge come quasi tutte le aziende siano soggette ad un trend crescente che evidenzia una fase positiva di sviluppo.

Successivamente è stato possibile analizzare le aziende dal punto di vista dei parametri precedentemente evidenziati per comprendere meglio il vero andamento degli elementi del campione. Il primo indicatore analizzato riguarda il valore di VA% rispetto alla media di settore calcolata per ogni azienda. La figura 6 permette di comprendere quanto il livello di valore aggiunto percentuale generato da ogni impresa si discosti rispetto al settore in cui essa opera. È opportuno fare una premessa riguardante i dati emersi dal grafico, esso è stato proposto esclusivamente per indicare il numero di aziende che presenta valori di VA% al di sopra della media di settore e la relativa distanza. I dati presenti all'interno del grafico sono stati calcolati andando ad evidenziare la differenza tra il valore di VA% medio dell'azienda nel corso dell'ultimo biennio e il valore del settore corrispondente. Più i punti si trovano in alto nel quadrante positivo, più ciò implica che la PMI studiata riesce ad attribuire maggior valore ai suoi prodotti rispetto ai principali competitors. Se un'impresa si colloca in corrispondenza della linea marcata di nero significa che si trova in linea con la media di settore mentre, se è al di sotto, che è in una posizione inferiore.

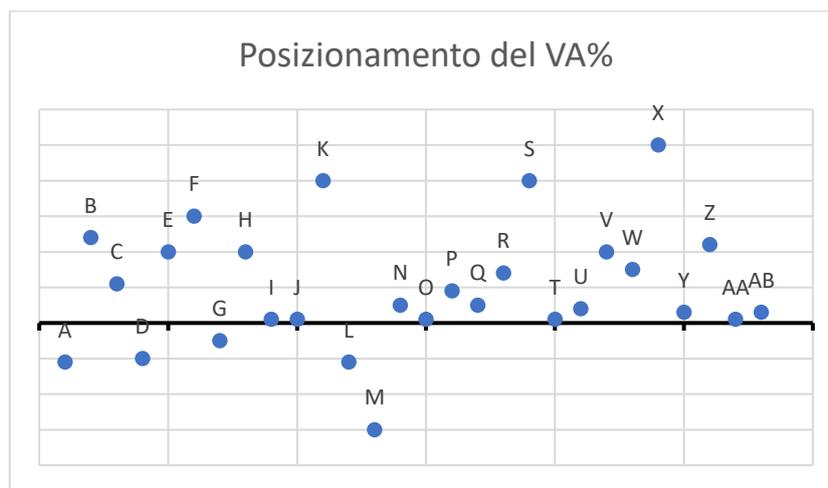


Figura 6. Posizionamento del VA% di ogni azienda rispetto alla media di settore

Dunque, è possibile notare come la maggior parte dei punti si collochi al di sopra della media ad indicare una buona capacità di generazione di valore per le aziende presenti nel campione.

Lo stesso trend è evidenziabile per quanto riguarda l'EBITDA Margin, come nostra la figura 7, sotto riportata.

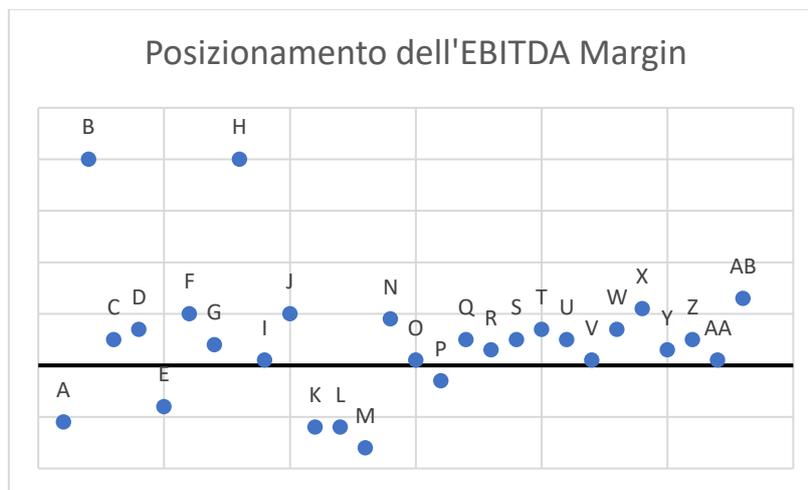


Figura 7. Posizionamento dell'EBITDA Margin di ogni azienda rispetto alla media di settore

Anche per quanto riguarda la redditività derivante dalla gestione operativa le PMI analizzate dimostrano di collocarsi generalmente al di sopra della media di settore.

Studiando il comportamento delle aziende più nel dettaglio, è stato possibile calcolare l'evoluzione e i trend emergenti nei diversi indicatori. È necessario evidenziare che i valori sotto riportati fanno riferimento alle aziende presenti nel campione ognuna operante in un settore specifico. Dunque, osservando i dati non si deve erroneamente pensare che le aziende con alti livelli di VA% o Ebitda Margin siano necessariamente migliori delle altre, in quanto tali valori dipendono dal settore merceologico in cui l'azienda opera, che può generare più o meno redditività. La tabella 3 evidenzia l'andamento del valore aggiunto percentuale nel corso degli anni analizzati.

Valore di VA%									
Azienda	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
A	34,42%	19,21%	15,18%	18,07%	14,84%	16,08%	16,69%	25,40%	20,55%
B	78,79%	74,84%	66,07%	64,83%	63,84%	58,97%	80,96%	76,19%	70,39%
C	24,58%	22,41%	21,13%	21,76%	20,22%	19,30%	20,15%	17,63%	17,48%
D	4,94%	7,61%	7,65%	6,81%	5,63%	5,82%	5,10%	1,79%	3,45%
E	26,87%	20,54%	19,97%	23,21%	23,92%	23,69%	22,02%	23,22%	21,52%
F	32,11%	37,47%	37,92%	41,39%	40,88%	40,27%	37,63%	34,38%	30,45%
G	39,36%	39,94%	39,72%	38,68%	36,60%	34,55%	38,52%	37,23%	41,42%
H	84,72%	91,27%	84,57%	80,05%	42,02%	50,38%	49,42%	49,16%	48,81%
I	27,02%	24,89%	23,85%	29,27%	32,34%	28,99%	29,81%	28,65%	25,94%

J	45,30%	44,66%	40,86%	32,84%	33,41%	32,20%	31,93%	34,18%	32,76%
K	47,17%	47,27%	45,48%	43,72%	47,08%	45,47%	47,25%	50,32%	46,70%
L	27,60%	20,51%	24,46%	23,52%	23,84%	27,43%	26,47%	26,53%	24,00%
M	23,89%	24,80%	21,32%	21,53%	24,58%	21,65%	22,25%	25,47%	23,85%
N	45,05%	60,78%	45,51%	38,67%	45,09%	45,98%	49,24%	52,54%	49,60%
O	7,88%	5,78%	5,18%	6,83%	4,29%	5,37%	2,92%	13,99%	16,04%
P	29,94%	22,92%	17,99%	22,93%	24,54%	22,82%	25,08%	26,32%	21,86%
Q	38,20%	36,78%	35,43%	35,43%	34,43%	31,89%	31,45%	32,92%	30,89%
R	50,07%	45,81%	46,09%	48,78%	50,18%	47,93%	46,28%	43,41%	39,51%
S	20,81%	19,10%	17,15%	17,75%	18,18%	19,60%	20,48%	20,66%	19,98%
T	4,95%	8,01%	13,78%	19,18%	14,52%	14,23%	22,85%	24,47%	25,40%
U	31,20%	25,84%	31,32%	31,15%	35,24%	33,82%	31,29%	34,18%	33,11%
V	43,45%	44,93%	49,51%	45,09%	53,65%	46,84%	46,46%	44,18%	46,20%
W	36,59%	46,65%	44,25%	41,65%	42,11%	43,49%	42,96%	46,85%	49,35%
X	9,88%	17,49%	29,89%	39,31%	28,94%	29,70%	49,38%	56,38%	64,28%
Y	43,47%	35,28%	36,72%	33,10%	39,40%	38,01%	37,89%	41,76%	39,36%
Z	9,69%	5,66%	6,89%	6,45%	6,22%	8,64%	6,63%	5,72%	9,01%
AA	36,48%	36,69%	30,58%	27,18%	25,30%	25,99%	25,73%	25,04%	26,56%
AB	28,01%	28,61%	28,62%	27,49%	29,08%	27,11%	25,85%	26,81%	25,48%

Tabella 3. Valori di VA% negli anni

La tabella 3 dimostra come, sebbene il valore aggiunto aumenti nel corso degli anni, talvolta all'interno del campione si riscontra un andamento in calo del VA%. Ciò accade poiché, sebbene il trend di valore generato sia crescente, non riesce ad aumentare allo stesso ritmo del fatturato. Infatti, nella quasi totalità dei casi il fatturato cresce molto più rapidamente rispetto agli altri valori, generando così un decremento negli indicatori che riguardano la generazione di valore e la gestione operativa dell'impresa. Dunque, è evidente come ad una crescita repentina nella redditività non corrisponde sempre un conseguente miglioramento nella gestione dell'azienda, spesso infatti, è necessario più tempo affinché l'impresa riesca ad estrarre tutti i benefici derivanti da tale incremento.

Lo stesso comportamento è evidenziato dalla tabella 4, che mostra i valori di EBITDA Margin. Il decremento riscontrato in gran parte dei casi è dovuto sia all'aumento del costo del lavoro evidenziato anche nel rapporto Cerved, sia anche ad una crescita nei ricavi non adeguatamente compensata da un aumento di redditività operativa.

Valori di Ebitda Margin									
Azienda	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
A	24,75%	8,72%	3,86%	7,80%	3,10%	3,95%	4,17%	10,72%	6,49%
B	33,01%	30,35%	21,32%	21,33%	24,16%	22,36%	38,42%	29,11%	25,59%
C	10,73%	9,36%	7,62%	7,83%	5,25%	5,33%	5,31%	2,30%	3,12%
D	4,94%	7,61%	7,65%	6,81%	5,63%	5,82%	5,10%	1,79%	3,45%
E	9,62%	6,47%	5,42%	6,76%	7,01%	8,29%	7,49%	9,51%	8,56%
F	-14,11%	6,36%	11,09%	12,51%	14,11%	14,70%	13,25%	12,02%	10,42%
G	11,56%	12,24%	12,86%	12,46%	12,07%	11,28%	12,92%	13,98%	19,16%
H	27,95%	53,07%	49,77%	45,55%	12,30%	17,73%	19,90%	20,05%	20,98%
I	8,10%	2,92%	9,94%	11,57%	16,51%	10,24%	16,68%	14,31%	13,24%
J	21,22%	22,69%	20,13%	16,69%	15,69%	15,80%	15,90%	15,57%	15,97%
K	-3,10%	-0,05%	0,90%	2,40%	3,11%	3,58%	2,31%	2,34%	1,52%
L	1,86%	-2,94%	3,67%	1,73%	1,82%	6,35%	4,54%	5,35%	6,85%
M	1,93%	5,30%	5,10%	5,58%	5,07%	2,93%	2,84%	3,45%	3,01%
N	11,13%	18,67%	10,86%	-1,91%	8,58%	8,51%	14,56%	17,41%	15,35%
O	-2,12%	-3,96%	-8,11%	-6,92%	-10,35%	-11,45%	-11,23%	-2,53%	1,92%
P	-0,95%	4,19%	4,73%	6,60%	6,30%	3,99%	7,82%	9,77%	5,93%
Q	11,26%	8,66%	8,61%	6,55%	6,19%	8,10%	7,03%	10,36%	9,44%
R	10,61%	11,75%	15,73%	17,67%	17,06%	16,31%	15,60%	5,54%	5,65%
S	7,99%	5,55%	4,59%	5,54%	5,79%	6,16%	7,10%	7,08%	7,18%
T	-9,19%	-5,99%	-0,03%	4,23%	0,76%	-1,45%	9,25%	9,27%	9,81%
U	7,27%	5,23%	8,57%	7,51%	7,80%	5,86%	6,49%	11,28%	7,85%
V	11,98%	13,12%	12,93%	19,32%	26,17%	22,79%	20,57%	12,12%	11,94%
W	10,69%	21,51%	21,54%	16,01%	16,30%	16,06%	14,69%	16,86%	20,21%
X	-0,83%	3,15%	3,13%	2,24%	0,37%	10,94%	13,31%	10,37%	12,63%
Y	14,58%	11,64%	14,28%	9,92%	18,55%	17,61%	15,86%	22,30%	20,20%
Z	5,23%	3,43%	4,73%	3,84%	3,78%	6,47%	4,40%	3,22%	6,99%
AA	6,79%	5,81%	-0,22%	-5,89%	-7,25%	-5,31%	-5,90%	-3,66%	-2,78%
AB	10,08%	10,26%	9,97%	7,89%	7,27%	6,77%	5,96%	6,12%	6,17%

Tabella 4. Valori di Ebitda Margin delle aziende nel campione

A riprova di quanto emerge dal rapporto Cerved sopra citato, si nota come la maggior parte delle imprese sia soggetta ad un trend di ROE positivo, che genera un miglioramento nella redditività del capitale investito (tabella 5). Confrontando tali valori con quelli di ROI, ovvero l'indicatore che evidenzia la redditività degli investimenti, è possibile comprendere quando il fattore di indebitamento riduce il livello di ROE generando un effetto leva negativo. Ciò accade poiché la differenza tra ROI e il costo dell'indebitamento è negativa è dunque il valore di ROE si riduce, rendendo non più conveniente finanziare l'azienda ricorrendo al capitale di terzi. Seppure dunque, i valori di ROE siano positivi e soggetti ad un trend crescente, all'incirca un terzo delle aziende presente all'interno del campione soffre di questo effetto negativo, dunque, il maggior debito contratto dall'azienda deve necessariamente divenire capitale investito che riesce a generare ricavi per aumentare la redditività. Ciò accade solo per alcune delle aziende del campione, evidenziando un

aspetto positivo di crescita generale che mostra una miglior possibilità per le aziende di attrarre investitori.

Valore di ROE									
Azienda	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Azienda A	37,63	11,56	4,18	8,52	8,45	11,38	10,92	26,68	13,05
Azienda B	10,15	10,34	12,55	7,31	6,91	6,69	13,12	17,52	16,52
Azienda C	-2,93	3,10	0,58	-0,27	2,70	3,27	2,71	18,89	3,10
Azienda D	7,81	16,09	13,84	11,10	5,56	7,97	3,89	-3,84	4,05
Azienda E	9,74	8,25	9,61	11,07	8,76	17,95	16,12	17,70	29,10
Azienda F	-68,68	6,01	14,30	14,68	13,66	15,31	13,09	12,58	10,99
Azienda G	-0,61	1,74	-1,63	0,39	0,44	1,92	4,54	12,23	19,55
Azienda H	-1,67	5,85	4,44	2,28	2,79	10,18	8,50	6,14	7,54
Azienda I	3,05	-2,03	6,82	6,69	11,74	4,43	16,37	12,20	13,56
Azienda J	19,46	24,99	19,34	21,74	19,56	22,69	25,89	20,01	20,32
Azienda K	-64,39	-21,87	-15,80	2,10	2,18	5,60	2,30	1,57	1,52
Azienda L	-6,93	-22,71	-2,46	-4,99	-3,98	12,13	9,70	7,52	12,60
Azienda M	1,77	20,39	15,32	17,80	11,56	4,96	1,07	1,36	4,25
Azienda N	2,08	18,53	3,43	-10,77	0,05	-1,23	6,64	6,84	5,16
Azienda O	-13,97	-37,39	-91,53	n.s.	-73,11	n.s.	n.s.	-53,57	-50,77
Azienda P	-86,51	25,83	47,88	53,21	36,36	16,43	39,91	45,44	28,83
Azienda Q	-1,31	-8,92	-2,19	-9,74	-5,51	0,15	0,45	11,06	4,87
Azienda R	6,92	9,36	12,37	10,38	-4,89	10,26	7,77	-0,56	6,92
Azienda S	6,76	5,30	0,77	2,16	1,48	0,86	2,90	1,49	2,84
Azienda T	n.s.	n.s.	n.s.	-89,70	n.s.	64,63	21,58	23,01	20,89
Azienda U	-1,33	1,11	3,60	4,17	2,08	0,70	2,31	10,34	4,65
Azienda V	10,52	12,27	11,16	21,55	19,83	22,86	18,93	8,50	8,03
Azienda W	-21,16	5,23	6,27	-93,31	n.s.	n.s.	19,70	32,56	33,86
Azienda X	-23,07	-23,73	-48,18	n.s.	n.s.	29,20	33,59	16,39	29,92
Azienda Y	13,00	11,90	14,26	10,42	23,52	21,68	16,72	25,78	22,06
Azienda Z	0,33	3,97	8,71	3,49	3,61	13,34	9,32	3,78	16,00
Azienda AA	10,31	8,38	10,99	-25,57	-78,29	-86,13	-17,54	-23,61	-19,05
Azienda AB	-0,29	2,03	4,65	1,01	0,21	-0,52	-0,73	1,47	2,01

Tabella 5. Valori di ROE delle aziende del campione

Una situazione positiva è riscontrabile anche per quanto riguarda l'indicatore ROA (tabella 6), che presenta valori in aumento nella maggior parte dei casi, evidenziando una migliore redditività generata dagli asset interni per le aziende. Infatti, circa due terzi delle PMI sono soggetti ad un trend crescente nell'ultimo biennio.

Valore di ROA									
Azienda	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Azienda A	25,83	8,88	3,23	6,17	3,13	4,56	4,03	12,13	5,14
Azienda B	10,90	5,69	3,04	2,61	3,80	3,65	11,68	9,05	9,62
Azienda C	5,42	4,19	2,77	2,97	1,94	2,81	2,24	-0,43	9,62
Azienda D	1,17	3,07	3,61	3,19	2,28	2,34	1,24	-1,39	0,90
Azienda E	6,23	4,77	2,46	3,85	4,37	8,86	7,51	9,55	10,05
Azienda F	-25,03	3,05	9,66	11,20	14,70	15,38	13,35	13,06	11,48
Azienda G	0,81	1,38	1,51	1,55	2,04	3,00	3,81	6,99	9,86
Azienda H	-1,62	4,57	5,21	2,32	2,27	4,68	5,96	3,46	11,48
Azienda I	4,73	-0,38	7,62	7,55	12,39	5,32	15,51	12,46	13,02
Azienda J	19,46	24,99	19,34	21,74	19,56	22,69	25,89	20,1	20,32
Azienda K	-7,38	-2,62	-1,35	0,40	1,56	2,36	0,49	0,66	-1,05
Azienda L	-1,58	-7,62	0,54	-0,88	-0,44	5,04	2,89	3,99	6,74
Azienda M	-1,98	2,44	3,46	4,64	2,54	0,97	0,36	0,88	0,60
Azienda N	3,86	13,11	5,89	-6,97	3,29	3,55	5,97	7,06	5,58
Azienda O	-3,85	-6,77	-10,71	-8,98	-11,98	-10,89	-14,22	-4,94	-1,98
Azienda P	-3,41	5,05	9,30	15,18	13,27	8,07	14,87	26,96	10,06
Azienda Q	1,47	-1,28	0,14	-2,73	-1,14	0,74	1,15	5,30	6,95
Azienda R	3,84	3,37	6,88	8,25	6,95	6,99	6,93	-1,54	-0,26
Azienda S	5,66	2,40	1,90	2,21	1,96	1,75	2,04	1,17	1,50
Azienda T	-21,99	-14,22	-8,64	-0,90	-4,94	-9,15	3,97	6,52	5,71
Azienda U	0,56	1,07	3,49	2,49	2,12	0,99	2,18	8,51	3,91
Azienda V	9,71	11,26	5,97	13,25	15,54	17,29	14,59	6,41	5,84
Azienda W	-2,05	3,90	4,87	-2,47	3,28	3,33	2,75	4,56	7,77
Azienda X	-4,38	-1,38	-2,42	-7,67	-3,74	9,16	12,81	8,55	11,75
Azienda Y	10,96	9,95	11,29	6,86	16,46	16,08	12,69	19,91	16,76
Azienda Z	1,43	2,92	6,23	3,16	3,01	9,92	6,96	2,56	11,42
Azienda AA	10,14	8,48	-0,32	-9,42	-14,38	-10,03	-10,85	-7,14	-5,71
Azienda AB	1,5	2,81	3,27	1,14	0,86	0,66	1,17	1,5	1,59

Tabella 6. Valora di ROA delle aziende del campione

IV Variabili Descrittive

I dati utilizzati nel seguente lavoro di tesi fanno riferimento ad un campione di 28 PMI collocate nelle principali provincie del Piemonte a cui sono stati sottoposti diversi questionari sulla maturità digitale. Più precisamente sono state effettuate analisi per valutare il bisogno di competenze tecnologiche e manageriali necessarie per implementare al meglio le soluzioni di Industria 4.0. Per fare ciò è stato utilizzato uno strumento di audit operativo, ovvero un particolare metodo di supporto con cui attori esterni al contesto aziendale consigliano le imprese su alcuni possibili elementi e fonti di miglioramento. Nello specifico, il team del Politecnico di Torino si è focalizzato sul comprendere come tutte le fasi operative dell'azienda venissero svolte per delineare le inefficienze che ostacolerebbero le soluzioni di Industria 4.0 e per valutare la maturità digitale. Questo processo è stato svolto in tre differenti fasi che consistono nella compilazione di tre documenti: questionario di Autocompilazione, Pre Assesment e Assesment. Nel primo documento sono presenti quesiti riguardanti la struttura e l'organizzazione aziendale come il numero di dipendenti presenti, il codice ATECO dell'azienda e i valori di fatturato. Successivamente, nella fase di Pre Assesment, sono stati intervistati membri del management e della direzione aziendale su argomenti riguardanti strategie di Ricerca, Sviluppo e Innovazione, la disponibilità di risorse umane, cultura organizzativa e le skills per Industria 4.0. Nella terza fase, mediante le visite aziendali effettuate dai membri del team del Politecnico di Torino, è stato possibile compilare un apposito questionario diviso per aree in modo da consentire una valutazione della digital readiness delle imprese. Le principali aree presenti fanno riferimento alle operations interne ed esterne dell'azienda, rispettivamente produzione, logistica, magazzino, gestione della qualità, manutenzione, sistemi informativi e quelle esterne supply chain, marketing e vendite, innovazione di prodotto. I dati risultanti sono stati elaborati ed inseriti in un documento che contiene le risposte, opportunamente normalizzate, ai diversi questionari divise per area e per azienda. L'analisi presente in questo lavoro di tesi, dunque, si serve di questi dati per comprendere le principali problematiche dell'aziende riscontrabili nel modo di gestire e organizzare le varie operations.

In seguito, è stato possibile analizzare l'insieme di risposte disponibili al fine di comprendere i comportamenti riscontrati nelle aziende. Le analisi sono state eseguite e divise in base alle macroaree presenti nel questionario di Assesment. Le domande presenti hanno punteggi che variano in base a diverse scale da 1-4, 1-5, 1-6, 1-7, 1-8, e sono stati normalizzati basandosi sulla scala da 1 a 5. Nei risultati sotto riportati il valore zero indica una mancata risposta da parte dell'azienda. Dunque, i punteggi salgono partendo dal valore 1 arrivando sino al valore 5, ad indicare che, più l'azienda eccelle in un determinato ambito, più il punteggio assegnato sarà rilevante. Inoltre, esistono alcuni quesiti che sono posti in modo da evidenziare le tecnologie utilizzate, più selezioni vengono fatte dall'azienda, più allora il punteggio assegnato sarà consistente. Sono presenti alcune domande a cui corrispondono punteggi inversi, ovvero quando l'azienda adotta un migliore impiego delle tecnologie riporta valori più bassi nella tabella delle risposte. Esse sono state opportunamente riconvertite sempre nella scala principale utilizzata, ovvero da 1 a 5. Inoltre, è bene evidenziare che, seppure il campione di aziende sia di 28 imprese, molto spesso il totale delle risposte ottenute per ogni singola area è inferiore in quanto ci possono essere dati mancanti. L'analisi parte dalla sezione presente nell'Assessment riguardante gli aspetti di Marketing, Customer care e Vendite che comprende quesiti attinenti alle politiche che le aziende adottano per conoscere il posizionamento, la riattivazione dei clienti e la stima delle vendite.

IV.I Marketing, Customer care e Vendite

Osservando il primo quesito che riguarda la segmentazione di mercato (figura 8), emerge il comportamento delle aziende per quanto riguarda gli aspetti inerenti campagne di marketing mirate per attrarre più clientela possibile. Il quesito è composto su una scala da 1 a 4, dove 4 rappresenta il valore massimo, ovvero una conoscenza specifica del tipo di clientela a cui l'azienda fa riferimento. Analizzando le risposte, è possibile notare come il gruppo di PMI studiato dimostri di collocarsi principalmente in due macro gruppi:

- Dieci aziende dichiarano di conoscere il posizionamento dei clienti investendo in campagne mirate per raggiungerli.
- Altre dieci sostengono invece che non siano necessarie operazioni specifiche.

La restante parte comprende:

- Due imprese che dichiarano di servirsi esclusivamente di campagne marketing generalizzate.
- Tre PMI che dichiarano di rivolgersi a consulenti esterni per campagne mirate.

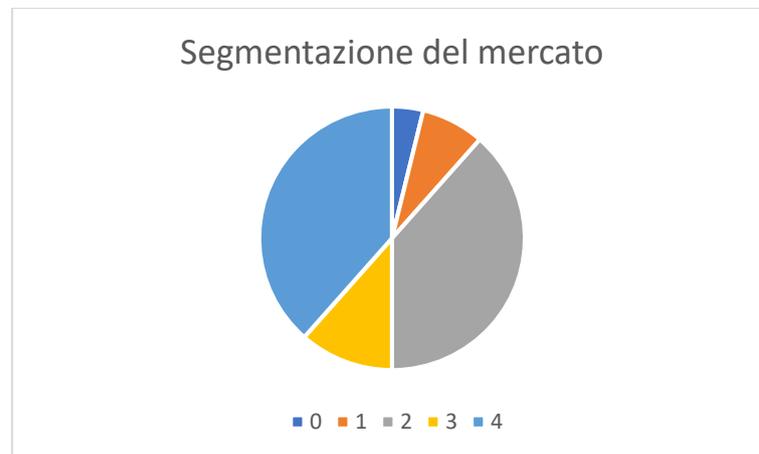


Figura 8. Frequenza risposte segmentazione di mercato

La successiva domanda nel questionario fa riferimento alla customer retention (figura 9), ovvero a tutte le politiche attivate dall'azienda per consolidare la clientela o ampliare il portafoglio dei consumatori. L'analisi mostra come:

- Nove aziende non hanno politiche specifiche per la riattivazione dei clienti, ovvero non hanno strumenti con cui ristabilire relazioni con il cliente.
- Dodici imprese dichiarano di attuare particolari strategie per riattivare i vecchi clienti, ma senza ampliare il portafoglio.
- Quattro aziende si servono di strumenti appositi mirati per segmentare al meglio la clientela.

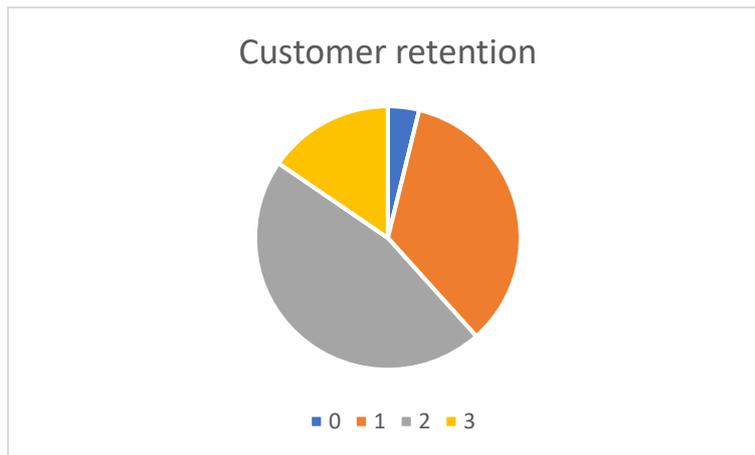


Figura 9. Frequenza risposte Customer Retention

È stato analizzato anche il modo in cui le aziende eseguono stime sulla domanda per effettuare un piano delle vendite. Tale analisi ha riportato i seguenti risultati (figura 10):

- Quindici aziende, ovvero circa la metà del campione, dichiarano di servirsi dello storico dei dati per la stima delle vendite.
- Due aziende si servono dei big data per analizzare il settore e il suo andamento.
- La restante parte del campione utilizza dati storici integrati con dati macroeconomici.

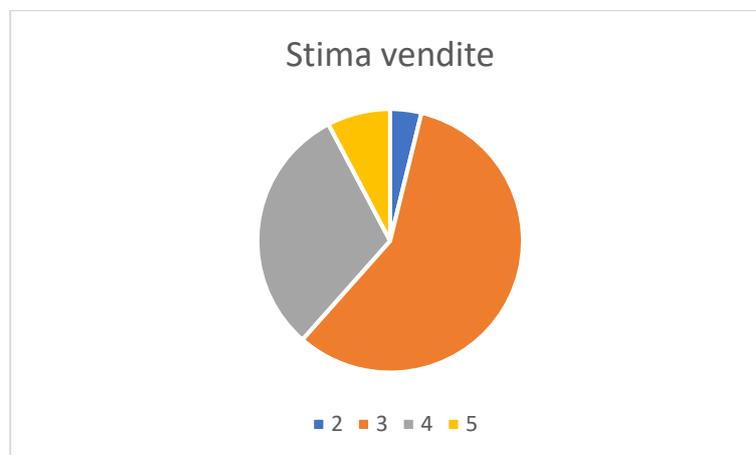


Figura 10. Frequenza risposte Stima vendite

Per capire come le imprese del campione scelgono di posizionarsi, è stato analizzato le risposte relative al quesito inerente al Benchmark (figura 11):

- Quindici imprese, ovvero la maggioranza del campione, per un efficace posizionamento sul mercato si rivolgono ad apposite risorse esterne o interne.
- Sei aziende si servono dei big data per studiare i trend di mercato e i bisogni dei clienti.
- Quattro dichiarano di non adottare una specifica strategia di posizionamento.

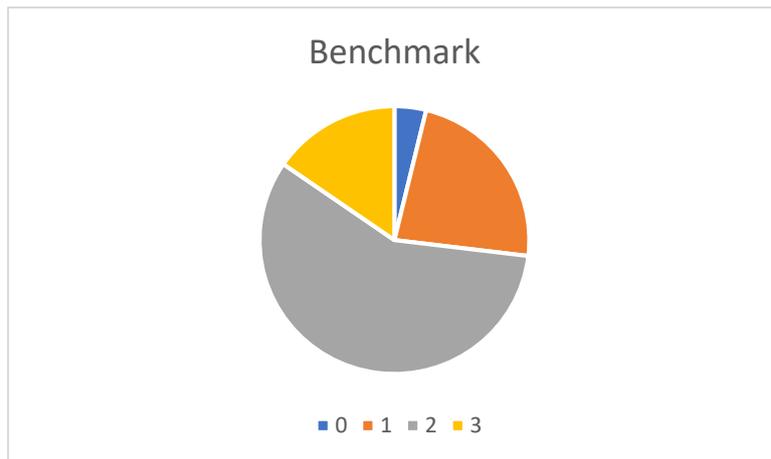


Figura 11. Frequenza risposte Benchmark

La gestione dei servizi post vendite e di customer care (figura 12) è affidata in più della metà delle situazioni ad una specifica funzione, mentre nei restanti casi il servizio clienti è gestito direttamente dal management.

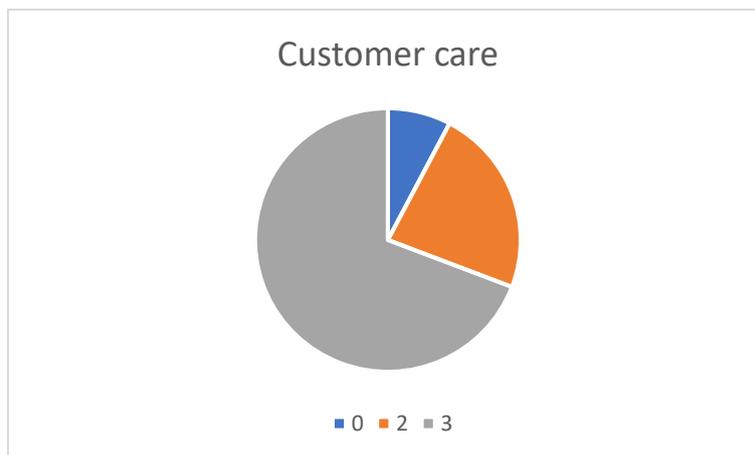


Figura 12. Frequenza risposte Customer care

Un altro aspetto chiave per comprendere al meglio come le aziende gestiscano il rapporto con il consumatore fa riferimento al quesito riguardante l'orientamento al cliente (figura 13), da tale analisi emerge che:

- Una sola azienda monitora la customer satisfaction in maniera costante rielaborando sia dati interni che esterni all'azienda.
- Sette aziende dichiarano di usare questionari appositi e survey al fine di alimentare KPI condivisi a livello aziendale.
- Otto PMI dichiarano di monitorare il cliente con questionari senza fare uso dei relativi dati.
- Nove aziende, invece, sostengono di curarsi solo occasionalmente dell'aspetto della soddisfazione del cliente.
- Una sola azienda non monitora la customer satisfaction.

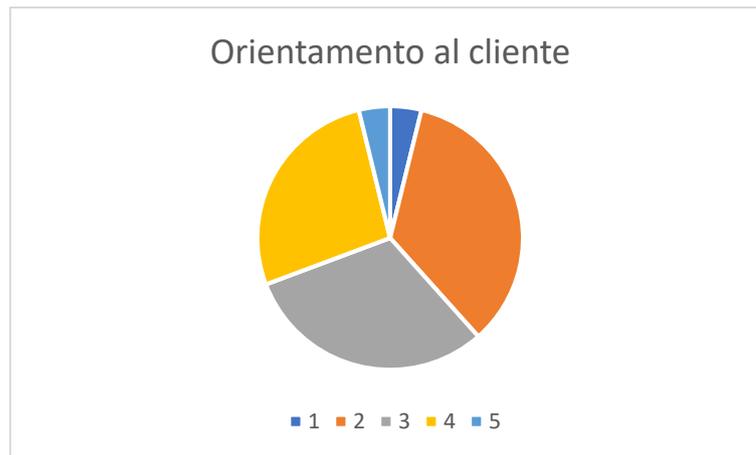


Figura 13. Frequenza risposte Orientamento al cliente

Analizzando il totale delle risposte date dalle aziende del campione facenti riferimento all'area specifica Marketing, Customer Care e Vendite emerge come l'attenzione verso politiche di marketing sia scarsa, osservando la media generale. L'aspetto che più colpisce riguarda il fatto che la quasi totalità delle imprese analizzate dichiara di possedere un'apposita funzione di marketing che, però, non riesce a sfruttare a pieno le sue potenzialità. Dall'analisi, dunque, si nota che solo poche aziende effettuano politiche mirate che si basano su un uso ampio e specifico dei dati. Infatti, la maggior parte del campione preferisce servirsi di informazioni relative ai dati storici piuttosto che effettuare le previsioni e gli studi con dati di settore aggiornati in tempo reale. Molte aziende non mirano ad espandere il proprio portafoglio clienti ma solo alla fidelizzazione. Tale comportamento è direttamente collegato allo scarso impiego di informazioni e al ruolo prettamente marginale che esse ricoprono. Infatti, affidandosi esclusivamente allo storico dei dati e all'esperienza dell'operatore, risulta difficile posizionarsi al meglio nel settore o strutturare in modo efficace delle politiche di espansione e di soddisfacimento della clientela. Questo aspetto denota una scarsa propensione all'implementazione delle tecnologie impiegate in Industria 4.0, che mirano a reperire, elaborare e controllare il flusso informativo tracciando i dati e servendosene per opportune analisi.

IV.II Risorse umane

Successivamente è stata esaminata la seconda area di interesse che riguarda le Risorse Umane. Il primo elemento studiato riguarda gli aspetti della formazione, la cui analisi mostra uno scarso interesse delle aziende ad investire in processi di formazione continua. Dal campione emerge come la quantità di aziende che ha investito nel 2017 in tale ambito sia molto scarsa: Le imprese G, Q ed AB dichiarano di investire l'1% del fatturato mentre I e O valori leggermente superiori. Inoltre, tale comportamento è confermato anche dal fatto che il numero di dipendenti coinvolti in progetti di formazione continua sia esiguo. Infatti, solo le aziende G, O ed U dichiarano di avere il 100% dei loro addetti impiegati in tale processo, mentre l'azienda C il 90%, l'azienda H il 2%, l'azienda P il 50% e l'azienda R il 47%. Se, invece, si fa riferimento alle politiche di assunzione adottate dalle aziende si nota come quest'ultime si focalizzino principalmente su ambiti come informatica, disegno tecnico, ingegneria meccanica e manutenzione dei macchinari, dando scarsissima importanza a quelli che sono gli ambiti dei big data, che rappresentano il futuro di Industry 4.0, a cui solo l'azienda O sembra essere interessata. Questo comportamento è compatibile con una strategia aziendale che mira soprattutto a ristrutturare dapprima il sistema informativo per poi focalizzarsi sulle nuove tecnologie. Dunque, le aziende si concentrano inizialmente sull'assunzione del personale esperto che possa aggiornare gli applicativi software presenti al fine di creare una solida base su cui instaurare i processi di

integrazione tra funzioni.

Successivamente, si è passati ad analizzare aspetti legati al rapporto tra dipendenti e agli stimoli offerti in ambito aziendale. Le risposte date ai quesiti presenti evidenziano come tra gli elementi del campione è possibile riscontrare un elevato peso dato ai dipendenti che si impegnano nel miglioramento e nella creatività. Infatti, circa la metà delle aziende presenti dichiara di attribuire molta importanza agli aspetti che riguardano le proposte di innovazione suggerite dagli addetti. Tale comportamento risulta però frenato dalle scarse politiche di incentivazione monetaria proposte che contrastano nettamente la propensione delle aziende dimostrata per gli aspetti di rinnovamento. Infatti, senza sistemi di incentivazione tutte le risorse operanti in ambito aziendale perdono lo stimolo nel proporre nuove e interessanti soluzioni frenando così il trend di crescita delle aziende. Un altro aspetto contraddittorio riscontrato nel campione è l'elevata importanza attribuita alla comunicazione fluida e rapida tra le diverse funzioni aziendali accompagnata, però, da una scarsa integrazione dei dipendenti nelle fasi di sviluppo prodotto e produzione. Infatti, le aziende del campione mostrano una ridotta attenzione ad elementi che si rivelano essere fondamentali per un passaggio veloce ed efficiente verso l'applicazione delle tecnologie di Industria 4.0. La collaborazione tra addetti che si occupano di sviluppo prodotto e produzione è scarsa, denotando una propensione delle aziende a preferire un tipo di approccio alla progettazione standard. Infatti, parallelizzando le diverse fasi del ciclo di vita di un prodotto si riducono gli scarti e i lead time in quanto i beni non devono essere prima completati del tutto per comprenderne le problematiche poiché c'è uno scambio di informazioni simultaneo. Anche la possibilità di usufruire e di servirsi dei dati è un aspetto poco rilevante nella realtà aziendale, dove pochissimi dipendenti analizzano le informazioni relative alla rispettiva funzione.

IV.III Automazione

Con il termine automazione si intendono tutti quei meccanismi necessari per permettere ad uno specifico processo di funzionare autonomamente e senza l'ausilio dell'uomo. A livello industriale, tale disciplina si serve di apposite tecnologie sviluppate mediante l'integrazione tra l'informatica, l'elettronica e la meccanica al fine di monitorare, controllare e gestire tutti i processi industriali. Dunque, il concetto di automazione e di Industria 4.0 sono strettamente legati tra loro, infatti con la nuova frontiera digitale si ha come obiettivo quello di arrivare alla creazione di sistemi totalmente autosufficienti e indipendenti. Il fatto di volere affidare la gestione di un intero sistema produttivo non più ad un individuo specifico ma ad una macchina si basa soprattutto sull'utilizzo dei dati. È necessario, infatti, per garantire maggior automazione che ci sia un corretto uso delle informazioni, che devono essere raccolte, catalogate e opportunamente valorizzate. Le soluzioni ormai proposte sono indispensabili anche per le PMI, in quanto possono fare la differenza in termini di redditività e di continuità aziendale. Infatti, tali procedure consentono una netta riduzione degli errori e una gestione più accurata e veloce dei processi permettendo così alle risorse di focalizzarsi su aspetti più centrali per mantenere un vantaggio competitivo. Inoltre, un livello di automazione sufficientemente elevato consente alle PMI di riuscire a sviluppare strategie non più solo di breve periodo, ampliando così l'orizzonte su cui l'azienda pianifica le sue attività. Proprio per queste motivazioni, è stata effettuata un'analisi del campione che identificasse l'uso di questi nuovi sistemi nelle varie funzioni aziendali. L'indagine procede studiando in base ad ogni area i quesiti che riguardano le nuove tecnologie da implementare, al fine di comprendere l'andamento del campione.

IV.III.I Macroarea: Progettazione

Partendo dall'area Progettazione si nota che vi è un buon utilizzo dei dati per quanto riguarda la generazione di un concept di prodotto. Dall'analisi risulta che la quasi totalità delle aziende presenti nel campione fa uso di più del 50% dei dati per la generazione di un

nuovo concept. Il successivo argomento trattato riguarda gli aspetti di prototipazione virtuale (figura 14). Tale tecnica consiste nella creazione di modelli 3D dei prodotti utilizzati per riprodurre il comportamento dell'oggetto nel mondo reale, anticipando così possibili difettosità e problematiche. Inoltre, l'utilizzo di tali specifici software consente al meglio di raggiungere obiettivi prefissati da Industria 4.0 come la flessibilità e la riduzione del lead time. I progettisti possono scegliere tra più alternative riducendo così le tempistiche e i costi e aumentando la qualità del prodotto e le sue performance. I risultati del campione mostrano che:

- Due aziende usano la prototipazione virtuale per la progettazione architeturale e per le interfacce tra i componenti.
- Tre aziende si servono di tale applicativo software solo per sviluppare i componenti ma non le interfacce.
- Cinque se ne servono esclusivamente in fase di concept design ma per i test utilizzano ancora i prototipi fisici
- Otto aziende utilizzano solo in piccola parte le tecniche di prototipazione virtuale e si basano ancora sulla realizzazione dei prototipi fisici estensivi per tutte le fasi della progettazione
- Cinque non ne fanno uso.

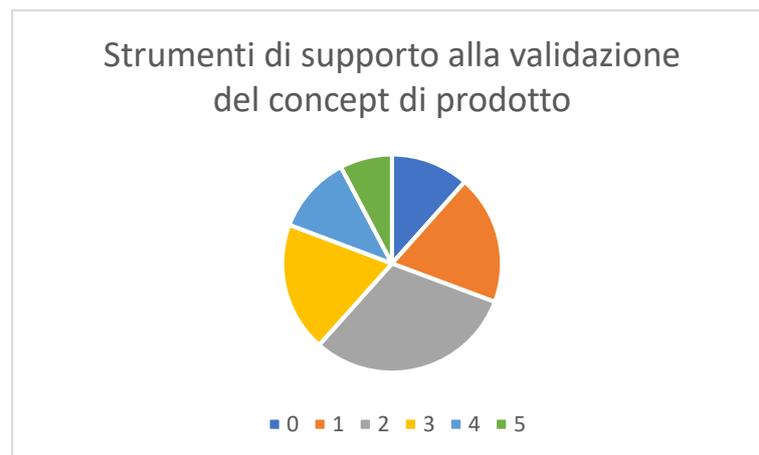


Figura 14. Frequenza risposte Strumenti di supporto alla validazione del concept

Un altro aspetto chiave analizzato è la condivisione del Bill of Materials (BOM) (figura 15), che rispecchia il grado di integrazione presente tra le varie aree aziendali. Dal campione emerge che:

- Dieci aziende condividono la BOM servendosi di un apposito sistema dedicato mediante il quale è accessibile a tutte le funzioni aziendali.
- Nove dichiarano invece di impiegare appositi fogli elettronici e sistemi condivisione con password.
- Due dichiarano invece di fare uso della posta elettronica per inviarla alle funzioni che la richiedono.

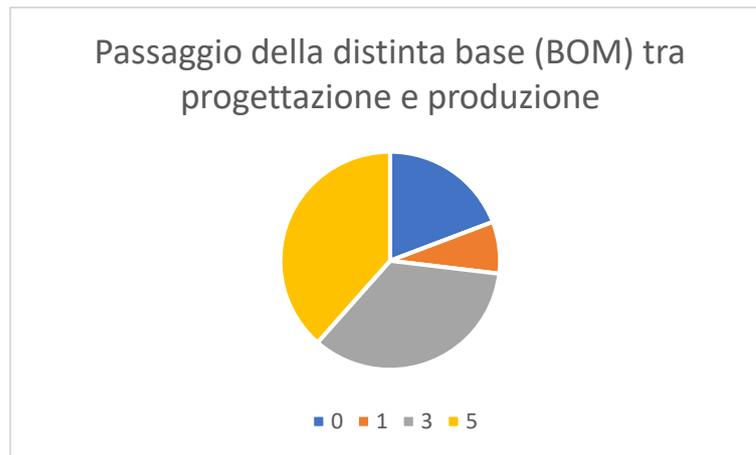


Figura 15. Frequenza risposte Passaggio della distinta base

Tale comportamento evidenzia una criticità nella gestione delle informazioni, infatti, seppur ci siano dieci aziende del campione che dichiarano di utilizzare un apposito sistema software, ancora troppe usano un metodo di condivisione poco efficace e pratico. La gestione della BOM sotto forma di foglio elettronico può generare innumerevoli ambiguità a livello aziendale, riducendo così le prestazioni e l'efficienza operativa.

Successivamente è possibile analizzare le risposte riguardanti la pianificazione del processo produttivo (figura 16), più precisamente il ciclo di lavorazione, da cui si nota che:

- Nessuna azienda si serve dell'utilizzo di sistemi integrati di supporto che consentano la partecipazione di tutte le funzioni aziendali.
- Due elementi del campione dichiarano di servirsi di sistemi integrati come supporto alla pianificazione del processo di assemblaggio.
- Quattro si servono di sistemi condivisi di supporto per tale processo.
- Undici aziende invece a tal fine utilizzano strumenti non integrati.
- Cinque non si servono di appositi strumenti ma svolgono il processo manualmente.

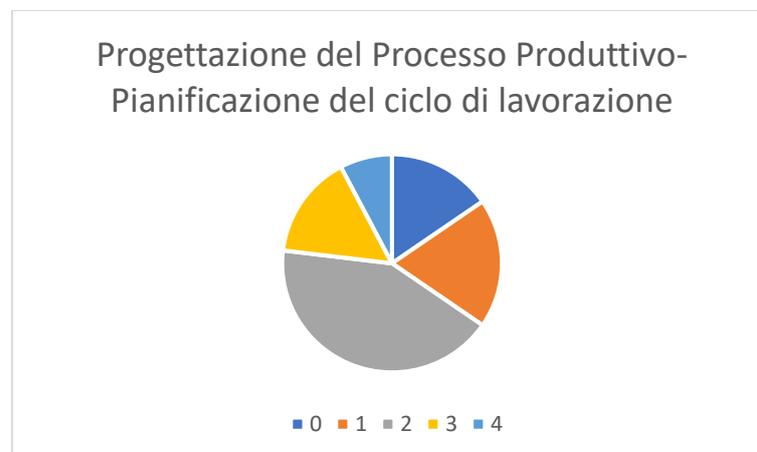


Figura 16. Frequenza risposte Progettazione del Processo Produttivo

Da tale analisi risulta come l'integrazione delle funzioni aziendali sia scarsa, infatti la maggior parte delle imprese non fa uso di applicativi software integrati per gestire le fasi

di pianificazione del ciclo di lavorazione. Tale mancanza genera una limitazione per le aziende, in quanto aumenta la possibilità di incorrere in errori, non solo di pianificazione, ma anche di comunicazione tra le funzioni. Questo comportamento può generare ritardi e problematiche con un conseguente aumento del lead time, una riduzione del livello di servizio e della produttività dell'azienda. Infatti, la totale mancanza di integrazione rende complesso il passaggio dei dati e il possibile ricontrollo e monitoraggio degli stessi. Un altro elemento fondamentale per capire la maturità digitale delle aziende è l'uso di appositi applicativi software utilizzati a supporto della progettazione. Strumenti come CAD, Computer-Aided engineering (CAE), Computer-Aided Manufacturing (CAM) consentono di migliorare il processo di progettazione in quanto forniscono una base per disegnare prototipi, eseguire analisi dinamiche e strutturali sul pezzo realizzato con il modello 3D ed esplorare tutte le alternative di industrializzazione e produzione. Inoltre, un aspetto cruciale riguarda anche i dati e gli aspetti di gestione, controllo e monitoraggio per cui sono presenti specifici applicativi come Production Data Acquisition (PDA), Product Data Management (PDM) e Product Lifecycle Management (PLM). Il primo tiene traccia di tutti i dati facenti riferimento all'intero sistema produttivo; il secondo comprende anche le informazioni riguardanti progettazione, test e collaudo; il terzo fa riferimento a tutto il ciclo di vita del prodotto e si occupa di tracciare anomalie in uso, dati sulle vendite, dati derivanti dal processo di supply chain e di target costing. Analizzando la risposta a tale quesito strutturata su una scala da 1 a 8, dove più tecnologie impiegate sono presenti più l'azienda è avanzata, sono emersi i seguenti risultati:

- Gran parte delle aziende si serve di un massimo di due o tre sistemi a supporto della progettazione.
- Sei imprese usano più di tre applicativi per supportare tale processo.

Ciò dimostra come le aziende usino principalmente strumenti arretrati che non consentono un miglioramento efficace e consistente dei processi. Soprattutto un attento monitoraggio dei dati con appositi software per ridurre errori di progettazione, mal funzionamenti e prevedere le aspettative del cliente.

IV.III.II Macroarea: Smart Product

Tale area si focalizza sulla presenza e l'utilizzo di smart product in azienda, ovvero di prodotti che permettano di comprendere in tempo reale le informazioni sull'utilizzo fatto dai consumatori, sviluppando così nuove alternative che si adattano al cliente e strutturando i servizi di assistenza nel modo migliore. Questa area è assente in gran parte delle imprese, ciò è dovuto al fatto che ovviamente non tutte le attività produttive svolte si presentano all'introduzione di tale tipo di tecnologie, però anche nel caso in cui il tipo di bene creato sia adeguato, la propensione delle aziende a servirsi di tale strumento è pressoché nulla. Infatti, solo nove aziende presenti all'interno del campione dichiarano di fare uso di smart product, quattro di esse ad una fase ancora iniziale per cui non è ancora possibile comunicare, raccogliere i dati in tempo reale e fornire apposite funzionalità aggiuntive.

IV.III.III Macroarea: Produzione

La funzione successivamente esaminata riguarda la Produzione, in primo luogo si analizza come le aziende definiscano la pianificazione degli approvvigionamenti di materiali, ovvero il processo che consente di calcolare il fabbisogno netto di materiali, pianificando così gli ordini di produzione e di acquisto considerando anche la domanda di mercato, la distinta base e il livello dei magazzini (figura 17):

- Tre aziende appartenenti al campione dichiarano di utilizzare una procedura integrata di tipo Material Requirements Planning (MRP) che tiene conto sia dei vincoli di capacità interni sia di quelli derivanti da forniture di terze parti. Ciò genera un aggiornamento continuo in cui tutti gli elementi sono sempre dinamicamente allineati con lo stato corrente del sistema produttivo.
- Dieci aziende dichiarano invece di usare l'MRP tenendo conto dei vincoli di capacità interne e di fornitura ma senza allineare costantemente il piano con lo stato del sistema per avere una visione di insieme.
- Sei aziende si servono di una procedura standard basata su un livello di capacità produttiva infinita che viene poi modificata e integrata sulla base dei vincoli di capacità reali del sistema e sulle forniture esterne.
- Tre aziende si servono di una procedura standard che viene di rado adattata ai reali vincoli di capacità dell'impianto.
- Due aziende non definiscono un piano di approvvigionamento specifico, in alcuni casi si basano esclusivamente sul budget acquisti.



Figura 17. Frequenza risposte Sistema di Pianificazione Fabbisogno Materiali

In seguito, è stato analizzato il modo in cui le aziende eseguono il lancio degli ordini (figura 18), cioè se si servono di specifiche euristiche di sequencing che consentono una reattività elevata ai possibili mutamenti delle condizioni al contorno o solo del piano di produzione senza la possibilità di adattamento.

- Una sola azienda tiene conto delle esigenze di sequencing per lanciare gli ordini, generando così un sistema con reattività elevata, che risponde prontamente ai cambiamenti e mantiene così elevata la competitività aziendale.
- Sette aziende appartenenti al campione considerano le esigenze di sequencing, definendo attività e criteri sulla base di euristiche di scheduling con reattività limitata.
- Nove aziende, seppur tenendo conto delle necessità dettate dal sequencing, prendono le decisioni sul lancio degli ordini affidandosi alla discrezionalità dell'operatore.

- Sette si basano sul piano di produzione e sul carico corrente del sistema produttivo.
- Due considerano esclusivamente il piano di produzione.



Figura 18. Frequenza risposte Lancio degli ordini

L'analisi continua focalizzandosi sui sistemi utilizzati a supporto delle attività di produzione che la maggior parte delle aziende facenti parte del campione usa sistemi di tipo ERP (Enterprise Resource Planning). Tale applicativo consiste in un apposito sistema informativo che integra tutte le funzioni principali di un'azienda, come le vendite, gli acquisti, la gestione del magazzino, consentendo dunque una visione di insieme della situazione aziendale. In un'era dove è sempre più importante per le aziende riuscire a generare valore, l'integrazione di sistema diventa un elemento fondamentale da migliorare e implementare. All'interno del campione sono ancora troppo poche le aziende che nell'ambito della produzione utilizzano il sistema ERP affiancato dal MES (Manufacturing Execution System). Quest'ultimo è un apposito sistema che consente la gestione in tempo reale, il monitoraggio, il controllo di tutte le fasi del processo produttivo. La combinazione tra i due sistemi permette all'ERP di essere sempre allineato con gli avanzamenti di produzione e il livello di scorte in magazzino, permettendo, quindi, un aggiornamento in tempo reale. Mediante l'uso congiunto di questi due sistemi si può perseguire uno degli obiettivi principali di Industria 4.0, ovvero l'integrazione tra tutte le funzioni aziendali.

Un altro aspetto fondamentale consiste nell'uso e nella rielaborazione dei dati di produzione derivanti dal monitoraggio delle prestazioni tecniche come livello delle scorte, stock out, stagionalità o non conformità, tolleranze. Dalle risposte fornite dagli elementi del campione risulta che (figura 19):

- Due aziende tra quelle analizzate ritengono non necessario archiviare i dati di produzione.
- Nove aziende prediligono una gestione non sistematica dei dati di produzione e delle relative deviazioni dagli standard, permettendo una gestione dei report esclusivamente locale.
- Cinque PMI scelgono una gestione sistematica dal punto di vista delle procedure ma a discrezione dell'operatore in questione.
- Cinque aziende si servono di informazioni storiche usate sistematicamente e analizzate per creare appositi trend in grado di prevenire problemi di qualità.

- Quattro aziende usano i dati storici in maniera efficiente prevenendo eventuali problematiche del collo di bottiglia, consentendo una risoluzione tempestiva.

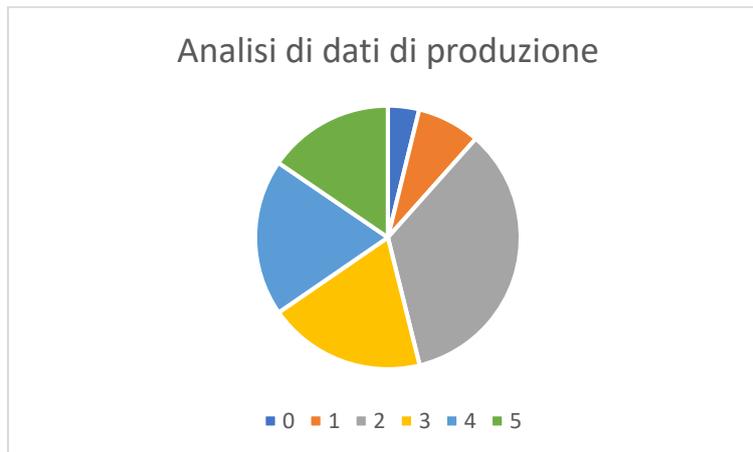


Figura 19. Frequenza risposte Analisi dati di produzione

Lo stesso avviene per quanto riguarda l'analisi derivante dai costi di produzione (figura 20):

- Tre aziende appartenenti al campione fanno un uso sistematico dei dati, analizzando i trend per prevenire problemi di competitività
- Tredici aziende, ovvero una gran parte degli elementi del campione, sostiene di raccogliere ed usare informazioni per analizzare le variazioni dalle previsioni. Tale analisi dipende dai diversi responsabili e non consente una reattività immediata.
- Otto aziende eseguono un'analisi non sistematica e relativa a sistemi informativi gestiti in modo locale.
- Due dichiarano di non servirsi di nessun tipo di informazione.

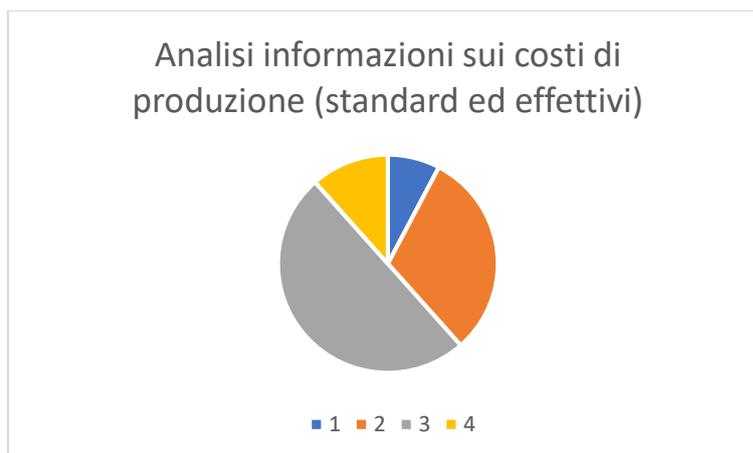


Figura 20. Frequenza risposte Analisi informazione sui costi di produzione

Dall'analisi dell'area produzione emerge che le imprese, seppur soggette ad alcune limitazioni che impediscono una corretta applicazione dei principi di Industria 4.0, siano più avanzate rispetto alle altre funzioni esaminate. Un aspetto negativo riguarda l'impiego dei dati, mostrando come le imprese difficilmente facciano un utilizzo consapevole e proattivo delle informazioni. L'uso non sistematico e legato esclusivamente all'analisi degli

scostamenti dagli standard previsti non è sufficiente in quanto non consente di servirsi delle informazioni necessarie per prevenire, riscontrare problematiche in tempo reale e intervenire immediatamente con degli appositi correttivi. La gran parte delle aziende del campione fa un utilizzo dei dati che dipendono molto dalla discrezionalità dell'operatore o da sistemi gestiti in modo locale. Dunque, le decisioni così intraprese influenzano non solo le prestazioni della funzione specifica ma la redditività dell'intera azienda e devono, quindi, basarsi su un insieme strutturato di informazioni e non solo sull'esperienza dell'operatore. Un elemento apprezzabile riguarda il fatto che la quasi totalità delle aziende impiega un sistema ERP per la gestione della produzione, ciò è un aspetto che può essere considerato positivo in quanto evidenzia la volontà delle imprese di collegare tra loro le diverse operations. Allo stesso tempo però, sono ancora troppo poche le PMI che investono non solo nel collegamento tra funzioni ma anche nella sincronizzazione in tempo reale dei dati costantemente aggiornati del sistema. Infatti, la quantità di aziende che usa sistemi ERP integrati con MES è ancora ridotta. Tale aspetto unito allo scarso utilizzo di informazioni riduce le possibilità dell'azienda di adattarsi a repentini cambiamenti.

IV.III.IV Macroarea: Supply chain

È possibile procedere con l'analisi di un'altra area aziendale presente nel questionario di Assessment, la Supply Chain che consente di comprendere al meglio il livello di integrazione che attraversa tutta la catena del valore ed evidenzia i rapporti esistenti tra fornitori, produttori e clienti finali. Il primo elemento analizzato riguarda gli aspetti del demand planning (figura 21), più precisamente dei sistemi informativi usati a supporto di tale processo. Dalle risposte del campione emerge che:

- Tredici aziende utilizzano esclusivamente fogli di calcolo Excel ed estrazioni in locale dai sistemi transazionali interni.
- Otto aziende, invece, dichiarano di servirsi di pacchetti di reportistica appositi che consentono una filtrazione veloce dei dati e alcune funzioni base di previsione.
- Due imprese fanno uso di appositi strumenti in grado di elaborare sia dati provenienti da fonti interne sia esterne e di generare appositi modelli di simulazione ed ottimizzazione.

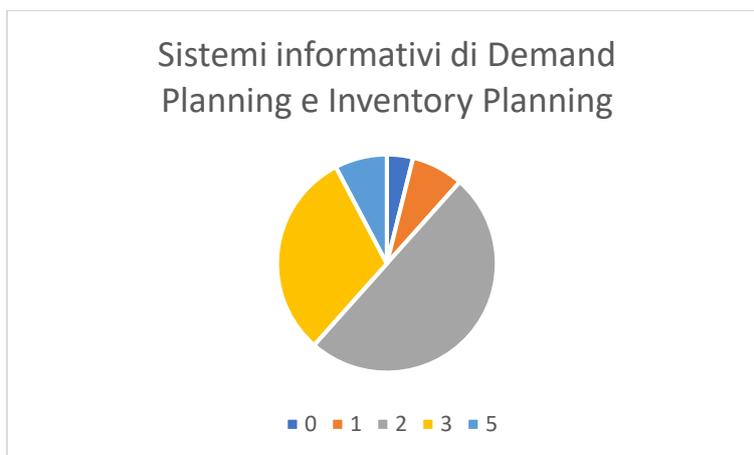


Figura 21. Frequenza risposte Sistemi informativi di Demand Planning e Inventory Planning

Tale comportamento denota un basso utilizzo di appositi e adeguati applicativi software che impedisce di conseguenza una previsione regolare e accurata della domanda e una

sua condivisione costante con i fornitori di materie prime. Ciò riduce di gran lunga la precisione con cui sono effettuate le anticipazioni sull'andamento della domanda compromettendo così la capacità delle aziende di adattarsi a picchi, fluttuazioni e repentini cambiamenti. Questo si ripercuote negativamente sulla redditività dell'azienda, sul suo livello di servizio percepito dal cliente e sulla sua immagine.

Per quanto riguarda il coordinamento con gli attori a monte e a valle della catena di fornitura si nota uno scarso interesse nell'utilizzare strumenti elettronici dedicati. Infatti, la quasi totalità del campione, ad eccezione di un gruppo molto limitato composto da circa quattro aziende, utilizza canali tradizionali come e-mail o supporto cartaceo per lo scambio di fatture e relative documentazioni. Lo stesso comportamento si nota per quanto concerne la tracciabilità dei flussi fisici a monte e a valle (figura 22 e 23) che è del tutto assente nella maggior parte dei casi o riguarda esclusivamente gli scambi più importanti. Ciò denota come ci sia una limitata propensione all'integrazione lungo la filiera, all'interconnessione tra aziende e all'uso delle nuove tecnologie non solo esclusivamente per i processi interni.

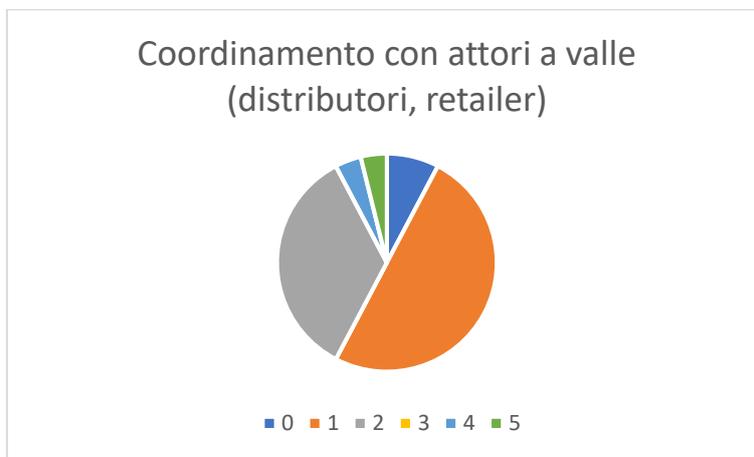


Figura 22. Frequenza risposte Coordinamento a valle

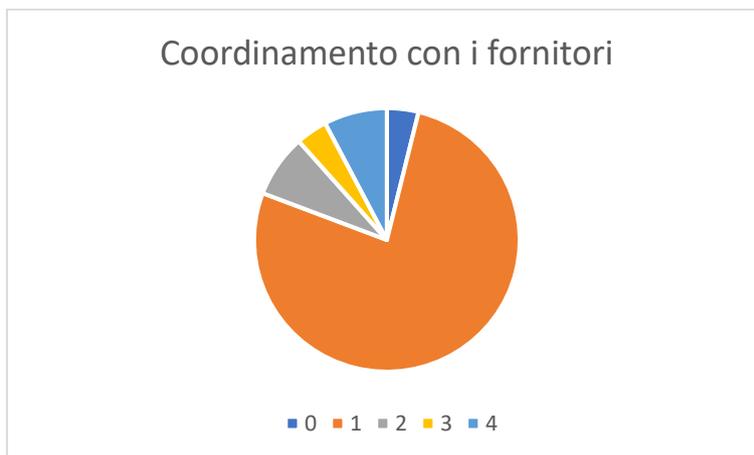


Figura 23. Frequenza risposte Coordinamento a monte

IV.III.V Macroarea: Logistica

Successivamente, è stata analizzata l'area che riguarda le prestazioni di Logistica interna, ovvero l'organizzazione del magazzino e i processi di prelievo merci. Si pone l'attenzione anche sull'uso di specifiche tecnologie come WMS (Warehouse Management System). Esso è un apposito sistema che si occupa di gestire, ottimizzare e controllare lo stato del magazzino e i processi distributivi. Infatti, tale applicativo ha come obiettivo il controllo del livello di merci, la movimentazione, le transazioni e i processi di riordino,

migliorando la gestione delle risorse e delle merci presenti. Il sistema WMS incrementa le sue prestazioni se integrato con sistemi RFID (Radio-frequency identification), che consentono di identificare e memorizzare le posizioni dei beni, e con il sistema ERP, che permette di ottenere una visione globale delle scorte presenti in azienda. Esaminando i dati emersi dalle risposte fornite dal campione (figura 24) relative alle tecnologie utilizzate per controllare operativamente il magazzino si nota che:

- Due aziende impiegano sistemi con radiofrequenza integrati con il WMS per identificare le posizioni e le unità di carico. Tutte le informazioni sono comunicate al sistema ERP che fornisce una visione integrata del livello di scorte in azienda.
- Sette imprese usano appositi sistemi barcode per conoscere le posizioni dei pezzi e il WMS integrato con ERP.
- Sette imprese non usano radiofrequenza ma un sistema WMS locale.
- Cinque si servono di sistemi locali o di gestione aziendale
- Cinque non impiegano alcun sistema informativo.



Figura 24. Frequenza risposte Tecnologie operative di magazzino

Successivamente si analizzano le pratiche che riguardano le attività del processo di picking (figura 25), ovvero l'alimentazione verso i reparti delle materie prime o semilavorati da elaborare:

- Otto aziende si servono degli ordini schedulati dalla produzione per gestire il prelievo dei materiali, mediante l'uso di appositi dispositivi elettronici e di algoritmi che ottimizzano i percorsi.
- Otto aziende si servono degli ordini schedulati dalla produzione ma utilizzano un supporto cartaceo, la scelta degli ordini è guidata dall'esperienza dell'operatore.
- Sei imprese appartenenti al campione dirigono gli ordini di picking con un supporto cartaceo, che contiene i fabbisogni aziendali ed è corretto sulla base dell'esperienza e della conoscenza dei dati mancanti.
- Due non usano alcuno strumento a supporto del processo.

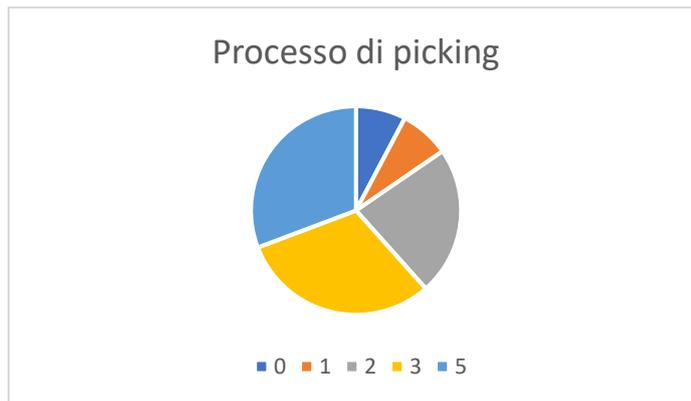


Figura 25. Frequenza risposte Processo di Picking

Emerge come il supporto di apposite tecnologie sia scarso, infatti, molte aziende si servono ancora del supporto cartaceo per eseguire le operazioni di prelievo dei materiali dal magazzino impedendo una sincronizzazione con il sistema. Il sistema WMS per la gestione del magazzino è comunemente diffuso ma manca il collegamento con l'ERP che consente all'azienda di aggiornare costantemente il livello delle merci, gestendo così le risorse in maniera ottimale.

IV.III.VI Macroarea: Qualità

Un'altra area analizzata fa riferimento alla Qualità, ovvero ai processi che si occupano di verificare la conformità dei beni prodotti. Andando ad analizzare le procedure di gestione della qualità (figura 26) si nota che:

- Dieci aziende dichiarano di gestire la qualità con apposite procedure interne che coinvolgono non solo le funzioni interne ma anche tutte le parti interessate al fine di definire un processo strutturato di controllo e convalida della qualità.
- Nove affermano di gestire la qualità con la collaborazione di tutte le funzioni interne, definendo così un apposito processo di gestione della qualità.
- Cinque dichiarano di non possedere specifici processi aziendali.
- Due sostengono di non servirsi nemmeno di procedure definite.



Figura 26. Frequenza risposte Procedure di gestione della qualità

Successivamente, si studiano le procedure con cui le aziende appartenenti al campione effettuano un'analisi dei rischi. Quest'ultima può essere effettuata servendosi della metodologia FMEA (Failure Mode and Effect Analysis), che consiste in un'analisi preventiva basata su valutazioni teoriche e non legate all'esperienza, consentendo così di comprendere le principali cause e i relativi effetti su un prodotto o un sistema. Dal campione (figura 27) emerge che:

- Sei imprese del campione effettuano un'analisi strutturata dei rischi che coinvolge tutte le parti interessate alla realizzazione del bene e si sviluppa partendo dalla progettazione. Essa, inoltre, viene ripetuta quando si presentano situazioni che possono incidere sul livello di qualità del prodotto.
- Quattro elementi del dataset sostengono di eseguire un'analisi strutturata che coinvolge tutti gli attori interessati.
- Nove si occupano esclusivamente degli elementi di rischi possibili che influenzano il prodotto e il processo.
- Quattro imprese scelgono di effettuare piani di controllo esclusivamente sul processo.
- Due aziende non svolgono un'analisi dei rischi ma il piano di controllo è dettato esclusivamente dal management.

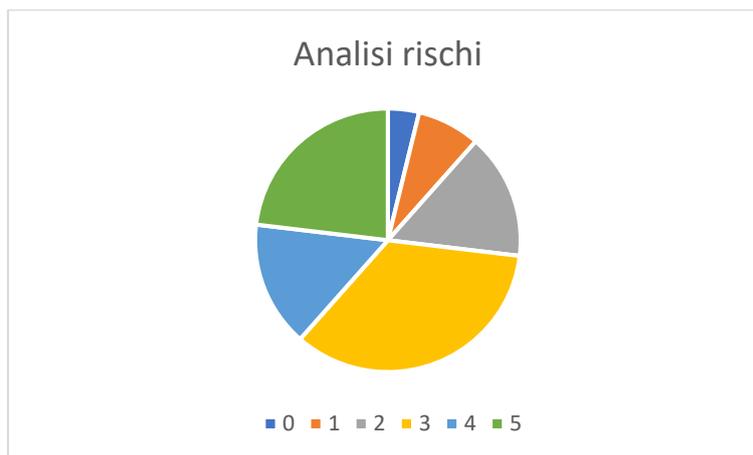


Figura 27. Frequenza risposte Analisi dei rischi

Un altro aspetto chiave analizzato riguarda il livello di informatizzazione (figura 28), ovvero l'uso di appositi applicativi software per raccogliere ed elaborare i dati.

- Undici aziende usano sistemi parzialmente automatizzati per svolgere queste funzioni, i cui dati sono collegati e integrati con sistemi ERP e PDM al fine di comunicare i dati a tutte le funzioni e ridurre così le tempistiche e i costi.
- Dodici aziende usano sistemi a sé stanti per tracciare e raccogliere i dati rendendo così tale processo arduo e sfavorendone l'analisi.
- Tre dichiarano di non usare alcun software per svolgere queste funzioni.

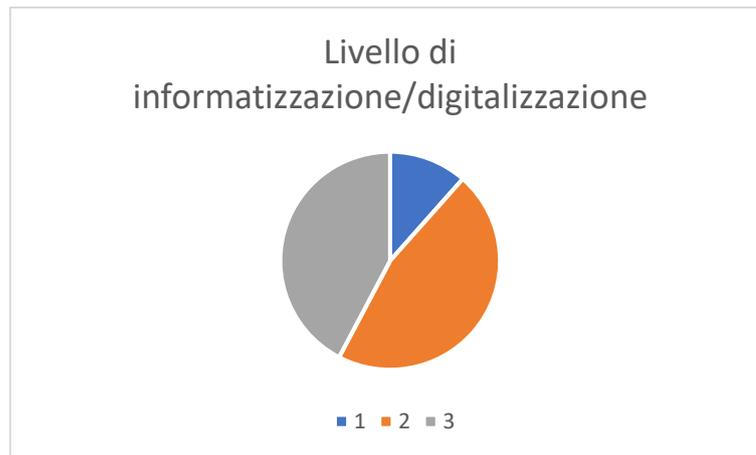


Figura 28. Frequenza risposte Livello di informatizzazione digitalizzazione

Dunque, è evidente come le imprese gestiscano ancora in maniera poco efficiente ed efficace i dati, ancora un numero troppo elevato non usa sistemi software in grado di fornire un alto livello di integrazione di sistema. Tale mancanza non consente alle aziende di poter eseguire analisi strutturate per risalire alle cause, prevedere gli effetti e monitorare le principali fonti di rischio che intaccano la qualità dei prodotti. Inoltre, le informazioni immagazzinate dovrebbero già essere usate in fase di ingegnerizzazione e progettazione al fine di ridurre così l'impatto e la probabilità di accadimento di eventi che possano compromettere la qualità dei beni. Ciò incide anche sulle modalità con cui le PMI analizzate gestiscono i problemi di qualità e le procedure specifiche adottate (figura 29).

- Quattro aziende dentro al campione misurano la qualità del prodotto o servizio offerto in diversi momenti del processo di produzione al fine di comprendere meglio in quali fasi avvengono e come possono essere gestiti. Inoltre, si servono di un team multidisciplinare che ha il compito di aggiornare i piani di controllo e la valutazione dei rischi, fornendo all'azienda indicatori KPI nell'ottica di miglioramento continuo.
- Sei aziende si servono di un team multidisciplinare per migliorare la gestione, l'identificazione e l'analisi dei problemi di qualità che possono emergere.
- Sei aziende analizzano i dati relativi al prodotto e ai semilavorati per introdurre eventuali azioni correttive da parte delle funzioni interessate.
- Tre elementi del campione gestiscono le cause di non conformità, analizzando e imponendo correttivi solo alle problematiche più gravi che incidono maggiormente sulla qualità del prodotto.
- Sette aziende gestiscono i problemi di qualità in diretta rilavorando o scartando i prodotti difettosi senza apposite procedure di gestione.

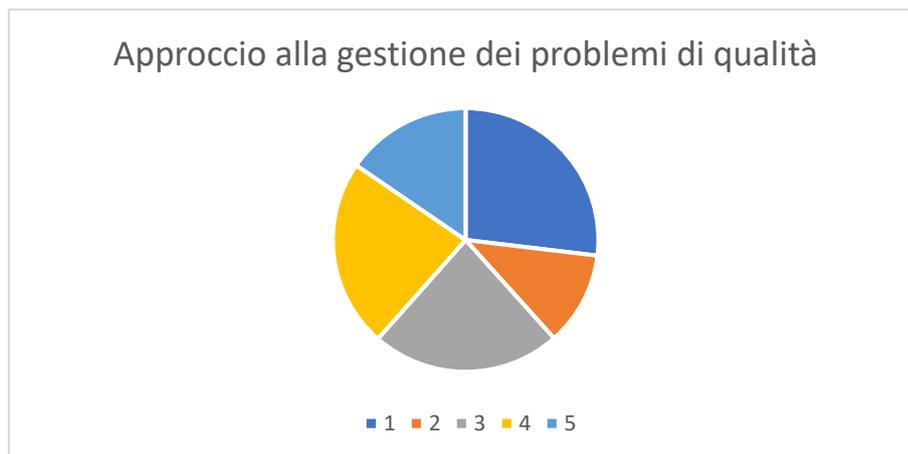


Figura 29. Frequenza risposte Approccio alla gestione dei problemi di qualità

Dopo aver esaminato le principali modalità con cui le aziende affrontano la gestione dei problemi di qualità, è possibile analizzare gli strumenti impiegati a supporto di tale processo (figura 30). Dal campione emerge come:

- Tre aziende usano i dati derivanti dalle analisi e dalle procedure formalizzate e standardizzate per sviluppare indicatori di prestazione su cui orientare il processo di miglioramento.
- Tre imprese definiscono analisi e procedure standard nell'ottica di azioni di miglioramento.
- Quattro aziende si servono sia di metodi di analisi standardizzati e sia di azioni di intervento come le 5W+1W.
- Tre imprese analizzano le cause di non conformità con metodi standardizzati ma senza azioni di intervento strutturate.
- Undici imprese sostengono di analizzare la causa di guasto con il solo supporto dell'esperienza dell'operatore senza apposite metodologie.
- Due dichiarano di non effettuare alcuna analisi e di conseguenza di non aver bisogno di specifici strumenti.

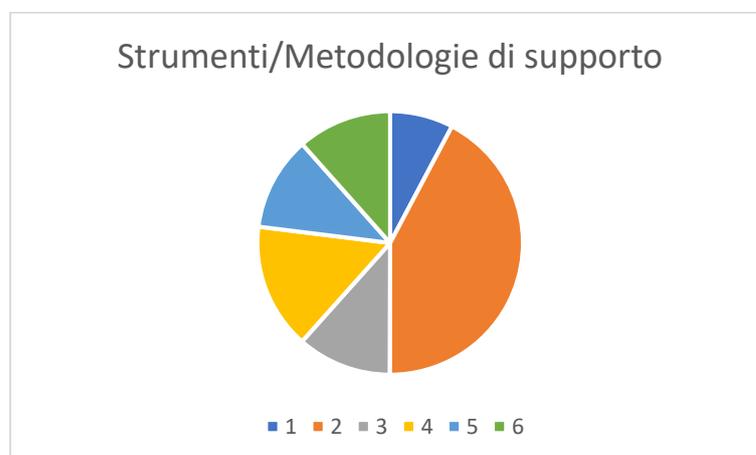


Figura 30. Frequenza risposte Strumenti e Metodologie di supporto

Emerge, dunque, come, seppur la gran maggioranza del campione abbia funzioni apposite per gestire la qualità, la solidità di tali processi sia messa in dubbio e minata dalla presenza di scarsa formalizzazione ed integrazione. Sono, infatti, moltissime le aziende che riscontrano difficoltà nel processo di monitoraggio, raccolta ed elaborazione dei dati. A riprova di ciò si nota come, infatti, i processi siano scarsamente formalizzati e dettati dall'esperienza dell'operatore. Inoltre, malgrado molte aziende analizzino in ciascuna fase i prodotti al fine di comprendere dove avvengono le principali non conformità, solo pochi elementi del campione si servono di questi dati per un'ottica di miglioramento continuo. Ciò è dovuto al fatto che molte imprese prediligono una gestione dei problemi relativi alla qualità in diretta piuttosto che costruire un sistema strutturato di dati che sia grado di fornire previsioni e valutazioni sui principali eventi che possono causare problematiche. Se le aziende implementassero al meglio questi sistemi potrebbero essere in grado di ridurre i prodotti difettosi della linea, aumentando così la soddisfazione del cliente.

IV.III.VII Macroarea: Manutenzione

In seguito, è stata analizzata l'ultima area aziendale, la Manutenzione, dove è possibile osservare un comportamento omogeneo di tutte le imprese presenti nel campione. Tale funzione aziendale è di scarso interesse e rilievo per le imprese che sostengono di non possedere una specifica politica di gestione dei guasti (figura 31):

- Cinque dichiarano di servirsi di tecniche apposite per l'analisi del rischio di accadimento.
- Due aziende sostengono di utilizzare pratiche di problem solving per comprendere le relazioni di causa ed effetto.
- Quattordici aziende sul totale dichiarano di non servirsi di una specifica politica di gestione della manutenzione ma di basarsi esclusivamente sull'esperienza degli analisti di dati.
- Due aziende dichiarano di non occuparsi di un'analisi riguardante gli aspetti tecnici e le criticità dei macchinari.

Dai dati pervenuti, circa la metà delle aziende non ha una specifica politica di gestione dei guasti ma si basa sull'esperienze dell'analista ed è effettuata senza procedure standard. Si gestiscono solo le informazioni necessarie per l'intervento manutentivo in sé senza curarsi dell'efficienza e della sicurezza del processo.

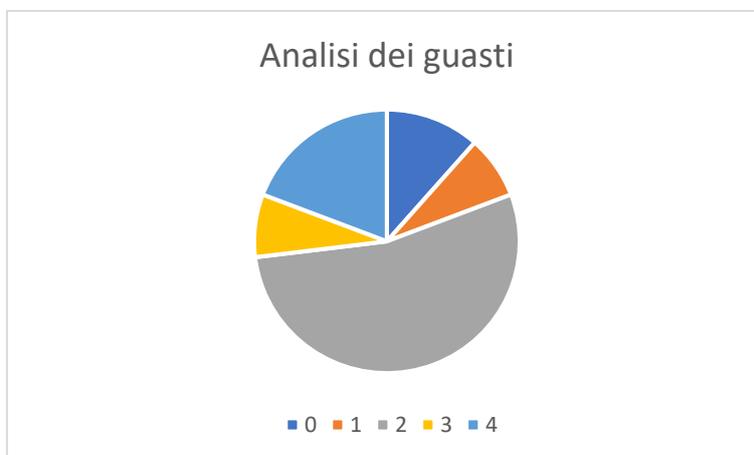


Figura 31. Frequenza risposte Analisi dei guasti

La gestione degli interventi manutentivi è anche essa scarsamente formalizzata, infatti le informazioni solo in pochi casi vengono accuratamente gestite ed elaborate con appositi software in grado di fornire trend e riscontri sulle principali problematiche emerse. Dalla figura 32 si nota che:

- Cinque aziende non gestiscono il processo di formalizzazione delle operazioni.
- Sette imprese analizzano solo le informazioni rilevanti per gestire nell'immediato l'intervento.
- Quattro elementi del campione si interessano alla gestione dei relativi dati solo per garantire l'efficienza di esecuzione dell'intervento.
- Quattro aziende gestiscono i dati relativi sia all'efficienza dell'esecuzione sia alle procedure per eseguire l'operazione.
- Tre aziende si servono di un apposito software CMMS (Computerized Maintenance Management System), applicativo per la gestione, il coordinamento e la programmazione delle attività di manutenzione, per consentire un approccio integrato alla gestione delle operazioni manutentive.



Figura 32. Frequenza risposte Gestione degli Interventi di Manutenzione

È possibile studiare un altro aspetto relativo al processo manutentivo, riguardante la manutenzione su condizione (figura 33), ovvero un'apposita azione preventiva che consiste nell'analizzare lo stato di salute di un prodotto e comprenderne così il suo bisogno di manutenzione. Per valutare la situazione del componente sia esaminano i dati e lo stato in cui versa il prodotto rispetto ad un valore soglia indicato, superato il quale aumenta la probabilità di guasto. Analizzando il campione emerge che:

- Quindici aziende sostengono di non eseguire la manutenzione su condizione.
- Tre imprese dichiarano di servirsi di un software specialistico per supportare decisioni prevalentemente tecniche.
- Due aziende usano appositi software integrati con il CMMS per definire le frequenze con cui programmare gli interventi di manutenzione preventiva.



Figura 33. Frequenza risposte Strumenti a supporto della manutenzione su condizione

Per quanto riguarda l'integrazione in rete dei sistemi (figura 34) usati a supporto di tale processo si osserva che:

- Dodici imprese dichiarano di non possedere sistemi integrati che consentano accesso remoto al sistema informativo aziendale.
- Cinque aziende integrano i sistemi solo con le informazioni degli impianti più critici.
- Un'impresa sostiene di avere un livello di integrazione in rete locale del singolo stabilimento.
- Un'azienda dichiara di integrare più stabilimenti tra loro ma solo per quanto riguarda gli asset critici.
- Tre aziende connettono tra loro più stabilimenti.

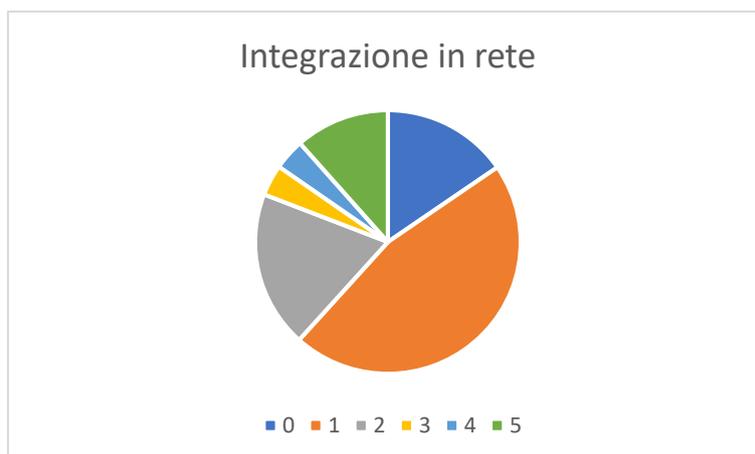


Figura 34. Frequenza risposte Integrazione in rete

Da ciò emerge come il livello di automazione sia scarso, quindi si assiste alla quasi totale assenza di integrazione di sistema. Le aziende del campione sembrano scarsamente interessate al tema manutentivo, al conseguente uso dei dati e ad una corretta interpretazione degli stessi al fine di programmare e prevedere eventuali interventi manutentivi.

V Maturity model e Clusterizzazione

V.I Maturity model

Il maturity model, M&M, è uno strumento utilizzato all'interno di una organizzazione con l'obiettivo di guidare il miglioramento dei processi aziendali e delle relative prestazioni. È stato proposto un M&M anche per le aziende appartenenti al campione al fine di comprendere il loro livello nelle varie operations. Il metodo utilizzato fa riferimento alle funzioni aziendali di: Marketing, Progettazione, Produzione, Logistica, Supply chain, Qualità e Manutenzione. Il modello si occupa di comprendere il livello di digitalizzazione e di propensione allo sviluppo di ogni impresa. Per riuscire ad attribuire in modo corretto i punteggi relativi ad ogni funzione aziendale sono state calcolate le medie, opportunamente normalizzate, delle risposte date al questionario in ognuna delle aree sopracitate. I livelli di maturità in cui sono state catalogate le imprese sono visibili nella tabella 7 sottostante:

Area	Livello	Descrizione
Marketing	1	Iniziale: non sono effettuate stime delle vendite e analisi di mercato per il corretto posizionamento o politiche mirate per la soddisfazione del cliente. Si utilizza un sistema prevalentemente cartaceo.
	2	Ripetibile: si iniziano ad eseguire analisi di settore però non ci sono ancora campagne mirate per segmentare il mercato e politiche di ampliamento del portafoglio clienti. Le stime delle vendite sono ancora soggettive.
	3	Definito: si usa lo storico di dati per stimare le vendite e sono presenti apposite politiche per il posizionamento dell'azienda nel settore.
	4	Gestito: l'attenzione per il cliente aumenta in quanto si iniziano ad eseguire campagne mirate, la stima delle vendite si basa anche su dati macroeconomici e di settore e c'è una più approfondita analisi della concorrenza.
	5	Ottimizzato: si analizzano i big data per procedere con un'accurata segmentazione e una precisa stima delle vendite. Inoltre, si punta all'ampliamento del portafoglio clienti, adottando specifiche azioni specifiche.
Progettazione	1	Iniziale: non si usano appositi strumenti per la validazione dei concept, tra le funzioni c'è scarsa collaborazione, lo scambio di documenti è ancora prevalentemente cartaceo.
	2	Ripetibile: iniziano ad essere impiegati strumenti specifici per la validazione del concept e subentrano rari scambi informativi.
	3	Definito: esistono strumenti di supporto alla progettazione, migliora la comunicazione tra funzione e l'utilizzo di appositi sistemi informativi.
	4	Gestito: c'è collaborazione tra le funzioni per ridurre l'impatto che le scelte in fase di progettazione hanno sulla fase di produzione. Si fa affidamento su appositi strumenti di prototipazione virtuale e la documentazione è inserita in un sistema collegato alla rete.
	5	Ottimizzato: la collaborazione tra funzioni avviene in tutte le fasi principali per condividere competenze e lessons learned, dunque si usano sistemi integrati appositi.

Produzione	1	Iniziale: per definire i piani di produzione si usano pochissimi dati e scarsamente aggiornati, i supporti impiegati sono esclusivamente focalizzati sull'esperienza dell'operatore. Non si svolgono analisi specifiche su costi e dati di produzione.
	2	Ripetibile: si esegue un'analisi non sistematica dei dati, basata su supporti cartacei. Per il piano produttivo si inizia a fare riferimento al reale stato del sistema.
	3	Definito: i sistemi utilizzati sono prevalentemente di Office, l'analisi dei dati viene rivista tenendo conto dei vincoli di capacità e di logica di sequencing.
	4	Gestito: il sistema è integrato con l'ERP, consente un'analisi più accurata in modo da prevenire problemi di qualità, inoltre i piani produttivi si adattano alla domanda di mercato e sono maggiormente reattivi alle fluttuazioni.
	5	Ottimizzato: la pianificazione della produzione è eseguita con accuratezza e regolarità servendosi dell'impiego di specifici software che consentono di avere flessibilità e dinamismo.
Supply Chain	1	Iniziale: la previsione di domanda e il piano aggregato non sono soggetti a nessun processo esplicito, ci si basa sull'esperienza dell'operatore e sulle richieste dei clienti. Il tracking è assente e lo scambio di documenti è del tutto cartaceo.
	2	Ripetibile: le previsioni di domanda sono svolte in base ad un budget annuale e sulla base di fogli di calcolo, così per il piano aggregato che si basa esclusivamente su dati interni. Il tracking e lo scambio di dati seguono ancora i canali tradizionali e quelli cartacei.
	3	Definito: per la stima della domanda si usa un piano d'ordine. I flussi sono tracciati solo per quanto riguarda gli stadi immediatamente vicini alla filiera, così come i collegamenti impiegano ancora in parti strumenti tradizionali.
	4	Gestito: si elaborano previsioni di domanda senza integrarla con dati e sistemi derivanti dalla logistica a valle, la pianificazione si basa sull'utilizzo di informazioni con cui si effettuano simulazioni di scenario. Per quanto riguarda lo scambio di documenti lungo la catena e la tracciabilità iniziano ad essere impiegati strumenti elettronici dedicati.
	5	Ottimizzato: la previsione della domanda è eseguita con accuratezza e regolarità servendosi dell'impiego di specifici software che considerano anche i dati a valle, così come avviene per la pianificazione aggregata, eseguita nell'ottica dell'ottimizzazione simultanea. Il coordinamento tra monte e valle e la tracciabilità dei flussi sono eseguiti con specifici applicativi software.
Logistica	1	Iniziale: non è presente una vera e propria politica di gestione della logistica interna, molte delle operazioni relative al dimensionamento del magazzino sono gestite solo se strettamente richieste, non vi sono appositi sistemi informativi per la valutazione del livello delle merci o della movimentazione a magazzino, tutto è ancora cartaceo.
	2	Ripetibile: tutti i processi sono gestiti sulla base dei dati storici che sono integrati con l'esperienza dell'operatore. Inoltre, sono misurati solo alcuni indicatori di prestazione tecnica.

Logistica	3	Definito: il processo si serve di schede cartacee integrate sulla base della schedulazione della produzione, o si basa sull'uso di dati attesi per il futuro che sono rivisti periodicamente. Il processo è soggetto a misurazioni tecniche ed economiche.
	4	Gestito: il processo è organizzato servendosi di appositi algoritmi per gestire il processo di picking e le posizioni di magazzino. Ci si serve di dati gestiti ed organizzati da un apposito sistema integrato in rete.
	5	Ottimizzato: il processo è strutturato e si basa su un elevato livello di integrazione con le altre funzioni. Per gestire il magazzino e il picking si usano i flussi di dati attesi che consentono una revisione continua e precisa. Tutto è opportunamente misurato nell'ottica di miglioramento continuo.
Qualità	1	Iniziale: l'azienda non adotta una specifica politica sul controllo qualità, né esegue un'analisi strutturata dei rischi e una conseguente gestione delle informazioni rilevanti.
	2	Ripetibile: il processo è disponibile solo per alcune specifiche aree aziendali, si basa sull'esperienza dell'operatore e si focalizza esclusivamente sul prodotto. La raccolta e la rielaborazione dei dati risulta difficile e complessa.
	3	Definito: il controllo qualità, parzialmente automatizzato, si serve dei dati per delineare apposite azioni correttive. L'analisi dei rischi viene effettuata ma riguarda esclusivamente prodotto e processo.
	4	Gestito: il processo è gestito sistematicamente e si serve già dell'utilizzo di una specifica rete e dell'uso di dati, utilizzati soprattutto per anticiparne e prevederne la corretta gestione.
	5	Ottimizzato: il processo è strutturato permettendo la collaborazione di tutte le parti interessate. Si basa su un'accurata analisi dei rischi, i cui dati vengono costantemente elaborati nell'ottica del miglioramento continuo.
Manutenzione	1	Iniziale: l'azienda non adotta una specifica politica manutentiva, né esegue un'analisi strutturata dei guasti e una conseguente gestione delle informazioni rilevanti. Si affronta il problema solo quando emerge senza curarsi della prevenzione.
	2	Ripetibile: il processo è ancora prevalentemente poco reattivo e si basa per lo più sull'esperienza dell'operatore.
	3	Definito: il processo, seppure non ancora integrato nel sistema, si serve dei dati per una gestione proattiva.
	4	Gestito: il processo è gestito sistematicamente e si serve già dell'utilizzo di una specifica rete e dei dati.
	5	Ottimizzato: il processo è strutturato e formalizzato, integrato nella rete e gestito sulla base del miglioramento continuo.

Tabella 7. Livelli del maturity model

I cinque livelli impiegati partono da uno stadio base che è appunto definito “iniziale” in cui l’impresa non svolge ancora pienamente attività strutturate e organizzate ma si basa su una gestione più legata all’immediatezza e alla spontaneità. Progredendo allo stadio definito come “ripetibile”, si giunge ad una prima fase di quella che può essere considerata

una formalizzazione primordiale in cui le imprese iniziano a fare un uso base dei dati fino ad arrivare al livello “definito” dove ci si serve delle informazioni rilevanti per una gestione più accurata ma non ancora del tutto integrata. Successivamente si giunge allo stadio “gestito” in cui la funzione aziendale organizza i suoi processi servendosi di un uso sistematico delle informazioni, di una appropriata rete integrata con tutte le funzioni aziendali. Il livello “ottimizzato” identifica una capacità di gestione totalmente strutturata e formalizzata che si incentra non solo sulle esigenze aziendali momentanee ma è orientata verso un’ottica di miglioramento continuo.

Dopo aver definito il modello, è stato possibile attribuire ad ogni impresa facente parte del campione un livello che misurasse la sua maturità, come riportato nella tabella 8 sottostante:

<i>Azienda</i>	<i>Marketing</i>	<i>Progettazione</i>	<i>Produzione</i>	<i>Logistica</i>	<i>Supply Chain</i>	<i>Qualità</i>	<i>Manutenzione</i>
Azienda A	3	3	2	1	2	3	1
Azienda B	3	3	4	4	1,5	3,5	3,5
Azienda C	4	2,5	3,5	2,5	1,5	3,5	2,5
Azienda D	3,5	2	3	1	2	3	2
Azienda E	2	3,5	3	2	2	4	2,5
Azienda F	3	3	3	2	2	4	1,5
Azienda G	3	3	3,5	1,5	3	4	3
Azienda H	3	3	3	4,5	1	3	2,5
Azienda I	2	2,5	2	2	1	3	2
Azienda J	3	3	3	3,5	2	4	3
Azienda K	3	3,5	3,5	3,5	2	4	3
Azienda L	2	2	2	2	1,5	2	2
Azienda M	2	2	2	2	2	3	2
Azienda N	3	2	1,5	3	2	1,5	3
Azienda O	2,5	3	3,5	4,5	3	2	0
Azienda P	3,5	3,5	2	1	1	1,5	0
Azienda Q	2	3	3,5	2	3	3	2
Azienda R	2	3,5	3,5	4,5	2,5	4	2
Azienda S	4	3	3,5	3	1	4	2
Azienda T	5	3	4,5	2	3	5	3,5
Azienda U	2	2,5	2,5	1	1	1,5	1
Azienda V	2	3	3	2,5	3	2	1

Azienda W	5	4	4	3	5	4,5	3
Azienda X	4,5	4	4,5	4,5	5	4,5	2
Azienda Y	3	2	2	1	1	2	2
Azienda Z	2	0	2,5	1	0	3	2

Tabella 8. Punteggi attribuiti nel maturity model

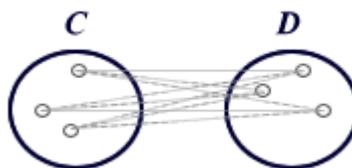
Talvolta sono stati attribuiti punteggi intermedi che corrispondono a particolari imprese che si trovano in una fase di transizione da un livello all'altro, perciò non sono ancora totalmente evolute dallo stadio precedente a quello successivo.

Come emerge, l'area maggiormente critica per le aziende è la funzione manutenzione, in cui gran parte del campione mostra un punteggio basso. All'interno di tale area sono presenti due valori nulli poiché le aziende O e P non possiedono una specifica area manutenzione in quanto il loro ramo produttivo non ne necessita la presenza. Tale funzione dunque, è caratterizzata da una forte presenza di aziende che ancora non posseggono un adeguato processo manutentivo che consenta di prevenire eventuali fermi e gestire nel modo più efficiente possibile l'intervento. Ciò è dovuto al fatto che, come è già emerso valutando il livello di automazione presente in tale area, le aziende si basano ancora su una tipologia di gestione diretta che privilegia azioni correttive solo se necessario. Anche l'area supply chain presenta livelli piuttosto bassi, infatti, l'integrazione lungo tutta la filiera ovvero dal fornitore al consumatore è un aspetto sui cui le aziende risultano ancora molto arretrate. Le aree invece più sviluppate sono la produzione e la qualità, dove sono presenti punteggi medi che denotano una buona capacità delle aziende nell'organizzazione e nella gestione degli aspetti produttivi, anche se non ancora pienamente strutturati e formalizzati. La funzione marketing è caratterizzata dalla presenza di punteggi che denotano attenzione delle aziende alle politiche di attrazione, stabilizzazione ed espansione della clientela, ma senza ancora un utilizzo dei dati appropriato e corretto che consenta di comprendere al meglio le esigenze del mercato. Lo stesso è riscontrabile nella funzione progettazione, dove le aziende si servono ancora di rado di strumenti appositi in grado di accelerare il processo di generazione di nuovi concept. La media generale emergente analizzando l'intero campione colloca le aziende su un livello medio basso, caratterizzato dalla presenza di sistemi di gestione ancora non pienamente strutturati e formalizzati, ma che si basano ancora sulle decisioni dei singoli operatori piuttosto che su una solida base di informazioni.

V.II Cluster Analysis

V.II.I Clusterizzazione gerarchica

Dopo aver effettuato il maturity model si è proceduto ad analizzare le aziende in modo da generare cluster di identità omogenee tra di loro. La cluster analysis è una tecnica statistica che consente di raggruppare elementi di un campione rispetto a specifiche variabili. Lo scopo, dunque, è ridurre il numero di unità presenti in sottoinsiemi che accomunano tra loro gli elementi più simili, senza fare uso di assunzioni a priori. Essa, infatti, studia tutte le possibili strutture del dataset proponendo infine la soluzione più adeguata. All'interno del campione in esame è stata eseguita tale analisi per delineare i comportamenti simili delle aziende in base ai punteggi assegnati al maturity model. Le variabili mediante cui è stata effettuata l'analisi sono rappresentate dalle aree aziendali presenti nel modello di maturità. I punteggi, espressi mediante l'uso di una scala numerica, sono stati convertiti dal software in valori normalizzati compresi tra 0 e 1, al fine di rendere più immediati i risultati generati dall'analisi. Dopo aver definito le variabili, è stato possibile scegliere se effettuare una clusterizzazione gerarchica o non gerarchica, all'interno del presente campione sono state effettuate entrambe le analisi per comprendere se vi fossero differenze sostanziali tra i due metodi o se comunque portassero allo stesso risultato. Il primo metodo, detto appunto gerarchico, si basa su un apposito diagramma ad albero, detto dendrogramma, dove ogni ramo corrisponde ad una specifica unità, mentre le distanze tra gli elementi sono indicate sull'asse delle ascisse. Le possibili partizioni in cui raggruppare i casi sono rappresentate dai nodi del diagramma, che parte da una situazione iniziale dove sono presenti tanti nodi quante unità per arrivare ad un solo cluster finale che comprende tutti gli elementi del campione. Per calcolare le distanze presenti tra gli elementi si è utilizzato il metodo della distanza euclidea al quadrato che attribuisce un peso crescente ad unità lontane una certa quantità tra loro. Infine, per agglomerare i casi si è fatto ricorso all'uso di due diversi criteri, rispettivamente il metodo del legame medio e quello di Ward. Ciò è stato fatto per poter valutare la solidità della clusterizzazione, ovvero se due metodi differenti generano all'incirca gli stessi cluster allora le variabili scelte sono coerenti e consentono una schematizzazione del problema. Il primo metodo si basa sul calcolo della media aritmetica delle distanze tra unità qui riportata:



$$d(C,D) = \frac{1}{n_1 n_2} \sum_{i=1}^{n_1} \sum_{j=1}^{n_2} d_{ij}, \quad \forall i \in C, \forall j \in D$$

Questo metodo consente di risolvere il trade off presente tra l'identificazione delle differenze intra gruppo, visibile utilizzando il metodo del legame completo, e l'individuazione delle similitudini all'interno degli elementi di uno stesso cluster attraverso il metodo del legame singolo. Infatti, basandosi su un valore medio, riesce a proporre risultati più coerenti, definendo gruppi sufficientemente uniformi ma allo stesso tempo ben differenziati tra loro. Il secondo metodo, invece, è del tutto differente in quanto agglomera gli elementi ad ogni step scegliendo due gruppi che uniti generano un minimo aumento della devianza interna, definita dalla seguente formula:

$$DEV_{IN} = \sum_{k=1}^g \sum_{s=1}^p \sum_{i=1}^{n_k} (x_{is} - \bar{x}_{s,k})^2$$

, dove p rappresenta il numero di variabili selezionate e $\bar{x}_{s,k}$ è la media variabile s che si riferisce al gruppo k.^[12]

I risultati ottenuti dalla prima analisi effettuata con il metodo del legame medio, sono riportati nella figura 35:

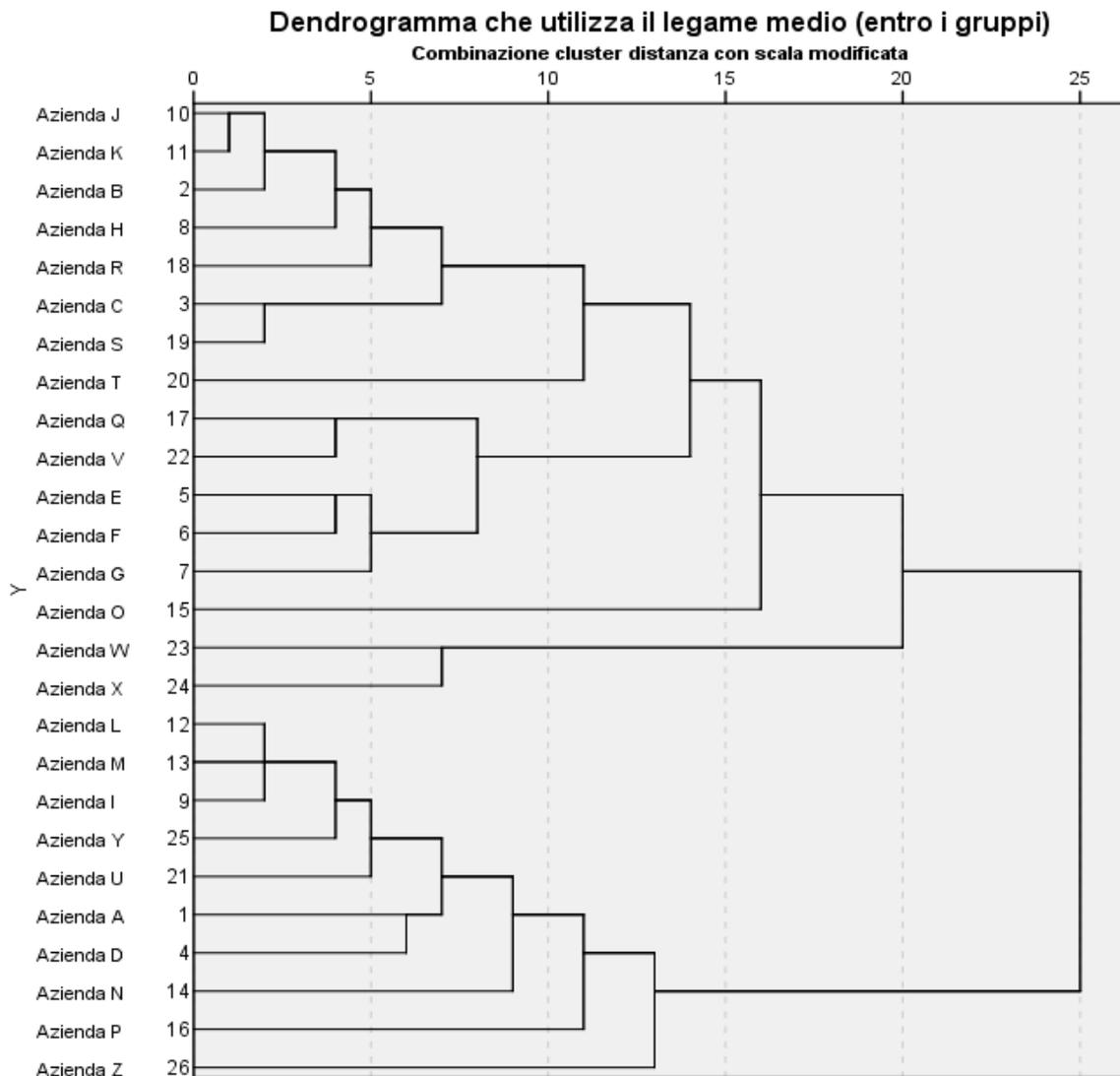


Figura 35. Dendrogramma ottenuto con il metodo del legame medio

Osservando il dendrogramma riportato in figura 35 è possibile accoppiare gli elementi del campione, tagliando il grafico quando passando da K gruppi a K+1 gruppi si nota un elevato aumento della distanza. In questo caso sono stati generati tre cluster, in corrispondenza dei nodi principali del diagramma:

- Cluster 1: Aziende J, K, B, H, R, C, S, T, Q, V, E, F, G.
- Cluster 2: Aziende O, W, X.
- Cluster 3: Aziende L, M, I, Y, U, A, D, N, P, Z.

Gli accorpamenti generati consentono di evidenziare la presenza di tre macro livelli all'interno del campione. Il primo cluster contiene le aziende che nelle varie aree funzionali attribuiscono punteggi medio bassi e fanno un uso dei dati e di appositi applicativi software per gestire le attività aziendali ancora ad un livello base, ad eccezione dell'azienda T che ha un elevato livello di maturità digitale. Il secondo cluster evidenzia le aziende migliori all'interno del campione, che nelle diverse funzioni dimostrano di servirsi dei dati per prevenire, generare e controllare i processi. Inoltre, tali società mediante l'impiego delle nuove tecnologie, come strumenti di prototipazione virtuale, fabbricazione additiva, applicativi software per la raccolta e la rielaborazione dei dati, strutturano, formalizzano ed integrano i processi. Nel terzo cluster sono presenti le aziende, le cui performance si collocano su valori molto bassi che denotano uno scarso uso di apposite tecnologie. Esse basano la maggior parte dei loro processi sull'esperienza dell'operatore non strutturandoli e formalizzandoli accuratamente ma intervenendo solo quando vi è la necessità e senza apposite politiche di gestione e prevenzione. La seconda clusterizzazione, eseguita con il metodo di Ward, genera i cluster riportati nella figura 36 sottostante:

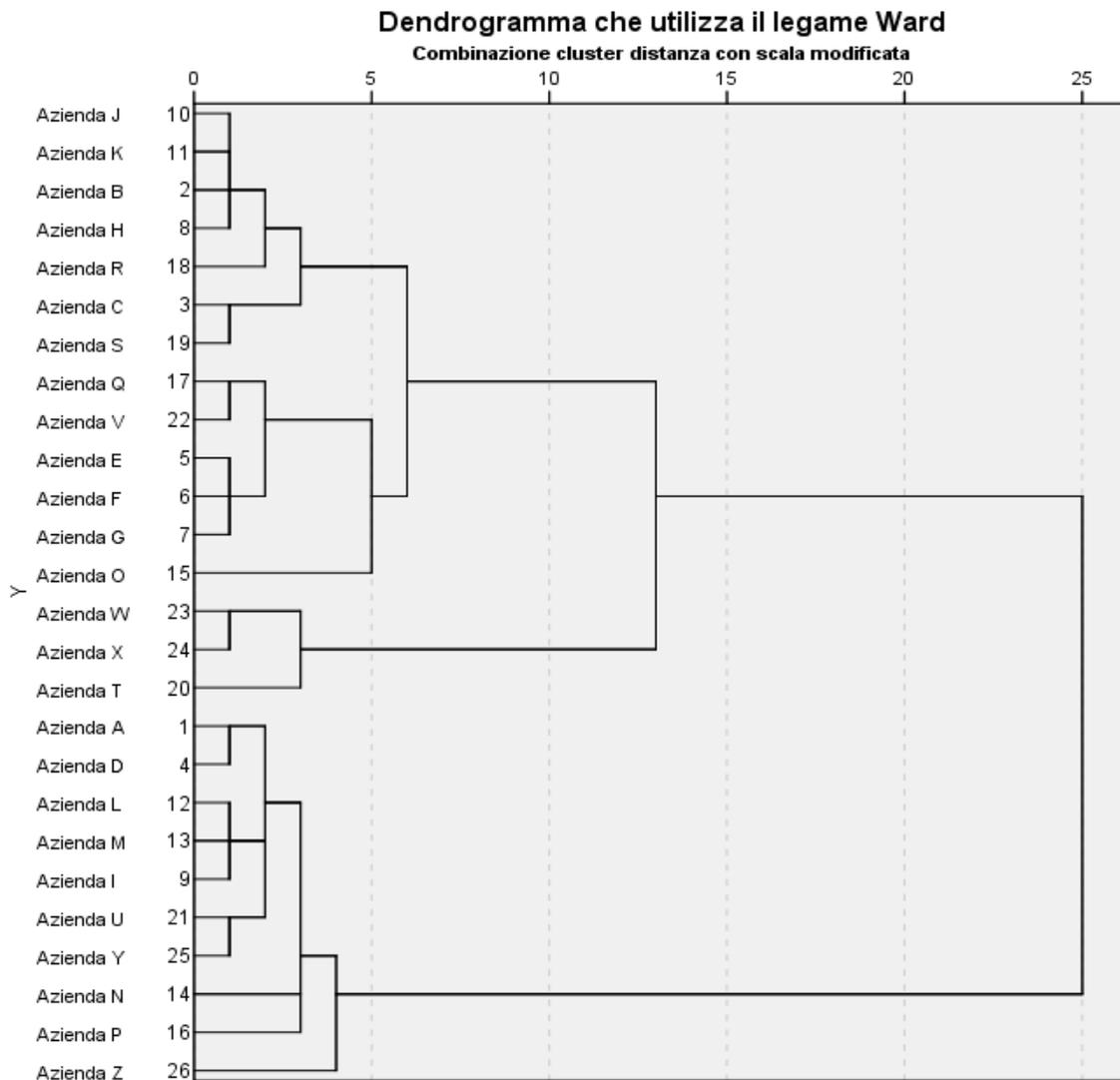


Figura 36. Dendrogramma realizzato con il metodo di Ward

I raggruppamenti generati sono molto simili ai precedenti, infatti il cluster 3 è formato dalle stesse aziende che convergono nel nodo più in basso del dendrogramma, mentre il cluster 1 dalle quelle che convergono nel nodo in alto. Il cluster numero 2, invece, contiene sempre le aziende W e X ma sostituisce l'azienda O con la T, generando una soluzione più coerente in quanto quest'ultima presenta valori nel maturity model relativamente alti e approssimabili con le altre due società presenti.

V.II.II Clusterizzazione non gerarchica

Infine, è stata effettuata una cluster analysis anche servendosi del metodo non gerarchico detto delle medie. Esso consiste nel ripartire direttamente gli elementi presenti nel campione in un numero fissato a priori di cluster, e si serve del criterio di raggruppamento del centroide. Tale metodo consente di calcolare i valori medi delle variabili appartenenti ad ogni gruppo, detti appunto centroidi, e, inserendoli in un apposito vettore determina la distanza tra i gruppi. I risultati sono riportati nella tabella 9 sottostante:

Azienda	Cluster	Distanza
Azienda B	1	1,983923
Azienda C	1	1,523914
Azienda E	1	2,023621
Azienda F	1	1,803921
Azienda G	1	1,610913
Azienda J	1	1,271915
Azienda K	1	1,11988
Azienda S	1	1,76572
Azienda T	1	2,287226
Azienda W	1	3,004473
Azienda X	1	3,391774
Azienda H	2	2,165641
Azienda O	2	2,009975
Azienda Q	2	1,8
Azienda R	2	1,670329
Azienda V	2	1,593738
Azienda A	3	1,577973
Azienda D	3	1,655295
Azienda I	3	1,178983
Azienda L	3	0,943398
Azienda M	3	1,260952
Azienda N	3	2,385372
Azienda P	3	2,57682
Azienda U	3	1,479865
Azienda Y	3	0,888819
Azienda Z	3	2,773085

Tabella 9. Cluster generati con il metodo del centroide

I cluster generati differiscono leggermente da quelli precedenti. Infatti, il primo cluster comprende un range molto più ampio di aziende, ovvero quelle che nel maturity model hanno un punteggio medio alto. Invece il cluster 2 si concentra sui valori medi. Tale raggruppamento risulta meno efficace rispetto ai precedenti poiché non mette in evidenza il corretto comportamento degli elementi presenti nel dataset. Le aziende maggiormente

automatizzate sono in numero limitato e si differenziano nettamente dalla restante parte del campione, caratterizzato da società con punteggio che oscilla tra livelli bassi e medio bassi. Dunque, il modello usato per le successive analisi, è quello di Ward, che risulta preferibile in quanto presenta, come si evince dalla figura 36, una struttura che meglio denota le relazioni presenti tra gli elementi del campione.^[12]

V.III Cluster e aspetti di organizzazione aziendale

Servendosi di tale clusterizzazione è stato possibile analizzare gli aspetti relativi ad ambiti come cultura aziendale, aspetti organizzativi e approcci alla lean manufacturing per comprendere se i raggruppamenti generati corrispondessero a simili comportamenti delle aziende.

V.III.I La cultura aziendale

Il primo elemento analizzato riguarda gli aspetti di cultura aziendale proposti all'interno del questionario di Pre Assessment. I quesiti si concentrano sulle tematiche di integrazione e comunicazione tra le funzioni aziendali, sui meccanismi di coordinamento interni e infine sul livello di accentramento decisionale. Il livello di integrazione aziendale è un elemento indispensabile per poter usufruire a pieno dei vantaggi apportati dalla digitalizzazione. Non ha senso, infatti, parlare di Industria 4.0 senza considerare la connessione e la comunicazione tra le funzioni che condividono informazioni, intervengono nelle decisioni e utilizzano i dati al fine di migliorare la qualità dei processi aziendali. È fondamentale, dunque, per applicare in maniera più facile la trasformazione digitale che le aziende dimostrino di essere propense a favorire tale integrazione. Il livello di accentramento o decentramento decisionale influenza il modo in cui un'azienda si approccia alla nuova frontiera di digitalizzazione offerta da Industria 4.0. Infatti, con l'uso di appositi sistemi software che collegano non solo tutte le funzioni all'interno dell'impresa ma anche l'intera filiera produttiva, e l'utilizzo continuo e sistematico dei dati risulta più facile ed immediato che il processo decisionale non si concentri più solo nelle mani del vertice. Un migliore livello di decentramento consente più velocità e flessibilità nelle decisioni, elementi che risultano ormai indispensabili per mantenere il vantaggio competitivo e adattarsi alle nuove tecnologie emergenti. Inoltre, si riduce notevolmente il carico del vertice, rendendo il processo più fluido e dinamico e consentendo di riuscire a seguire il dinamismo ambientale, e concentrare l'attenzione del management solo sulle decisioni di lungo periodo. Il decentramento decisionale conviene, come emerge dalla figura 37, soprattutto quando i costi di comunicazione al vertice sono bassi, a dimostrare dunque che ciò rispetta gli obiettivi posti da Industria 4.0 che mira a rendere efficiente e veloce il flusso informativo.

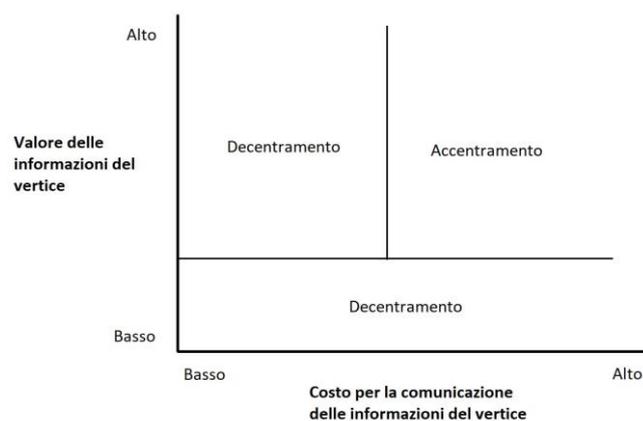


Figura 37. Decentramento e accentramento decisionali

Ovviamente, affinché si possa instaurare questo tipo di processo in una azienda è necessario possedere un sistema di governance che riesca ad accedere in modo efficace e veloce alle informazioni ricavate dai processi di monitoraggio e controllo aziendale, potenziando il sistema informativo. I quesiti all'interno del questionario si occupano di valutare il livello di decentramento decisionale e di integrazione nell'azienda al fine di comprendere la disponibilità verso tale cambiamento e sono espressi in una scala da 1 a 5. Analizzando il primo cluster generato con il metodo di Ward, si nota come esso comprenda la maggior parte delle aziende presenti nel campione, ovvero quelle che si collocano ad un livello medio basso per quanto riguarda la propensione all'utilizzo delle nuove tecnologie. Analizzando gli aspetti riguardanti la cultura aziendale si nota come la divisione in cluster rispecchi sufficientemente l'approccio che le aziende dimostrano di avere nei confronti dell'integrazione, del coordinamento tra funzioni e del decentramento. All'interno del cluster 1, i cui valori sono indicati nella tabella 10, è possibile evidenziare un comportamento delle aziende che si assesta intorno a valori medi, con tre outlier corrispondenti alle aziende J, Q, G che si posizionano su valori più elevati.

Cluster 1	
Azienda	Punteggio medio conseguito nelle varie aree aziendali
Azienda B	3,583
Azienda C	3,208
Azienda E	2,625
Azienda F	3,208
Azienda G	3,875
Azienda H	2,625
Azienda J	3,792
Azienda K	3,000
Azienda O	2,889
Azienda Q	4,083
Azienda R	3,056
Azienda S	2,958
Azienda V	3,667

Tabella 10. Punteggi medi del cluster 1 relativi agli aspetti di cultura aziendale

Dunque, ciò dimostra per la maggior parte delle PMI presenti nel campione una tendenza seppure non ancora pienamente sviluppata agli aspetti di integrazione. Per quanto riguarda il cluster 2 formato dalle tre aziende che presentano punteggi migliori nel maturity Model, si nota, come emerge dalla tabella 11, un andamento discordante per l'azienda X che possiede un punteggio relativamente basso.

Cluster 2	
Azienda	Punteggio medio conseguito nelle varie aree aziendali
Azienda T	3,500
Azienda W	4,875
Azienda X	2,722

Tabella 11. Punteggi medi del cluster 2 relativi agli aspetti di cultura aziendale

Ciò è dovuto ad un elevato livello di accentramento e ad uno scarso interesse dimostrato per la comunicazione di informazioni, lo scambio di dati e la comunicazione tra le funzioni.

Nonostante essa dimostri di possedere un buon livello di digitalizzazione che le consentirebbe un passaggio rapido ed efficiente alle nuove tecnologie, la sua scarsa propensione ad un'integrazione aziendale potrebbe rallentare questo processo. Infine, le aziende del cluster 3 presentano come mostra la tabella 12, ad eccezione dell'azienda P, valori piuttosto bassi evidenziando così una scarsa presenza all'interno dell'azienda di team interfunzionali, di comunicazione rapida ed efficace tra le operations.

Cluster 3	
Azienda	Punteggio medio conseguito nelle varie aree aziendali
Azienda A	2,000
Azienda D	2,750
Azienda I	3,042
Azienda L	1,722
Azienda M	3,167
Azienda N	2,375
Azienda P	3,667
Azienda U	2,111
Azienda Y	2,333
Azienda Z	2,542

Tabella 12. Punteggi medi del cluster 3 relativi agli aspetti di cultura aziendale

Un aspetto che accomuna tutti e tre i cluster generati riguarda il decentramento decisionale, a cui vengono attribuiti punteggi sempre più bassi rispetto alle altre aree, come si evince dalla figura 38. Uno studio effettuato ha dimostrato infatti che nel 85% dei casi le PMI italiane utilizzano un sistema decisionale molto accentrato, basato esclusivamente sulle decisioni prese dal CEO o da chi controlla la proprietà dell'impresa. Ciò è dovuto soprattutto al fatto che molte delle PMI, come conferma anche il rapporto Cerved, sono a conduzione principalmente familiare, infatti 101 mila PMI contro 47 mila sono controllate da un nucleo familiare che rende più complesso il processo di instaurazione di un sistema decisionale decentrato. Una scarsa percentuale delle aziende, pari solamente al 15%, invece dichiara di prendere decisioni mediante un sistema decentrato gestito dai manager di ogni funzione. Ciò è dovuto al fatto che verticalizzare il processo decisionale, ripartendo le responsabilità è un processo che richiede una ristrutturazione dei sistemi informativi aziendali e un sistema appropriato di incentivazione. Nell'83,5% delle PMI, come dimostrano i dati emersi, non ricorrono dei casi a strumenti appositi di incentivazione basati sul raggiungimento di obiettivi e performance prefissati. Solo il 16,5% dichiara di farne uso, e all'interno di questa piccola porzione di imprese solo l'11,8% dichiara di fare uso di incentivazione monetaria, mentre il 5,6% si serve di metodi monetari. Tale comportamento influisce poi sulla scarsa propensione delle aziende ad instaurare modelli di decentramento decisionale, in quanto sono presenti sistemi di governance poco strutturati e formalizzati.^[13] Complessivamente dunque per quanto riguarda l'analisi degli aspetti di cultura aziendale, si denota una maggior propensione per le aziende all'integrazione, a cui in generale nel campione viene attribuito un peso medio, rispetto al decentramento decisionale che risulta più complesso da instaurare.

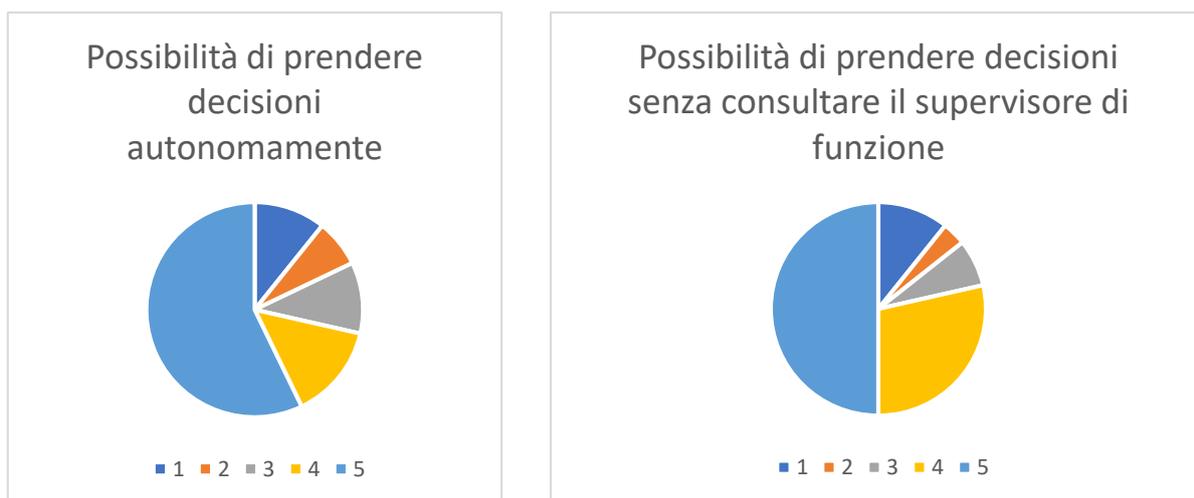


Figura 38. Frequenza risposte sul decentramento decisionale

V.III.II Strategia e organizzazione

Successivamente si è analizzato un altro tema riguardante gli aspetti di organizzazione e strategia, tali dati fanno riferimento all'apposita sessione presente nel questionario di Pre Assessment. Gli aspetti analizzati riguardano i principali elementi competitivi su cui le PMI puntano per mantenere un vantaggio e una posizione dominante nel settore, gli strumenti usati per l'attività di benchmarking, ovvero per comprendere come le aziende competitors si posizionino e il ruolo del cliente all'interno della strategia aziendale. Il quesito sul benchmarking si differenzia da quello presente nella sezione Marketing, Customer care e Vendite in quanto si focalizza più sugli strumenti utilizzati. All'interno del campione, si nota un comportamento relativamente omogeneo che in questo caso non segue la divisione in cluster ottenuta precedentemente. Analizzando gli elementi competitivi su cui le aziende puntano, si nota che esse si concentrano specialmente sulla personalizzazione, sull'ampiezza del portafoglio prodotti e sull'affidabilità. Per poter improntare una strategia su tali elementi e per mantenere un vantaggio competitivo le aziende dovrebbero implementare al meglio le soluzioni offerte da Industria 4.0. Nella situazione in cui versano gran parte delle PMI presente nel campione, risulta molto difficoltoso puntare su aspetti come personalizzazione, ampiezza del portafoglio e qualità (figura 39). Il primo elemento richiede una gestione accurata dei dati e un'attenta analisi dei bisogni della clientela che devono essere accuratamente analizzati e raccolti. Tale competenza è posseduta da un numero limitato di PMI, infatti la maggior parte del campione si basa esclusivamente sull'uso dei dati storici, che non consentono di conferire al prodotto le caratteristiche che gli permettono di differenziarsi dai competitors e catturare una fetta più ampia di mercato. Inoltre, anche la scarsa propensione delle aziende all'utilizzo di software a supporto della progettazione e della validazione del concept rende difficile analizzare tutte le alternative possibili per ogni prodotto, riducendo l'ampiezza del portafoglio. Il terzo elemento su cui le aziende dichiarano di incentrare maggiormente la loro attenzione è la qualità del prodotto. Il processo che si occupa di garantire la conformità è mediamente strutturato in quanto si serve dell'utilizzo dei dati per delineare azioni correttive. Per diventare però un aspetto determinante per il vantaggio competitivo dell'azienda è necessario che il processo sia definito in modo integrato, che consenta di elaborare informazioni e di attuare una politica di prevenzione atta a ridurre la quantità di prodotti difettosi. Il fatto che le aziende delineino come elemento competitivo la qualità del prodotto risulta contrastante con i risultati precedentemente emersi che mostrano come l'area qualità sia una di quelle dove le imprese hanno implementato meno soluzioni di Industria 4.0.

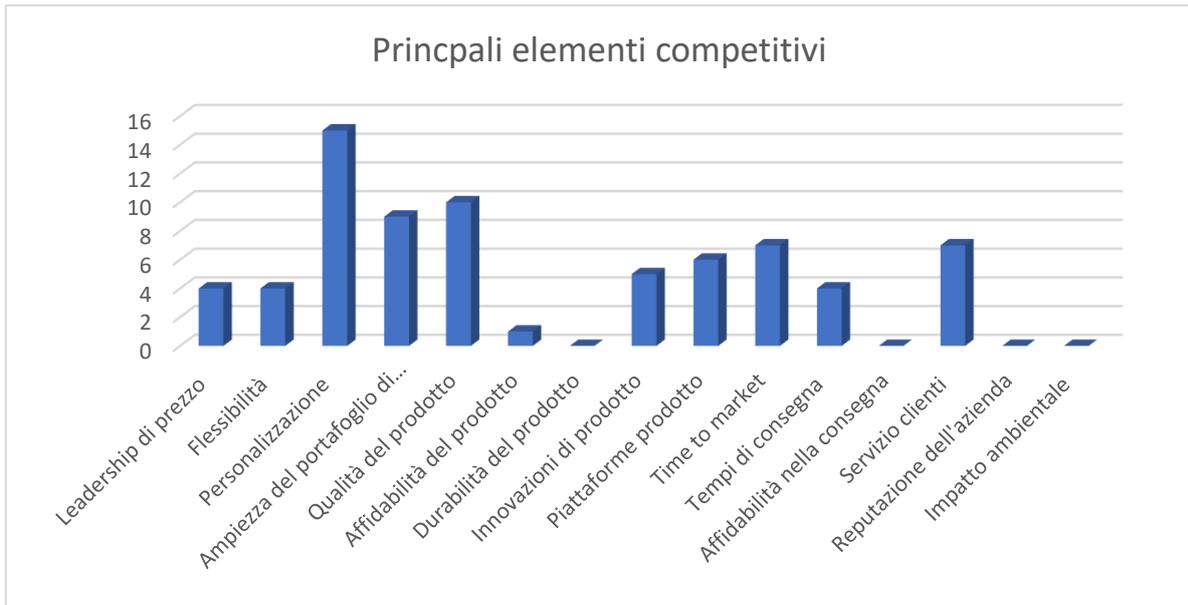


Figura 39. Principali elementi competitivi

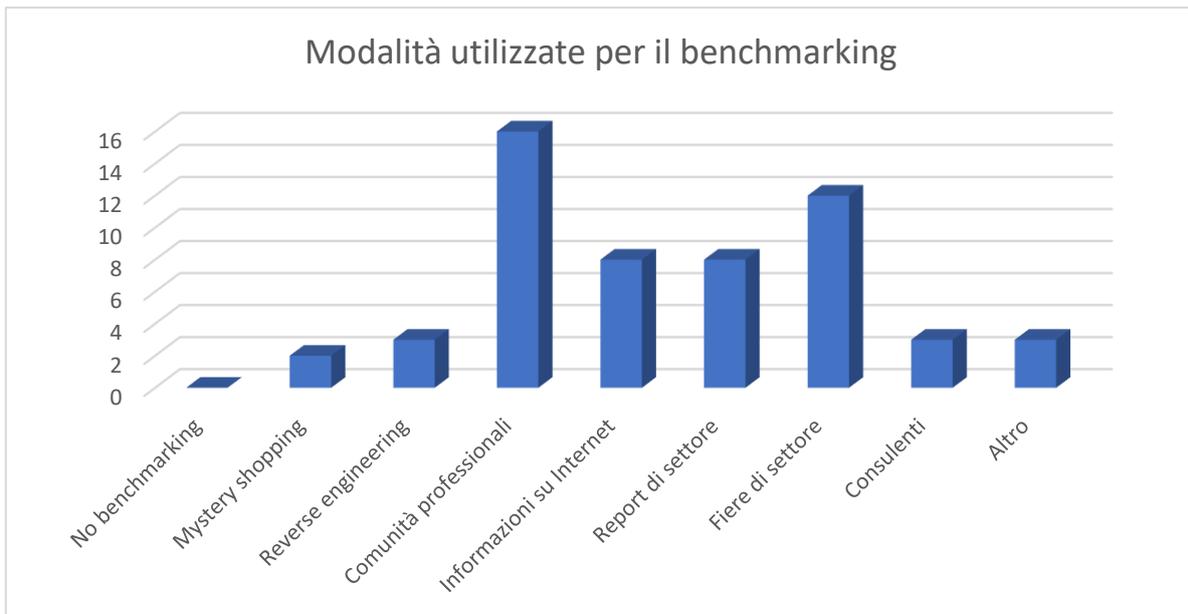


Figura 40. Modalità utilizzate per il benchmarking

Il livello arretrato delle aziende presenti nel campione emerge anche analizzando le modalità di benchmarking. Come è possibile notare dalla figura 40, la maggior parte delle PMI presente nel campione predilige metodologie tradizionali, come le fiere di settore, l'appartenenza a comunità professionali e i report di settore. Poche imprese scelgono di servirsi di metodi di reverse engineering, ovvero nell'analisi dei prodotti della concorrenza che vengono scomposti e misurati in tutte le loro parti per comprenderne i meccanismi di funzionamento. Tale metodo permette di digitalizzare prodotti fisici su cui è possibile basarsi per aggiungere funzionalità o personalizzazione. L'utilizzo di tale metodo implica una buona conoscenza del CAD e di appositi strumenti che consentono di convertire l'elemento fisico in un modello digitale. In questo modo è possibile ideare prodotti avendo già un modello di partenza senza dover iniziare la progettazione, riducendo così i lead time e i costi. Anche l'uso del mystery shopping, ovvero della tecnica che consiste nell'inviare nei punti delle aziende competitors appositi individui, che fingendosi interessati

all'acquisto forniscono all'azienda dettagli sul prodotto o servizio offerto, sul livello di servizio, e sulle politiche di attenzione al cliente, non è molto frequente. Nell'era dei big data tale aspetto è fondamentale in quanto consente di raccogliere un'enorme quantità di informazioni sulle esigenze del mercato e sulle eventuali mancanze da colmare. Dunque, emerge come anche in questo caso l'utilizzo dei dati sia scarso, e sia un investimento che non viene considerato dalle aziende. Le risposte fornite non seguono la divisione in cluster ma sono distribuite omogeneamente in quanto tutte le aziende utilizzano in media le stesse tecnologie per effettuare il benchmarking. L'unico elemento emergente è il fatto che le aziende del cluster 1 e 2, ovvero le aziende ad un livello medio e medio alto, usino modalità come mystery shopping e reverse engineering.

V.III.III Lean Production

L'analisi sull'approccio lean attraversa gran parte delle funzioni aziendali. Partendo dalla progettazione in cui emergono le tematiche di lean thinking, ovvero tutto ciò che concerne l'identificazione di ciò che crea valore per l'azienda, del relativo flusso che deve essere veloce e non più push ma pull, ovvero basato sulle richieste del cliente. I quesiti fanno riferimento appunto alla creazione di valore e ad approcci che consentano di migliorare già in fase di progettazione la qualità del prodotto, evitando cannibalizzazioni o ridondanze. All'interno della sezione produzione sono contenuti i quesiti che riguardano le lean manufacturing, ovvero riguardanti gli aspetti della riduzione degli sprechi, della facilitazione nello scorrimento del flusso produttivo e nell'efficienza. L'area qualità si focalizza prevalentemente sulla rilevazione immediata dei pezzi difettosi, analizzando in che parte del processo si sono creati e intervenendo di conseguenza. L'approccio lean valutato nelle risorse umane si occupa di evidenziare gli aspetti legati alla formazione del personale. Osservando le risposte, si notano comportamenti omogenei all'interno delle aziende presenti nei tre cluster:

Cluster 1	
Azienda	Punteggio medio conseguito nelle aree aziendali
Azienda B	4,152
Azienda C	2,651
Azienda E	3,586
Azienda F	2,492
Azienda G	3,467
Azienda H	3,239
Azienda J	3,473
Azienda K	4,019
Azienda O	2,750
Azienda Q	3,361
Azienda R	4,150
Azienda S	2,667
Azienda V	2,496

Tabella 13. Punteggi medi del cluster 1 relativi agli aspetti lean

Le aziende presentano generalmente punteggi medi come si può osservare in tabella 13, ad eccezione di tre elementi, più precisamente le aziende B, K, R che si collocano su valori relativamente elevati. Ciò evidenzia una propensione media delle aziende ad applicare le politiche di lean production. Infatti, in tutte le aree funzionali le PMI presenti nel primo cluster dichiarano già di applicare, anche se non ad un livello pienamente strutturato, gli aspetti caratterizzanti la logica lean. Nel secondo cluster sono presenti le aziende più

avanzate dal punto di vista del livello di maturità digitale presente nelle aree funzionali. Queste aziende presentano, come emerge dalla tabella 14 sottostante, valori medio alti:

Cluster 2	
Azienda	Punteggio medio conseguito nelle aree aziendali
Azienda T	3,543
Azienda W	3,917
Azienda X	4,442

Tabella 14. Punteggi medi del cluster 2 relativi agli aspetti lean

Ciò dimostra come queste PMI applichino e diano molta importanza ai principi della lean manufacturing, o più generalmente della lean production, ovvero non solo dell'aspetto esclusivamente produttivo ma di ciò che concerne uno scorrimento dei flussi che attraversano tutta la catena del valore partendo dal fornitore fino ad arrivare al cliente. Successivamente, è stato analizzato l'ultimo cluster in cui sono presenti tutte le PMI che risultano più arretrate nel processo di passaggio all'automazione. Anche per quanto riguarda l'applicazione dei principi della lean si nota uno scarso interesse delle aziende, dimostrato anche dai punteggi relativi alla tabella 15:

Cluster 3	
Azienda	Punteggio medio conseguito nelle aree aziendali
Azienda A	2,111
Azienda D	2,819
Azienda I	2,650
Azienda L	1,500
Azienda M	2,611
Azienda N	1,625
Azienda P	2,186
Azienda U	1,279
Azienda Y	1,254
Azienda Z	1,741

Tabella 15. Punteggi medi del cluster 3 relativi agli aspetti lean

Gli aspetti della lean production sono scarsamente applicati, dunque queste aziende non si servono degli aspetti della produzione snella per gestire le attività aziendali. Tale comportamento influenza poi le performance raggiunte nelle funzioni aziendali, in quanto l'applicazione di tali principi consente di aumentare la produttività, ridurre gli sprechi e migliorare la qualità del prodotto. Infatti, le aziende che gestiscono al meglio tutte le operations e presentano valori medio alti nel maturity model applicano i principi della lean production.

V.III.IV Strategie di Ricerca, Sviluppo e Innovazione per Industria 4.0

Successivamente sono stati analizzati i quesiti presenti nella sezione Strategie di Ricerca, Sviluppo e Innovazione per Industria 4.0 presente nel Pre Assessment. Essi fanno riferimento sia all'approccio strategico legato all'implementazione di Industria 4.0 e agli obiettivi prefissati da raggiungere, al coinvolgimento delle varie aree funzionali nella trasformazione verso le nuove tecnologie, e al livello di influenza che i diversi attori della catena logistica hanno nel guidare le strategie dell'impresa. Inoltre, sono trattati anche aspetti più tecnici riguardanti il livello di applicazione delle tecnologie di Industria 4.0, IoT,

big data, cloud computing, manifattura additiva, nanotecnologie e sistemi di simulazione e virtualizzazione. Di sotto nelle tabelle 16, 17 e 18 è riportata la media ponderata dei punteggi raggiunti delle aziende per ogni cluster:

Cluster 1	
Azienda	Punteggio medio conseguito nelle varie aree aziendali
Azienda B	3,362
Azienda C	3,208
Azienda E	2,660
Azienda F	2,489
Azienda G	3,271
Azienda H	3,161
Azienda J	3,300
Azienda K	2,198
Azienda O	3,073
Azienda Q	4,110
Azienda R	2,640
Azienda S	2,273
Azienda V	2,624

Tabella 16. Punteggi medi del cluster 1 relativi agli aspetti di Strategie di Ricerca, Sviluppo e Innovazione per Industria 4.0

Cluster 2	
Azienda	Punteggio medio conseguito nelle varie aree aziendali
Azienda T	3,614
Azienda W	3,190
Azienda X	2,897

Tabella 17. Punteggi medi del cluster 2 relativi agli aspetti di Strategie di Ricerca, Sviluppo e Innovazione per Industria 4.0

Cluster 3	
Azienda	Punteggio medio conseguito nelle varie aree aziendali
Azienda A	2,533
Azienda D	2,813
Azienda I	2,579
Azienda L	2,020
Azienda M	2,290
Azienda N	2,093
Azienda P	3,279
Azienda U	2,113
Azienda Y	1,828
Azienda Z	NA

Tabella 18. Punteggi medi del cluster 3 relativi agli aspetti di Strategie di Ricerca, Sviluppo e Innovazione per Industria 4.0

I risultati, seppure coerenti con la divisione in cluster, evidenziano per la maggior parte del campione gli aspetti su cui le aziende sono più arretrate. Quando alle aziende viene chiesto il livello di applicazione di nuove tecnologie emergenti, esse denotano uno scarso utilizzo di big data e cloud computing. La maggior parte delle aziende dichiara di utilizzare

meccatronica e robotica per gestire i processi aziendali. Ciò è in accordo con quanto emerge dall'analisi delle statistiche descrittive, in cui il livello di aziende che usa una grande mole di dati in tempo reale è relativamente ristretto. Un altro elemento che emerge riguarda la focalizzazione delle nuove tecnologie digitali nelle aree funzionali. La quasi totalità del campione concentra i paradigmi emergenti nelle aree di produzione, ingegneria di processo e ricerca e sviluppo, considerando solo marginalmente le aree di marketing, servizio post vendita e di finanza. Le uniche aziende a dare peso anche a queste funzioni sono raggruppate nel cluster 3. Dunque, tale analisi conferma quanto riscontrato nel maturity model, ovvero che le aree maggiormente sviluppate riguardano esclusivamente gli aspetti della produzione e dei processi di supporto.

VI Factor analysis

L'analisi fattoriale è una branca della statistica multivariata che consente di raggruppare variabili altamente correlate tra loro in componenti aggregate. All'interno del campione in esame è stata effettuata tale analisi sull'uso delle tecnologie nelle diverse aziende al fine di osservare le possibili correlazioni presenti tra le differenti variabili. A tale scopo sono state selezionate le domande del questionario, indicate nella tabella 19, che fanno riferimento all'impiego di appositi applicativi software per lo svolgimento delle principali funzioni aziendali. Prima di procedere con le considerazioni emerse, è necessario fare alcune premesse:

- Prima di poter iniziare ad eseguire l'analisi è opportuno verificare che il campione sia statisticamente significativo, cioè sia sufficientemente grande e rappresentativo della popolazione che si intende analizzare. Di norma, per tanto, il numero di elementi consigliati al suo interno deve aggirarsi almeno intorno alle cento unità. Nel caso in esame, invece, il numero di aziende intervistate è di sole 28, dunque i risultati emersi possono essere soggetti ad alcune imprecisioni dovute alla limitata numerosità della popolazione. ^[14]
- Le domande selezionate come variabili di partenza fanno riferimento all'uso di specifici software che consentono nelle diverse aree aziendali un approccio più strutturato alla gestione e alla programmazione. Esse sono strutturate su una scala normalizzata da 1, livello più basso, a 5, livello massimo.

Progettazione	Strumenti di supporto alla validazione del concept di prodotto
	Quali dei seguenti strumenti IT-based di supporto alla progettazione vengono utilizzati
Produzione	Sistema di Pianificazione Fabbisogno Materiali
	Gestione della produzione
Supply chain	Sistemi informativi di Demand Planning e Inventory Planning
	Coordinamento con attori a valle (distributori, retailer)
	Coordinamento con fornitori
Logistica	Tracciamento flussi fisici in supply chain
	Tecnologie operative di magazzino
	Processo di picking
Qualità	Analisi rischi
	Livello di informatizzazione/digitalizzazione
	Strumenti/metodologie di supporto
Manutenzione	Analisi dei guasti
	Sistemi a supporto della manutenzione su condizione
	Integrazione in rete
	Livello di Integrazione tra i diversi Sistemi Informativi

Tabella 19. Quesiti utilizzati per la factor analysis

VI.I Analisi a sei fattori

Dopo aver selezionato queste variabili, mediante l'uso del software SPSS è stato possibile eseguire la factor analysis. Per prima cosa è stato effettuato il Test di sfericità di Barlett, quest'ultimo testa l'ipotesi nulla di una correlazione tra variabili assente. Il dataset elaborato evidenzia un valore di p-value pari a 0, rendendo di conseguenza possibile rifiutare l'ipotesi nulla che non sia presente correlazione tra variabili. Inoltre, per accertarsi

che tale correlazione non sia uniforme si usa il Test KMO e più precisamente l'MSA. Questo valore è una misura che indica l'entità della connessione tra variabili, che risulta soddisfacente con valori superiori allo 0,7. In questo caso specifico (tabella 20) dal Test KMO emerge un valore di MSA pari allo 0,531 il che prova che il database di risposte non gode di una struttura ottimale anche se comunque accettabile, ciò è dovuto alla numerosità piuttosto bassa del campione.

Test di KMO e Bartlett		
Misura di Kaiser-Meyer-Olkin di adeguatezza del campionamento.		0,541
Test della sfericità di Bartlett	Appross. Chi-quadrato	226,261
	gl	136
	Sign.	0

Tabella 20. Test di KMO e Bartlett

Dopo aver valutato la struttura dei dati, si può puntare l'attenzione sulla verifica della varianza spiegata dal modello. Per fare ciò è necessario ipotizzare che la varianza comune tra le variabili sia molto più grande rispetto a quella totale, composta anche da varianza specifica ed errore, rendendo così trascurabili queste due componenti. Infatti, se il valore della varianza comune è elevato, significa che le variabili sono direttamente legate tra loro e rappresentano un fattore aggregato di più alto livello. Dunque, procedendo con l'analisi è possibile identificare i fattori chiave che riescono a spiegare la maggior quantità di varianza. Dalla tabella 21 sottostante emerge che più del 50% della varianza è spiegata dai primi sei componenti, che riescono a carpire il 79,778% della varianza.

Varianza totale spiegata									
Variabile	Autovalori iniziali			Caricamenti somme dei quadrati di estrazione			Caricamenti somme dei quadrati di rotazione		
	Totale	% Var.	% Cumulata	Totale	% Var.	% Cumulata	Totale	% Var.	% Cumulata
1	5,262	30,951	30,951	5,262	30,951	30,951	3,802	22,367	22,367
2	2,658	15,634	46,585	2,658	15,634	46,585	2,8	16,47	38,837
3	1,69	9,94	56,525	1,69	9,94	56,525	2,298	13,52	52,358
4	1,588	9,344	65,869	1,588	9,344	65,869	1,779	10,466	62,823
5	1,343	7,901	73,771	1,343	7,901	73,771	1,568	9,226	72,049
6	1,021	6,008	79,778	1,021	6,008	79,778	1,314	7,729	79,778
7	0,826	4,86	84,639						
8	0,565	3,325	87,964						
9	0,415	2,444	90,408						
10	0,4	2,35	92,758						
11	0,375	2,205	94,963						
12	0,273	1,606	96,569						
13	0,195	1,148	97,717						
14	0,14	0,823	98,54						
15	0,106	0,622	99,162						
16	0,102	0,6	99,761						
17	0,041	0,239	100						

Tabella 21. Percentuale di varianza spiegata con sei fattori

Per decidere quanti componenti aggregati scegliere si possono utilizzare quattro metodi differenti, che si basano su diversi principi. Il primo metodo consiste nell'osservare i valori λ degli autovalori, che rappresentano la percentuale di varianza spiegata da ogni componente principale. Grazie alla normalizzazione, emerge come un valore unitario attribuito all'autovalore implica che il componente aggregato riesce a spiegare tanta varianza quanto una variabile. Se, quindi, tale valore si posiziona sopra l'unità significa che la componente principale riesce a carpire più varianza della variabile di partenza, per cui diventa una scelta ottimale individuare i fattori principali il cui autovalore è maggiore di uno. Il secondo metodo consiste nel selezionare tramite il programma un numero fisso di componenti aggregate con cui effettuare l'analisi, forzando così il software a raggruppare le variabili iniziali nel numero di fattori prefissato. Il terzo metodo si basa sulla scelta di tanti componenti principali da riuscire a spiegare una percentuale cumulata di varianza che superi un determinato valore stabilito precedentemente. Così facendo si è soggetti a delle limitazioni, in quanto si rimane vincolati dal trade off tra numero di fattori, che di norma è limitato a poche unità, e varianza spiegata. Infatti, più il numero di componenti principali è ristretto più si riduce il totale di varianza spiegata, mentre avviene il contrario aumentando la quantità di fattori selezionati. L'ultimo metodo consiste nell'osservazione del grafico, chiamato scree plot, che rappresenta sui suoi assi gli autovalori e il valore ad essi associato. Osservando l'andamento della curva sul grafico si nota che non appena essa si stabilizza diventando sempre meno ripida, il valore di varianza totale spiegato risulta sempre inferiore. È opportuno utilizzare il numero di componenti aggregati che corrisponde al numero di autovalori presenti prima dell'appiattimento della curva. In questo caso per selezionare un numero di fattori adeguato si è utilizzata l'ultima tecnica che prevede di scegliere solo i componenti che hanno autovalori maggiori di 1. Si è, dunque, proceduto con l'analisi del grafico scree riportato in figura 41, che evidenzia gli autovalori λ di correlazione di ogni componente. Più precisamente, se $\lambda < 1$ il software esclude i componenti dal modello, invece se $\lambda > 1$ li evidenzia come fattori principali, in questo caso pari a sei. Come emerge chiaramente dal grafico il ginocchio di questa curva rappresenta il passaggio dai componenti con $\lambda > 1$ a quelli con $\lambda < 1$.

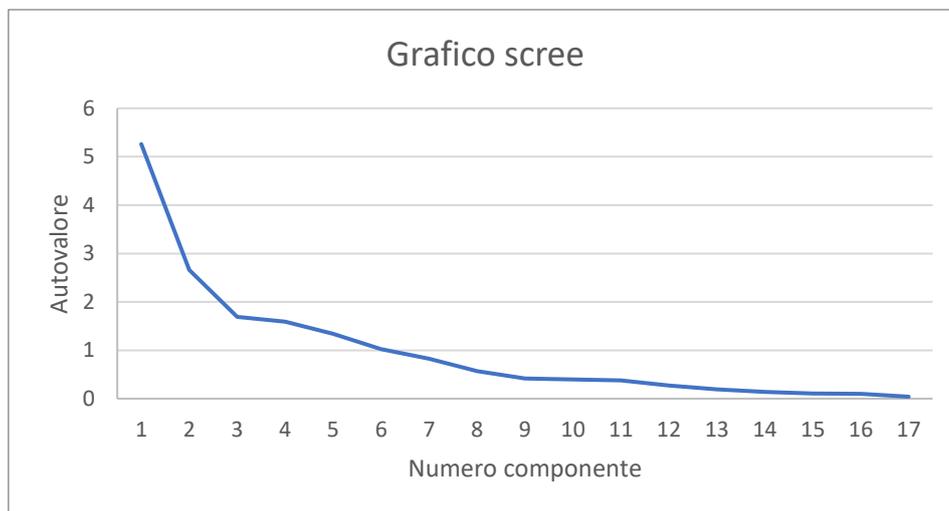


Figura 41. Grafico scree, Factor Analysis

Successivamente si può focalizzare l'attenzione sulla matrice dei componenti che è stata ruotata con l'operazione VARIMAX per rendere più immediata la comprensione della correlazione tra i bisogni e i sei componenti aggregati proposti.

Matrice dei componenti ruotati						
	Componente					
	1	2	3	4	5	6
Validazione del concept	-0,033	0,885	0,065	-0,087	-0,108	0,152
Strumenti IT-based usati in progettazione	0,404	0,757	0,019	-0,113	0,179	0,1
Pianificazione Fabbisogno Materiali	0,829	0,074	0,207	0,145	-0,004	-0,036
Gestione della produzione	0,834	0,057	-0,093	0,16	-0,048	0,05
Demand Planning e Inventory Planning	0,244	0,711	0,209	0,137	0,417	-0,016
Coordinamento con attori a valle	0,102	0,082	-0,033	0,097	0,92	0,164
Coordinamento con fornitori	-0,15	0,793	0,386	0,083	-0,079	-0,149
Tracciamento flussi fisici in supply chain	0,601	0,234	0,265	-0,085	-0,189	-0,578
Tecnologie operative di magazzino	-0,076	0,164	0,875	0,196	-0,04	0,049
Processo di picking	0,241	0,226	0,826	0	0,225	-0,08
Analisi rischi	0,822	-0,095	0,181	-0,134	0,227	0,27
Livello di informatizzazione	0,258	0,072	0,578	-0,174	-0,205	0,257
Strumenti di supporto	0,619	0,192	0,217	0,269	0,199	0,297
Analisi dei guasti	0,562	0,181	-0,179	0,546	0,226	0,051
Manutenzione su condizione	0,404	0,073	-0,039	0,752	-0,317	0,18
Integrazione in rete	-0,041	-0,192	0,198	0,801	0,322	-0,057
Livello di Integrazione tra i diversi Sistemi Informativi	0,365	0,19	0,206	0,067	0,139	0,788

Tabella 22. Matrice dei componenti ruotati con sei fattori

Dalla tabella 22 emerge che ci sono sei tecnologie fortemente correlate al primo componente identificato, quattro al secondo, tre al terzo, due solo al quarto e uno al quinto e al sesto. Infatti, presentano valori che spesso sono superiori allo 0,7 il che indica un elevato grado di correlazione. Successivamente è stato deciso di eliminare le due variabili che fanno riferimento al fattore 5 e al fattore 6 in quanto sono scarsamente correlate con tutte le altre. Dunque, l'analisi è stata rieseguita servendosi solo delle sedici variabili rimanenti senza Livello di integrazione tra i sistemi informativi e Coordinamento a valle. Il quesito riguardante l'integrazione potrebbe considerarsi già compreso nelle domande precedenti che riguardano il tipo di sistemi informativi impiegati e gli appositi applicativi software.

VI.II Analisi a quattro fattori

Dopo aver ridotto il numero di variabili in input è stata eseguita una seconda factor analysis. Questa volta il totale di varianza spiegata pari a circa il 70,411%, come si nota dalla tabella 23, diminuisce perché si riduce il numero di fattori aggregati proposti dal modello.

Varianza totale spiegata									
Componente	Autovalori iniziali			Caricamenti somme dei quadrati di estrazione			Caricamenti somme dei quadrati di rotazione		
	Tot.	% Var.	% Cum.	Tot.	% Var.	% Cum.	Tot.	% Var.	% Cum.
1	4,874	32,49	32,49	4,874	32,49	32,49	3,54	23,598	23,598
2	2,636	17,576	50,067	2,636	17,576	50,067	2,799	18,66	42,258
3	1,589	10,594	60,661	1,589	10,594	60,661	2,23	14,867	57,124

4	1,463	9,75	70,411	1,463	9,75	70,411	1,993	13,286	70,411
5	0,889	5,925	76,336						
6	0,769	5,127	81,463						
7	0,694	4,627	86,09						
8	0,512	3,414	89,505						
9	0,401	2,67	92,175						
10	0,381	2,54	94,715						
11	0,259	1,725	96,44						
12	0,226	1,504	97,944						
13	0,16	1,065	99,009						
14	0,106	0,704	99,712						
15	0,043	0,288	100						

Tabella 23. Percentuale di varianza spiegata con quattro fattori aggregati

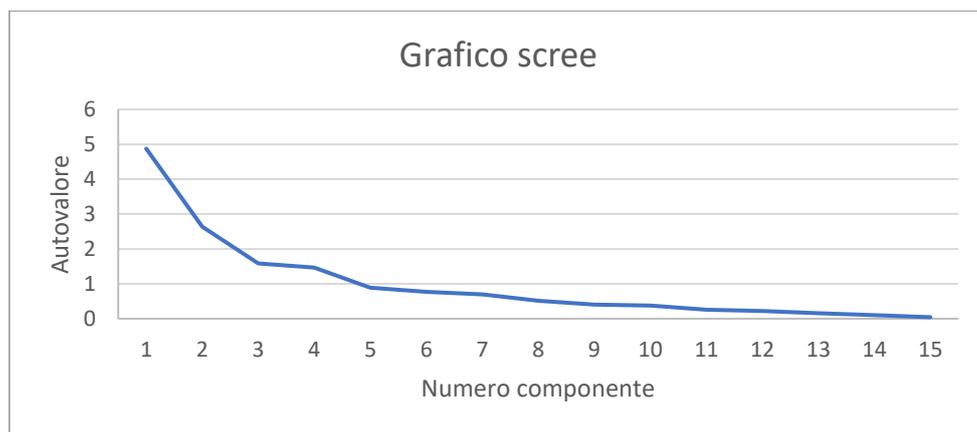


Figura 42. Grafico scree con quattro fattori

La figura 42 evidenzia la presenza di soli quattro fattori aggregati che, avendo autovalori maggiori di 1, riescono a spiegare una quantità maggiore di varianza rispetto alle singole variabili. Ciò ha permesso di ottenere la matrice dei componenti ruotati riportata in tabella 24, in cui ora sono presenti solo quattro componenti principali. Infatti, ora ci sono cinque variabili correlate al primo fattore, quattro al secondo, tre al terzo e al quarto.

Matrice dei componenti ruotati				
	Componente			
	1	2	3	4
Validazione del concept	-0,02	0,869	0,06	-0,119
Strumenti IT-based usati in progettazione	0,418	0,776	0,007	-0,039
Pianificazione Fabbisogno Materiali	0,803	0,082	0,191	0,21
Gestione della produzione	0,812	0,064	-0,112	0,228

Demand Planning e Inventory Planning	0,237	0,751	0,206	0,228
Coordinamento con fornitori	-0,174	0,779	0,393	0,017
Tracciamento flussi fisici in supply chain	0,557	0,218	0,281	-0,137
Tecnologie operative di magazzino	-0,071	0,16	0,876	0,182
Processo di picking	0,242	0,248	0,82	0,061
Analisi rischi	0,859	-0,072	0,159	0,008
Livello di informatizzazione	0,313	0,056	0,568	-0,16
Strumenti di supporto	0,617	0,219	0,192	0,387
Analisi dei guasti	0,507	0,206	-0,189	0,621
Manutenzione su condizione	0,335	0,047	-0,052	0,706
Integrazione in rete	-0,114	-0,157	0,198	0,846

Tabella 24. Matrice dei componenti ruotati con quattro fattori

VI.III Gerarchizzazione

Infine, è stato possibile procedere con il raggruppamento delle variabili nei quattro fattori aggregati principali:

- **Componente 1:** Pianificazione fabbisogno materiali, Gestione della produzione, Tracking Supply Chain, Analisi dei rischi e Strumenti IT-based nella qualità.
- **Componente 2:** Strumenti per la validazione del concept, Strumenti IT-based in programmazione, Demand ed Inventory Planning, Coordinamento a monte.
- **Componente 3:** Tecnologie operative di magazzino, Processo di Picking, Digitalizzazione nella qualità.
- **Componente 4:** Manutenzione analisi dei guasti, Manutenzione su condizione e Manutenzione integrazione di rete.

Nel primo componente sono presenti tutti gli indicatori che fanno riferimento ad una gestione accurata della produzione, della logistica e della qualità. Emerge, dunque, come questa componente rappresenti l'area più operativa di un'azienda e legata alle attività di produzione. Il secondo componente raggruppa tutti i bisogni che riguardano la progettazione e la previsione di domanda, ciò vuol dire che per le aziende queste variabili possono essere comprese in un unico fattore che consenta una miglior organizzazione e un miglior coordinamento nella filiera e dei suoi contatti con l'esterno. Le tecnologie racchiuse nel secondo componente principale sono quelle utilizzate per supportare le PMI nelle loro decisioni di lungo periodo. Infatti, gli strumenti di supporto impiegati nella validazione dei concept e i sistemi usati per pianificare la domanda sono fondamentali elementi su cui basare la visione strategica dell'azienda. Essi riguardano sia le fasi di progettazione e ingegneria che consentono di sviluppare un prodotto il più aderente possibile alle esigenze del mercato ma allo stesso tempo che si adatti ai vincoli aziendali e di pianificare il possibile fabbisogno del mercato. Il componente 3, invece, fa riferimento all'aspetto di digitalizzazione riguardante il processo di picking e la gestione operativa. Al suo interno è inserita anche una variabile riguardante il livello di digitalizzazione della qualità ma è meno correlata rispetto ai due citati precedentemente. Tale fattore dunque evidenzia tutti gli elementi di supporto alla produzione e alle attività operative aziendali. Lo stesso si verifica con il fattore 4, che comprende tutti gli aspetti legati alla

manutenzione. Anche questo sistema è un'attività di supporto però viene considerato come un processo a sé stante in quanto è un'area piuttosto critica per le aziende. Come già emerso dalle analisi precedenti, anche le aziende migliori dal punto di vista dei punteggi attribuiti al maturity model risultano comunque carenti nella gestione e organizzazione del processo manutentivo.

Variabili	Cluster 1	Cluster 2	Cluster 3
<i>Pianificazione Fabbisogno Materiali</i>	3,846	4,667	2,000
<i>Gestione della produzione</i>	3,754	4,467	2,689
<i>Tracciamento flussi fisici in supply chain</i>	3,462	3,000	2,111
<i>Analisi rischi</i>	3,050	2,780	2,479
<i>Strumenti di supporto</i>	1,923	4,000	2,111
<i>Validazione del concept</i>	2,385	2,667	1,667
<i>Strumenti IT-based usati in progettazione</i>	1,845	3,097	1,411
<i>Demand Planning e Inventory Planning</i>	2,385	4,333	1,778
<i>Coordinamento con fornitori</i>	2,077	2,667	1,000
<i>Tecnologie operative di magazzino</i>	3,769	4,333	1,556
<i>Processo di picking</i>	3,769	4,333	2,111
<i>Livello di informatizzazione</i>	2,969	4,467	1,889
<i>Analisi dei guasti</i>	1,230	2,000	0,778
<i>Manutenzione su condizione</i>	1,538	3,000	1,667
<i>Integrazione in rete</i>	1,487	2,333	1,037

Tabella 25. Punteggi medi calcolati nelle aziende appartenenti ai vari cluster

Si nota quindi come la divisione in cluster combaci con i punteggi assegnati alle variabili (tabella 25). Il cluster 1 presenta valori medio bassi e si nota una predisposizione delle aziende a focalizzarsi sugli aspetti di supporto alla produzione e relativi alla gestione dei processi e alla pianificazione del processo produttivo quindi assegnano un peso maggiore alle variabili presenti nel primo cluster. Le aziende del secondo raggruppamento presentano punteggi relativamente elevati non solo negli aspetti riguardanti l'area produttiva, ma anche nei processi di pianificazione della domanda e di progettazione. Ciò denota una tendenza delle PMI che mira a gestire e coordinare anche le attività strategiche. Infatti, le aziende che si curano maggiormente di questi aspetti dimostrano un'attenzione maggiore agli aspetti determinati per raggiungere un buon livello di maturità digitale. Infine, nel cluster tre sono presenti i punteggi più bassi che denotano un interesse esclusivo per le aziende per gli aspetti riguardanti la produzione, anche se ancora ad un livello poco digitalizzato e formalizzato.

VII Conclusioni

I risultati ottenuti mostrano come le aziende presenti nel campione siano in una condizione di arretratezza nei confronti dell'uso delle nuove tecnologie dunque, il passaggio verso i paradigmi del digitale risulterà alquanto complesso. La maggior parte delle PMI presenta un livello di maturità digitale estremamente ridotto, per cui risulta necessaria una ristrutturazione di sistema. Infatti, è difficile instaurare i paradigmi offerti da Industria 4.0, in quanto è fondamentale una riconfigurazione non solo dei sistemi informativi e delle tecnologie impiegate ma anche dalla mentalità delle aziende. Come è emerso già in precedenza, le PMI sono restie ad applicare sistemi di governance decentrati in cui le decisioni possano essere prese autonomamente e senza il consenso del vertice. Tale aspetto frena dunque il passaggio verso il digitale, in quanto un elevato livello di accentramento decisionale rallenta il processo, frenando il flusso informativo. Inoltre, un altro aspetto problematico per le aziende è rappresentato dagli obiettivi che esse si prefissano di raggiungere con Industria 4.0.

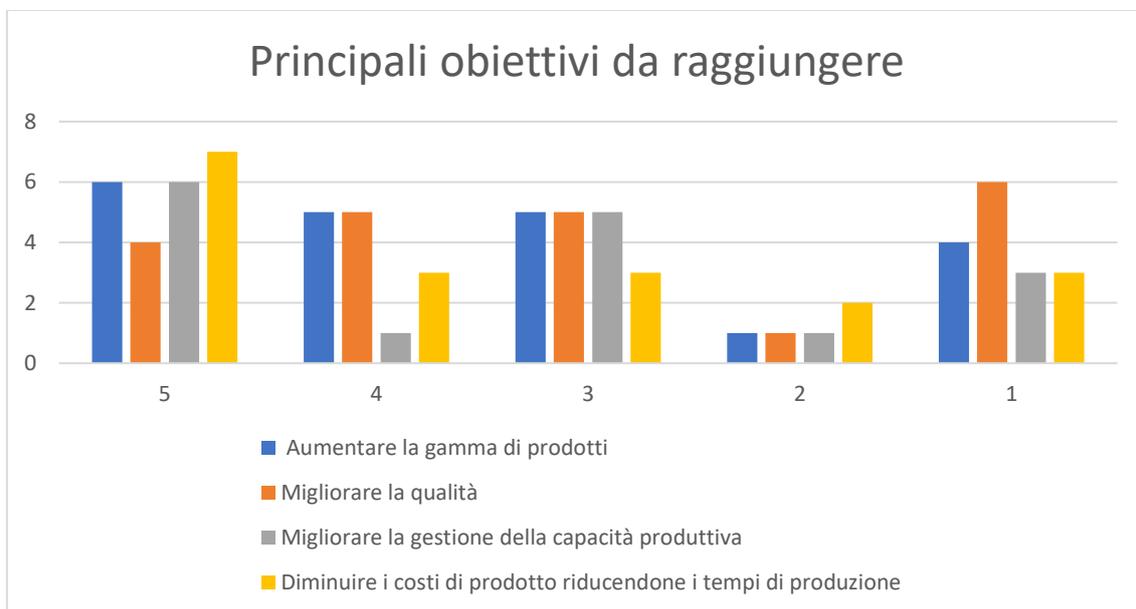


Figura 43. Principali obiettivi da raggiungere con Industria 4.0

Come evidenziato dalla figura 43, prediligono principalmente migliorare gli aspetti che riguardano l'ambito produttivo. Ciò non è casuale poiché le aziende presenti nel campione sono nettamente migliori nella gestione della fase di produzione, dove è presente un livello di digitalizzazione più elevato, seppur non ancora ottimale. Infatti, gli obiettivi a cui le aziende attribuiscono punteggi più elevati, ovvero maggiore importanza, sono i quattro riportati in figura. Due di questi fanno riferimento all'area produttiva, più precisamente al miglioramento della gestione della capacità e alla diminuzione dei costi. Lo stesso si può notare osservando l'elemento che consiste nell'aumento della gamma di prodotti offerti, tutto si concentra dunque sull'ambito produttivo dell'azienda senza lasciare spazio ad aspetti come i servizi offerti al cliente, la customer satisfaction o l'integrazione lungo tutta la filiera. Anche il concetto di flessibilità, che rappresenta un elemento chiave per Industria 4.0, non sembra interessare le imprese a sufficienza. Dunque, emerge come in tutto il campione prevalga principalmente un'attenzione generale incentrata esclusivamente sull'area produttiva. Il concetto di supply chain e di integrazione tra fornitore, produttore e consumatore è un elemento a cui le aziende non sembrano dare importanza. Tale mancanza influenza negativamente le prestazioni delle PMI, se, infatti, si migliorassero i sistemi di monitoraggio delle merci, i contatti con attori a monte e valle della catena, si

otterrebbero notevoli benefici che impatterebbero anche sulla produzione, funzione su cui le aziende investono maggiormente.

Infine, è possibile notare come un'altra mancanza che influenza la quasi totalità delle aziende e attraversa tutte le funzioni sia l'utilizzo delle informazioni. In nessuna area si assiste a quello che può essere definito un impiego dei dati efficiente e simultaneo. In aree come la manutenzione le aziende sono totalmente carenti, l'uso dei dati e delle informazioni per prevenire i guasti e pianificare gli interventi è quasi inesistente, impedendo una gestione proattiva. Anche dove c'è un uso parziale delle informazioni storiche, esse non sono integrate in tempo reale con i bisogni dei consumatori e con i trend del mercato. In questo modo risulta difficile pianificare correttamente gli approvvigionamenti di materiali, il livello di domanda e costruire un'adeguata politica di marketing mirata al monitoraggio costante del cliente. Tutto ciò introduce un aspetto fondamentale, ovvero la connessione tra le funzioni. Sebbene le aziende dichiarino di attribuire molta importanza alla comunicazione snella tra operations, nella pratica tutto ciò risulta difficile e costoso. Senza un flusso di dati uniforme che attraversa tutta l'azienda e la presenza di sistemi informativi connessi tra loro, si rende difficile la trasmissione di informazione. In questo modo si generano ambiguità, scarsa reattività al cambiamento e al dinamismo aziendale, influenzando così le prestazioni dell'azienda non solo a livello produttivo ma anche di immagine.

In conclusione, dunque, le PMI presenti nel campione, seppure si collochino tra le prime aziende per fatturato all'interno dei loro settori, necessitano di ampliare l'orizzonte di applicazione delle nuove tecnologie, focalizzandosi su tutte le aree di interesse. Infatti, senza una adeguata struttura comunicativa tutti i processi aziendali sono rallentati, perciò, per essendo più avanzati nella produzione, senza poi avere il supporto delle altre funzioni si blocca il processo di crescita. La connessione e l'integrazione, dunque sono gli elementi chiave su cui le aziende dovrebbero puntare prima di applicare i paradigmi digitali.

Bibliografia

- [1] Pontarollo, Enzo. "Editoriale: Industria 4.0: un nuovo approccio alla politica industriale." *L'industria* 37.3 (2016): 375-382.
- [2] Beltrametti, Luca, et al. *La fabbrica connessa. La manifattura italiana (attra) verso Industria 4.0.* goWare & Edizioni Guerini e Associati, 2017.
- [3] Franzoni, L., and M. Zanardini. "Industria 4.0 in Italia e nel mondo. I Governi rilanciano il manifatturiero." *Sistemi & Impresa* (2017): 68-72.
- [4] Belleri, Anna, and Francesca Sgobbi. "La gestione delle risorse umane nei processi di internazionalizzazione delle PMI: primi risultati di un'analisi empirica." *Paper presentato al XIX Convegno Nazionale dell'AIEL, Modena* (2004).
- [5] Moeuf, Alexandre, et al. "The industrial management of SMEs in the era of Industry 4.0." *International Journal of Production Research* 56.3 (2018): 1118-1136.
- [6] Ghobakhloo, Morteza. "The future of manufacturing industry: a strategic roadmap toward Industry 4.0." *Journal of Manufacturing Technology Management* 29.6 (2018): 910-936.
- [7] <https://www.epdtonthenet.net/article/157267/6-steps-for-implementing-Industry-4-0.aspx>
- [8] Alberto De Toni, Enzo Rullani. "Uomini 4.0: ritorno al futuro. Creare valore esplorando la complessità." (2018): 1-348.
- [9] Rapporto Cerved, Analisi di settore: <https://know.cerved.com/wp-content/uploads/2018/11/PMI-2018-intero.pdf>
- [10] Bozzolan, Saverio, A. Parbonetti, and F. Favotto. "Economia aziendale. Modelli, misure, casi." (2012): 1-340.
- [11] Fazzini, M. "Analisi di bilancio". (2017): 1-384.
- [12] <http://www.rescoop.com/multivariata/AnalisiCluster.htm>
- [13] Corsi, Christian, and Stefania Migliori. *Le PMI italiane: governance, internazionalizzazione e struttura finanziaria.* Milano, 2016.
- [14] Rossi, Germano. "Analisi fattoriale".