



UNIVERSITA' POLITECNICA DELLE MARCHE

FACOLTA' DI INGEGNERIA

Corso di Laurea triennale Ingegneria Gestionale

INDUSTRIA 4.0 E IL CASO DEL GRUPPO FILENI

INDUSTRY 4.0 AND THE CASE OF THE FILENI GROUP

Relatore: Chiar.mo/a

Prof. Bevilacqua Maurizio

Tesi di Laurea di:

Coltorti Francesco

A.A. 2022/2023

Sommario

INTRODUZIONE.....	1
STORIA DELL'EVOLUZIONE TECNOLOGICA	2
1.1 Prima Rivoluzione Industriale.....	3
1.2 Seconda Rivoluzione Industriale	4
1.3 Terza Rivoluzione Industriale	5
1.4 Industria 4.0.....	6
TECNOLOGIE E ASPETTI GENERALI DELL'INDUSTRIA 4.0	8
2.1 I pilastri dell'industria 4.0	8
2.1.1 Big data and analytics	8
2.1.2 Realtà aumentata.....	10
2.1.3 Additive manufacturing	12
2.1.4 Cloud.....	14
2.1.5 Cybersecurity.....	16
2.1.6 L'industria dell'internet delle cose.....	17
2.1.7 Sistemi d'integrazione orizzontale e verticale	19
2.1.8 Simulazione tra macchine interconnesse	21
2.1.9 Robot autonomi	22
2.2 Effetti dell'industria 4.0 sul lavoro dell'uomo.....	23
2.3 Piano nazionale industria 4.0	27
INDUSTRIA 4.0: CASO FILENI	30
3.1 Introduzione all'azienda.....	30
3.1.1 Storia e obiettivi.....	30
3.1.2 Ciclo produttivo e la filiera Fileni	32
3.1.3 Aspetto economico e sociale del gruppo Fileni	33
3.2 Magazzino dinamico 4.0	35
3.2.1 Magazzino dinamico.....	35
3.2.2 Magazzino 4.0 del Gruppo Fileni.....	37
3.2.3 Sistemi ERP.....	39
3.3 Sfide e obiettivi del progetto industria 4.0.....	42
3.3.1 Caso specifico: confezionatrice "Trave" di Mondini S.p.a.	42
3.3.2 Certificazione del macchinario Mondini	45

CONCLUSIONE	52
FONTI BIBLIOGRAFICHE E SITOGRAFIA.....	53

INTRODUZIONE

Nella seguente tesi si discute dell'importanza e degli effetti che le tecnologie della quarta rivoluzione industriale porteranno all'interno di ogni azienda e, successivamente, nelle nostre case.

Nella prima parte verrà raccontato e spiegato come si è arrivati alla quarta rivoluzione industriale introducendo le precedenti rivoluzioni, ossia quei periodi di transizione caratterizzati da forti cambiamenti che hanno contribuito alla formazione della società così come la conosciamo oggi.

Nella seconda parte, invece, si discuterà in maniera più approfondita della quarta rivoluzione industriale, detta anche industria 4.0, ovvero la rivoluzione che sta avvenendo all'interno di ogni azienda proprio in questi anni. In questa parte verranno descritte le nuove tecnologie, gli effetti sull'occupazione e, infine, si parlerà anche di come lo stato italiano favorisce la transizione verso il 4.0 attraverso il piano chiamato "Piano nazionale industria 4.0".

Invece, nell'ultima parte della tesi verrà descritto il caso di un'azienda che ha sede nel mio territorio in cui ho trascorso il periodo di tirocinio curricolare: l'azienda in questione è il gruppo Fileni.

Durante il mio periodo in azienda, sono stato collocato nell'ufficio tecnico della società CARNJ, ovvero società del gruppo Fileni. Ho supportato il mio tutor aziendale nel progetto industria 4.0, ovvero un progetto che riguardava l'interconnessione dei macchinari presenti nello stabilimento di Cingoli e la loro successiva certificazione.

In questa ultima parte, ho introdotto il gruppo Fileni e, poi, successivamente parlato degli investimenti fatti, come, ad esempio, l'installazione di un magazzino 4.0, ovvero un centro di stoccaggio interamente automatizzato attraverso l'utilizzo di sensori e robot autonomi.

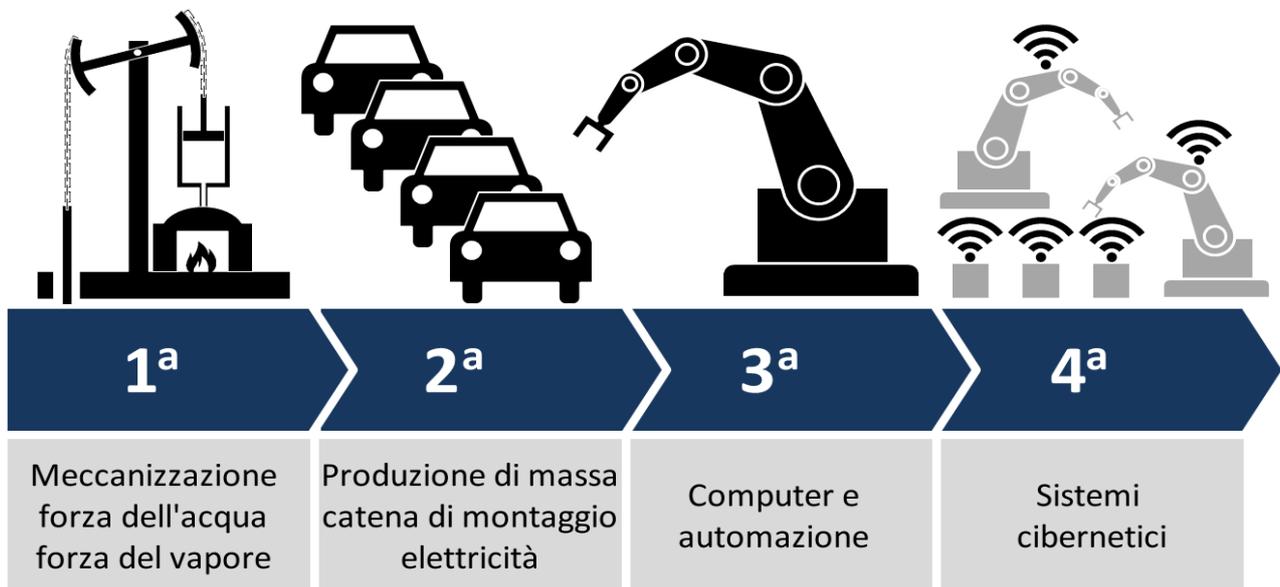
Infine, ho descritto com'è avvenuta la certificazione di un macchinario specifico che doveva essere interconnesso con gli altri macchinari dell'impianto, descrivendo i vari requisiti che un macchinario dovrà soddisfare se vorrà essere definito bene 4.0.

CAPITOLO 1

STORIA DELL'EVOLUZIONE TECNOLOGICA

Durante il corso degli ultimi secoli, a causa delle diverse scoperte tecnologiche, la società ha subito un cambiamento radicale. Le innovazioni tecnologiche hanno portato a dei periodi in cui si sono ottenuti dei mutamenti economici e culturali di tutta la società del tempo: questi periodi vengono definiti rivoluzioni industriali.

La rivoluzione industriale è un processo di evoluzione economica e di industrializzazione di società che da agricolo-artigianali-commerciali si trasformarono in sistemi industriali caratterizzati dall'uso generalizzato di macchine azionate da energia meccanica e dall'utilizzo di nuove fonti energetiche inanimate, il tutto favorito da una forte componente di innovazione tecnologica e accompagnato da fenomeni di crescita, sviluppo economico e profonde modifiche socioculturali e politiche. Con le scoperte tecnologiche e con il conseguente avvento delle fabbriche, nacquero due figure che segnarono e ancora oggi segnano il mondo lavorativo: la classe operaia e l'imprenditore. Infatti, grazie alla nascita delle prime industrie, la classe operaia prestava il loro lavoro, utile per la produzione di beni, in cambio di una quota di denaro chiamato salario. Invece, l'imprenditore è il datore di lavoro che offre un certo tipo di salario per produrre i beni dell'azienda, cercando di creare un utile dalla vendita di quest'ultimi.



L'immagine precedente schematizza al meglio quello che è successo negli ultimi secoli e come si è trasformato il modo di lavorare e di fare impresa. Dalla fine del '700 ad oggi si è passato dalla produzione con macchine alimentate con motori a vapore a sistemi interconnessi, passando dalla produzione di massa e l'automazione dei processi produttivi.

Passando da una rivoluzione all'altra il modo di fare impresa cambia, infatti si minimizzeranno gli aspetti negativi delle rivoluzioni precedenti e si miglioreranno con le nuove tecnologie gli aspetti positivi che saranno il punto di partenza per la rivoluzione in atto.

Come possiamo intuire dall'immagine, gli storici definiscono quattro rivoluzioni industriali che sono avvenute dalla fine del diciottesimo secolo ad oggi. Al giorno d'oggi, attraverso gli exploit di certe scoperte tecnologiche, ci possiamo definire all'interno della quarta rivoluzione industriale, ovvero l'industria 4.0.

Nei prossimi paragrafi si analizza quali sono stati i passaggi storici fondamentali che ci hanno permesso di raggiungere la situazione attuale.

1.1 Prima Rivoluzione Industriale

La prima rivoluzione industriale nasce in Inghilterra alla fine del XVIII secolo e riguarda prevalentemente il settore tessile e metallurgico. In questo periodo, ovvero dal 1760 al 1840, sono avvenuti diversi cambiamenti che hanno portato alla trasformazione di diversi settori:

- Sviluppo di città: la popolazione si spostò dalle campagne in città per lavorare nelle nuove fabbriche.
- Innovazione tecnica: cambia il modo di produrre grazie all'invenzione di nuove macchine.
- Rivoluzione demografica e agricola.

Le cause di questo fenomeno non sono interamente definite da un solo fattore, ma da un insieme di elementi convergenti e trainanti. Uno dei tanti fattori con il quale s'identifica la rivoluzione industriale è la macchina a vapore, ovvero quell'invenzione che ha portato ad una trasformazione di molti settori.

Come detto precedentemente, le rivoluzioni industriali producono dei mutamenti all'interno della società di tipo culturale, sociale ed economico. Infatti, sapere il momento esatto in cui ebbe inizio la prima rivoluzione industriale è molto complicato e quindi si farà riferimento al periodo storico in cui sono avvenute certe invenzioni che hanno portato ad un netto cambiamento economico, politico e nello stile di vita dell'Inghilterra di quell'epoca (si prende in considerazione l'Inghilterra perché la prima rivoluzione industriale nasce lì). Due furono i principali simboli di questo periodo: il carbone e il ferro.

Il carbone rese possibile l'invenzione della macchina a vapore e il ferro ha reso possibile la costruzione di treni, ferrovie, macchine, edifici e ponti. Quindi, si può dire

che il ferro e il carbone portarono inevitabilmente allo sviluppo di industrie in diversi settori.

1.2 Seconda Rivoluzione Industriale

La seconda rivoluzione industriale avviene a cavallo tra il XIX e il XX secolo e, come la prima, nasce in Europa. La seconda rivoluzione non ha avuto gli stessi effetti in tutti gli Stati europei, ma si è sviluppata in modi e tempi diversi. Lo sviluppo della rivoluzione industriale in periodi diversi è dovuto dal fatto che le condizioni economiche e sociali di ogni Stato europeo erano molto diverse all'epoca e quindi la rivoluzione avvenne prima negli Stati più industrializzati e successivamente, più lentamente in Stati con più criticità politiche, sociali ed economiche.

Gli storici inseriscono questa rivoluzione nel periodo che va tra il 1850 e il 1914, ovvero gli anni in cui gli Stati europei estesero e consolidarono la propria presenza nel mondo. Il loro prestigio si basava sulla superiorità in campo tecnologico, scientifico e sulla loro potenza industriale. Infatti, contemporaneamente alle conquiste coloniali in Africa, l'Europa continuava la sua industrializzazione attraverso la scoperta di nuovi fonti di energia, come il petrolio e l'elettricità.

Al contrario della prima rivoluzione industriale, la seconda non interessò soltanto i paesi del vecchio continente ma anche i protagonisti delle prossime rivoluzioni, gli Stati Uniti d'America e il Giappone.

Le scoperte tecnologiche più importanti di questo periodo, quindi, sono la scoperta dell'energia elettrica e del petrolio. Grazie a queste due scoperte, la società subì grandi cambiamenti.

L'energia elettrica inizialmente venne utilizzata all'interno delle industrie, poi, con il passare del tempo arrivò anche nelle case ed entrò nella vita quotidiana delle persone. Con l'uso dell'elettricità vennero inventati dei dispositivi, ovvero i primi telefoni e le prime lampadine, che facilitarono la vita di ognuno.

Oltre agli effetti sociali, l'elettricità e altre tecnologie del tempo riuscirono a trasformare anche il modo di lavorare all'interno delle fabbriche. Infatti, all'inizio del XX secolo venne applicato per la prima volta un modello di produzione chiamato Lean production, o produzione snella. La Lean production è una filosofia nata dalla famiglia giapponese Toyoda che venne poi replicata e copiata in USA da Ford. Questo modello permetteva di ridurre i tempi di produzione, andando a frammentare il processo produttivo in una serie di piccole operazioni, ciascuna affidata a un singolo operaio. Con questa filosofia il lavoro divenne ripetitivo e privo di personalizzazioni, ma si ottenne un'alta produttività ed un aumento del salario.

La seconda rivoluzione industriale ebbe fine con l'avvento della Grande guerra nel 1914, dove gli Stati di tutto il mondo parteciparono al conflitto anche grazie alla grande produzione di armi dovuta al nuovo modo di produrre.

1.3 Terza Rivoluzione Industriale

Per Terza Rivoluzione Industriale s'intende quel periodo di grande cambiamento sociale, culturale ed economico avvenuto nella seconda metà del XX secolo a causa dell'avvento di diverse tecnologie innovative.

Tra le cause della terza rivoluzione industriale si possono annoverare:

- La crescita, lo sviluppo e l'accumulo di conoscenze scientifiche e tecnologiche spesso nate nel contesto militare delle guerre mondiali della prima metà del XX secolo.
- Le condizioni politiche tra gli stati occidentali erano molto stabili rispetto a trenta anni prima.
- La scoperta dell'energia atomica, che però, oltre ad avere degli effetti positivi, portò degli effetti molto negativi come l'altissimo grado d'inquinamento.

Il risultato complessivo di questi fattori si è concretizzato dunque in una forte spinta e accelerazione al progresso e all'innovazione tecnologica in molti settori industriali, favorito da una maggiore e più rapida diffusione di innovazioni e prodotti grazie all'inizio del processo di globalizzazione dei mercati, con grandi stravolgimenti economici, sociali e culturali.

La terza rivoluzione industriale, spinta da questi fattori, portò a diverse conseguenze.

La ricerca e lo sviluppo di nuove tecnologie diventarono un settore essenziale della crescita economica e un indicatore di grande efficacia per stabilire una nuova gerarchia tra paesi ricchi e paesi poveri.

Le tecnologie ad alta intensità di capitale, concentrate nei settori dell'informatica e della telematica, avviarono un nuovo sistema di produzione, che determinò il brusco declino di tutte le lavorazioni basate su grandi concentrazioni di manodopera; la presenza umana cominciò allora ad affievolirsi sia nella produzione sia nell'erogazione di servizi. Gli enormi cambiamenti nel modo di produzione e di lavoro che comportò l'introduzione dell'alta tecnologia hanno permesso di classificare questa fase come terza rivoluzione industriale.

Due secoli dopo una prima rivoluzione industriale che ha costruito la ferrovia, negli anni 70' ci imbarchiamo in una rivoluzione che trasforma ciascuno di noi nel motore immobile di una miriade senza fine di trasferimenti virtuali: la rivoluzione informatica.

Un fattore di sviluppo legato alla terza rivoluzione industriale è il costante sviluppo dei trasporti terrestri, aerei e marittimi. Questa complessa rete di trasporti finirà per favorire sempre più il commercio internazionale alimentando il fenomeno della globalizzazione.

Per quanto riguarda l'ambito produttivo, dagli inizi degli anni Settanta prese così ad affermarsi, prima negli Stati Uniti e poi nel resto del mondo, un nuovo sistema di fabbrica, detto postfordista.

Il modello postfordista è caratterizzato da una rete produttiva senza più un centro geograficamente riconoscibile in una fabbrica o in una città. Infatti, anche i grandi stabilimenti industriali cambiarono radicalmente i propri assetti interi, automatizzando e modificando le precedenti catene di montaggio.

1.4 Industria 4.0

Con il passare degli anni, le vecchie tecnologie hanno dato spazio alle nuove e attraverso queste si sono scoperti nuovi modi di fare impresa.

Da una decina di anni a questa parte, le aziende si stanno pian piano rinnovando dando vita ad una vera e propria rivoluzione industriale. La quarta rivoluzione industriale, o industria 4.0, indica la propensione dell'odierna automazione industriale a inserire alcune nuove tecnologie produttive per migliorare le condizioni di lavoro, creare nuovi modelli di business e migliorare la produttività degli impianti.

L'espressione industria 4.0 è stata usata per la prima volta alla fiera di Hannover nel 2011 in Germania. Come nelle precedenti rivoluzioni industriale, anche la quarta prende vita da un'azienda automobilistica.

Questo perché l'industria automobilistica ha rappresentato negli ultimi cento anni la sfida più complessa per qualsiasi modello organizzativo e produttivo. Infatti, l'industria dell'auto è da sempre una industria di grandi volumi, elevati costi del prodotto, grande complessità e varietà dei componenti della distinta base. Quindi la si può definire con processi, prodotti e supply chain complessi e ad alta variabilità. Con l'introduzione dell'elettronica nei processi produttivi e nei prodotti automobilistici, le grandi imprese di questo settore hanno sperimentato nuovi modelli di business.

Quindi si può dire che l'industria dell'auto e soprattutto dell'auto tedesca è il punto di partenza dell'industria 4.0 che s'intende come la digitalizzazione dell'intera catena del valore.

L'industria 4.0 passa per il concetto di smart factory, infatti, le cosiddette fabbriche intelligenti sono manifestazioni della trasformazione tecnologica di cui stiamo parlando. Come detto precedentemente, ogni rivoluzione industriale è nata dall'introduzione di altrettante tecnologie innovative che hanno cambiato il modo di

lavorare e di fabbricare prodotti. Ad oggi, la quarta rivoluzione industriale è trainata dalla trasformazione digitale e dall'automazione intelligente.

Però, bisognerà evidenziare che i processi automatizzati non sono l'unica prerogativa della smart factory poiché l'automazione e la robotica sono in uso da decenni nelle attività produttive. Infatti, le fabbriche tradizionali si affidano a delle macchine automatizzate che però non saranno interconnesse fra di loro. Quindi, le risorse all'interno di un impianto saranno isolate le une dalle altre e il loro coordinamento avverrà soltanto in modo manuale.

Invece, la fabbrica intelligente integra le risorse tra di loro in un unico sistema connesso in rete. Attraverso ciò, la smart factory tenderà ad una continua auto-correzione e auto-ottimizzazione che porterà innumerevoli vantaggi per quanto riguarda la produttività, il tasso di occupazione e i ricavi.

La fabbrica intelligente si basa su tre concetti:

- Smart production
- Smart services
- Smart energy

La smart production è l'adozione di tecnologie volte a favorire l'interconnessione di un'intera catena di produzione nell'industria 4.0. A causa della personalizzazione voluta da ogni consumatore, che porta ad un aumento della varietà del prodotto, e la riduzione del ciclo di vita del prodotto stesso, è necessario individuare soluzioni capaci che consentano di rendere la produzione più efficiente e flessibile possibile. Per fare ciò, sarà necessario riuscire a collegare su una singola rete tutte le risorse dell'intero processo produttivo.

La smart services, invece, è un insieme di strutture informatiche in grado di collegare e integrare sistemi tra di loro. I cosiddetti servizi intelligenti si basano su tre elementi fondamentali, ovvero, l'intelligenza artificiale, la connettività e la co-creazione di valore da parte del cliente del servizio. Quindi si definisce smart services quei servizi che sono in grado di anticipare le esigenze e i problemi del cliente, grazie all'ausilio di tecnologie ICT che consentono l'acquisizione di dati contestuali.

Infine, per smart energy s'intende una serie di servizi che tengono sotto controllo i consumi energetici attraverso la creazione di sistemi che riducono gli sprechi di energia.

CAPITOLO 2

2 TECNOLOGIE E ASPETTI GENERALI DELL'INDUSTRIA 4.0

Come accennato nel precedente capitolo, l'industria 4.0 non si può soltanto definire come l'utilizzo di macchinari e dispositivi automatizzati, in quanto questo avviene di già dalla terza rivoluzione industriale. Infatti, la differenza che c'è tra la quarta e la terza rivoluzione industriale si basa su come queste risorse interagiscono e come sono interconnesse fra di loro. Grazie all'avvento di nuove tecnologie, infatti, il personale e i macchinari non lavoreranno più isolati gli uni con gli altri, ma saranno coordinati e interconnessi sotto un'unica rete.

Quindi, l'industria 4.0 consentirà di raccogliere e analizzare i dati tra le macchine, consentendo processi più veloci, flessibili e più efficienti per produrre beni di qualità superiore a costi ridotti. Questo a sua volta aumenterà la produttività manifatturiera, favorirà la crescita industriale e modificherà il profilo della forza lavoro, cambiando la competitività delle aziende.

2.1 I pilastri dell'industria 4.0

Per la maggior parte degli esperti, l'industria 4.0 si basa su 9 pilastri:

- Big data and analytics
- Augmented reality
- Additive manufacturing
- Cloud
- Cybersecurity
- The industrial internet of things
- Horizontal and vertical system integration
- Simulation
- Autonomous robots

2.1.1 Big data and analytics

I big data sono dati informatici di grosse dimensioni che possono essere analizzati e archiviati con strumenti tradizionali. Questo termine vuol dire letteralmente “grandi dati”, ovvero grandi quantità di dati, che presi insieme occupano uno spazio di archiviazione nell'ordine dei Terabyte.

I dati che le aziende archiviano sono una grande quantità di informazioni che provengono dai clienti e dai consumatori. Infatti, ogni ricerca che una persona fa su internet ed ogni tweet che viene pubblicato potrà rientrare in quell'insieme di dati che un'azienda analizzerà.

Tutte queste informazioni che le aziende ottengono vengono utilizzate per diversi motivi. Ad esempio, si possono utilizzare per sviluppare strategie più efficaci e in grado di adattarsi a un mercato più mutevole.

Quindi, dopo aver ottenuto questa miriade di informazioni, ogni azienda potrà analizzare tali dati correggendo o migliorando le proprie strategie.

Negli ultimi anni, gli investimenti riguardanti l'analisi dei big data sono aumentati a dismisura poiché si è capito che questa attività porta ad un vantaggio strategico ed economico non indifferente. L'obiettivo dell'analisi dei big data è quello di sfruttare grandi quantità di dati per aiutare le aziende a identificare nuove opportunità di business. Inoltre, grazie all'analisi di dati le aziende potranno riconoscere tendenze che altrimenti rimarrebbero sconosciute. Infatti, con l'analisi di una vasta quantità di informazioni si potrà rilevare un modello che sarà utilizzato poi per migliorare processi operativi e sviluppare nuovi prodotti e servizi.

Ci sono altri vantaggi molto importanti che un'attenta analisi dei big data può offrire all'azienda. Attraverso la big data analytics si ottiene una visione più accurata della realtà che tenderà al miglioramento della produttività e dei processi decisionali; si ottiene una competitività tra aziende molto più stabile in quanto le aziende competeranno fra di loro in base alle loro capacità e non soltanto su un abbassamento dei prezzi; un altro grande vantaggio dell'utilizzo dei big data è quello di poter fare delle previsioni sulle tendenze e sulle richieste dei clienti attraverso la costruzione di modelli ottenuti dalle analisi.

I big data si basano su 5 principi fondamentali che sono volume, velocità, varietà, veridicità e valore. Questi principi andranno a caratterizzare ogni singolo dato che verrà analizzato.

L'obiettivo ultimo dell'analisi dei dati è quello di fornire all'azienda la miglior rappresentazione possibile della realtà attraverso diverse metodologie. Infatti, esistono tre tipologie di analisi di dati:

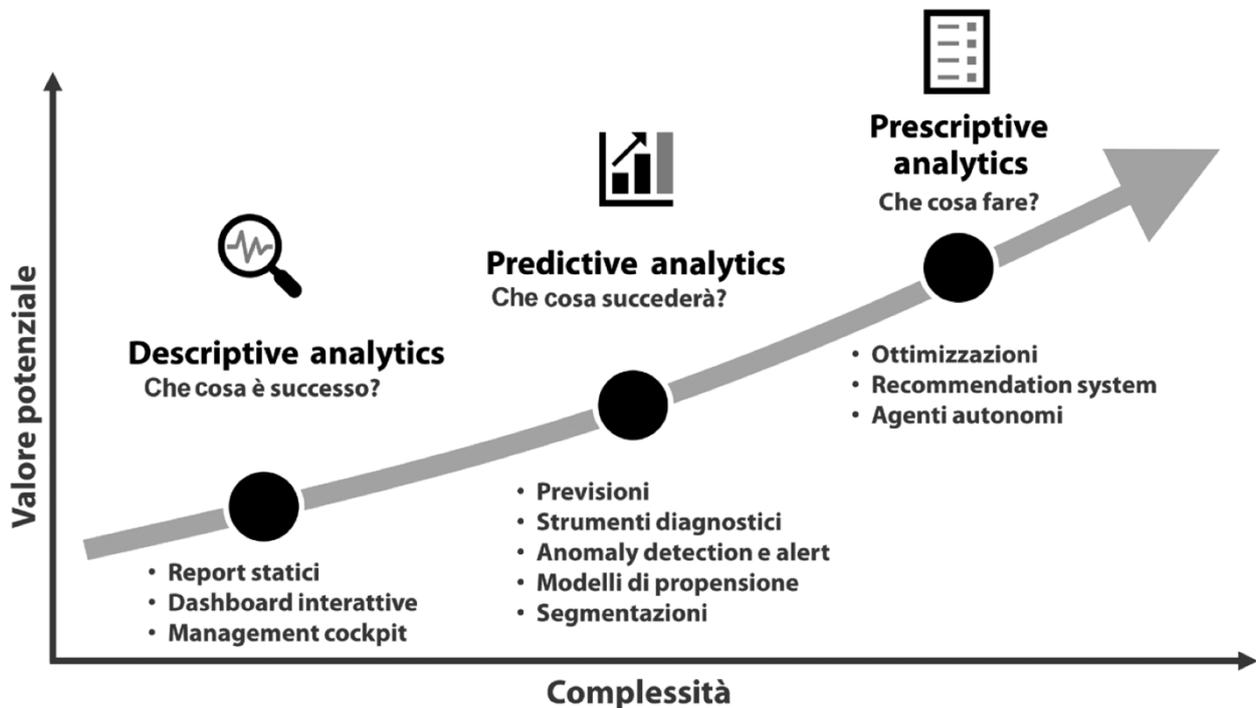
- Analisi descrittiva
- Analisi predittiva
- Analisi prescrittiva

L'analisi descrittiva è quell'analisi fatta per rispondere alle domande "che cosa è successo?" e "cosa sta succedendo?". Infatti, questo tipo di analisi ha l'obiettivo di descrivere dei dati passati, metterli in correlazione con quelli presenti e offrire un'interpretazione dello stato del business. Dopo aver concluso l'analisi descrittiva, al manager arriverà un report nella quale sarà descritta la situazione attraverso la definizione di una certa quantità e tipologia di KPI. I KPI, o key performance index,

sono degli indici che individuano delle tendenze passate e in atto, che saranno d'aiuto nel descrivere al meglio la situazione in cui ci si trova.

L'analisi predittiva, invece, si domanderà il perché è successa quella determinata cosa e cosa succederà in futuro. A differenza dell'analisi descrittiva, quella predittiva verrà fatta attraverso dei strumenti più avanzati, come l'intelligenza artificiale. Infatti, attraverso la AI, si riuscirà a creare dei modelli probabilistici, ovvero si cercherà di anticipare un futuro possibile. Un'altra differenza notevole tra le due analisi è l'utilizzo di indici diversi: l'analisi predittiva, oltre ad utilizzare indici dell'analisi descrittiva, utilizzerà anche KPI che spiegano il perché sia successa quella determinata cosa.

Infine, l'analisi prescrittiva fa un passo oltre alle due analisi precedenti. Mentre l'analisi descrittiva e quella predittiva guardano al passato, cercando di prevenire un possibile modello futuro, l'analisi prescrittiva guarda soltanto al presente e al futuro domandandosi cosa fare se si presentano gli indici che si hanno a disposizione.



2.1.2 Realtà aumentata

Il secondo pilastro su cui si basa l'industria 4.0 è la realtà aumentata. Secondo la Boston Consulting Group, i sistemi basati sulla realtà aumentata supportano una varietà di servizi come la selezione di parti in un magazzino e l'invio di istruzioni di riparazione su dispositivi mobili. In futuro le aziende faranno un uso molto più ampio della realtà

aumentata per fornire ai lavoratori informazioni in tempo reale che permetteranno di migliorare i processi decisionali e le procedure di lavoro.

Ad esempio, i lavoratori potranno ricevere istruzioni di riparazione su come sostituire una particolare parte mentre stanno guardando il sistema effettivo che necessita di riparazione. Queste informazioni saranno visualizzate direttamente nel campo visivo dei lavoratori utilizzando dispositivi come gli occhiali con realtà aumentata.

Un'altra applicazione è la formazione virtuale. Ad esempio, Siemens ha sviluppato un modulo di formazione virtuale per l'operatore dell'impianto per il suo software Cosmos che utilizza un ambiente 3D realistico e occhiali a realtà aumentata per formare il personale dell'impianto a gestire le emergenze. In questo mondo virtuale, gli operatori possono imparare a interagire con le macchine facendo semplicemente clic su una rappresentazione informatica.

Secondo l'Agenzia per l'Italia Digitale (AGID), nella realtà aumentata, il computer, attraverso l'utilizzo di sensori e algoritmi, riesce a determinare la posizione e l'orientamento della telecamera. Quindi, quello che gli strumenti muniti di tecnologia AR (augmented reality) fanno sostanzialmente è di orientare il dispositivo facendo vedere il mondo reale dal suo punto di vista sovrapponendo le sue immagini con quelle della realtà.

L'applicazione della realtà aumentata che ha portato a più benefici è nel campo industriale. L'AR ha migliorato in maniera esponenziale tre attività aziendali molto importanti: la formazione del personale, il controllo qualità e la fase di pre-progettazione.

Per quanto riguarda la fase di pre-progettazione, la realtà aumentata darà una mano nel momento in cui si dovrà studiare il prodotto. Nel caso in cui la creazione di un prototipo reale sia troppo prematura, allora, il team per ottenere uno studio più veloce ed efficiente, senza un grande dispendio di denaro, utilizzerà un prototipo virtuale.

Inoltre, la realtà aumentata viene utilizzata con effetti molto positivi nei reparti logistici e in quelli produttivi. In entrambi i reparti, i dispositivi più utilizzati sono i tablet o altre tipologie di dispositivi mobili e, soprattutto, gli smart glasses.

Nei reparti logistici, queste tecnologie consentiranno una diminuzione degli errori in attività di picking con un conseguente aumento della produttività. Invece, nei reparti di assemblaggio e produzione, queste tecnologie vengono utilizzate sia durante l'assemblaggio del prodotto sia per attività di manutenzione e supporto. Come detto precedentemente, i dispositivi più utilizzati sono gli smart glasses: gli occhiali con tecnologia AR consentiranno agli operatori di lavorare con le mani libere e li supporteranno passo dopo passo, indicando cosa si dovrà fare, durante il compito da svolgere. Con l'utilizzo di questo dispositivo l'efficienza produttiva aumenterà e lo

spreco di tempo e denaro diminuiranno. Gli smart glasses potrebbero essere utilizzati anche durante attività di supporto e manutenzione. Infatti, quando un operatore dovrà svolgere manutenzione, indossando questi occhiali potrà consultare documentazioni vicino alla macchina oppure chiamare un supporto da remoto che guiderà l'operatore durante l'attività.

2.1.3 Additive manufacturing

L'additive manufacturing o stampa 3D è il processo con la quale si crea oggetti fisici partendo da istruzioni digitali attraverso la somma successiva di strati di materia. Viene chiamata produzione additiva perché, a differenza dalle altre tecnologie di produzione (fresatura, tornitura, etc.), la materia viene aggiunta strato su strato, e non eliminata attraverso punte, frese o altri utensili.

Nella stampa 3D, un modello, disegnato attraverso il software CAD, verrà suddiviso in più fette orizzontali di altezza variabile attraverso un software CAM che provvederà, poi, a dare istruzioni alla materia su come aggregarsi.

Al giorno d'oggi esistono tre diverse tecniche di stampa: la stereolitografia, la sinterizzazione a laser selettivo e fused filament fabrication.

La fused filament fabrication, o meglio FFF, è la tecnologia più diffusa che utilizza delle bobine di filamento plastico per ottenere l'oggetto voluto. Il filamento plastico verrà sparato con una pistola formando una stampa bidimensionale sul piano xy. Successivamente, la pistola, detta anche estrusore, si alzerà lungo l'asse z di una quota che varia tra 0,05 e 0,25 mm. Dopodiché, l'estrusore sparerà un altro strato di filamento che si sovrapporrà al precedente. Sommando le stampe bidimensionali depositate su diversi piani, si otterrà l'oggetto desiderato. La tecnica FFF, come le altre due, avrà sia dei pregi che dei difetti. Ad esempio, anche con la più alta finitura possibile (0,05 mm), l'oggetto stampato risulterà rugoso e la mano percepirà gli strati con cui è stato costruito. Inoltre, questa tecnica stamperà pezzi dotati di una buona resistenza meccanica e potranno addirittura essere utilizzati in dispositivi meccanici dove vengono sollecitati per lungo tempo. Un difetto molto importante della tecnica FFF riguarda l'obbligatorio utilizzo di supporti. Infatti, quando l'angolo di inclinazione fra due stampe bidimensionali supera i 45 gradi, si formeranno dei sottosquadri o degli sbalzi che potranno far collassare la struttura. Il collasso della struttura è dovuto alla viscosità del filamento fluido, e, per evitare ciò si dovrà utilizzare dei supporti. Negli ultimi anni, le macchine utilizzano materiali plastici per i supporti, ovvero dei materiali che non aggrediscono la struttura e sono facilmente rimuovibili.

Invece, per quanto riguarda la tecnica SLS, o la sinterizzazione a laser selettivo, essa non ha bisogno di alcun supporto perché gli strati di polvere vengono stesi sull'intero piano xy e sinterizzati solo nella parte in cui il pezzo disegnato al computer lo prevede.

In questo modo il pezzo avrà sempre una base di polvere su cui poggiare e non ha nessun limite morfologico durante la costruzione. Però, questa tecnica ha diversi contro che riguardano la finitura, i costi e lo spreco di materiale. Al contrario della FFF, la SLS è piuttosto costosa poiché il costo dei materiali è molto alto e perché, dopo la stampa di ogni prodotto, quasi la metà della polvere utilizzata dovrà essere scartata, provocando un altissimo spreco del materiale. Inoltre, gli oggetti stampati con queste tecnologie hanno una rugosità superficiale sensibile al tatto e difficilmente eliminabile attraverso lavorazioni come la carteggiatura e la burratura.

Infine, la stereolitografia (SLA) è la prima tecnica inventata e utilizza la resina fotosensibile per formare l'oggetto. Questa tecnica userà soltanto la resina necessaria per formare il pezzo, infatti, sarà caratterizzata da un livello di scarto molto basso in quanto la resina che riempie la vasca in cui avviene la stampa potrà essere riutilizzata per un altro processo. Come per la tecnica FFF, i software di slicing, ovvero quei software che disegnano e dettano come dovranno essere stampati i prodotti, riconoscono i punti in cui c'è il rischio di collasso dell'oggetto e per impedire ciò costruiranno degli appositi supporti. Al termine della stampa, i supporti verranno tolti, ma non sarà un'operazione molto semplice, soprattutto se questi sono interni al pezzo. Un pregio di questa tecnica riguarda la finitura dell'oggetto stampato: la superficie sarà molto precisa, liscia al tatto e sarà molto difficile notare la sovrapposizione dei vari strati di resina.

Quindi, ognuna di queste tecniche presenterà pregi e difetti, infatti, non esiste nessuna tecnica che abbia in sé tutte le caratteristiche di resistenza meccanica, estetica, facilità d'uso e costi di produzione ottimali. Per questo motivo sarà davvero cruciale il compito del progettista di capire quale tecnica sia in grado di ottimizzare il progetto da svolgere.

Le tecniche appena descritte hanno alcune caratteristiche che le rendono rivoluzionarie nell'ottica futura. Le caratteristiche di cui parliamo sono le seguenti:

- Time to market: con la stampa 3D non servirà preparare grandi volumi di prodotti, ma sarà possibile entrare velocemente sul mercato.
- Mass customization: sarà possibile ottenere una personalizzazione anche di grandi lotti di prodotti, raggiungendo risultati impensabili per l'industria del passato.
- Nuovi modelli di distribuzione: in futuro sarà possibile l'acquisto da parte dell'utente finale del file della merce, e successivamente sarà compito del consumatore stamparlo a casa propria, o nel negozio vicino casa.
- Nuove forme e design: la stampa 3D premetterà di ripensare al design degli oggetti, che potranno essere più leggeri, svuotati all'interno e modellati su forme più biologiche e meno meccaniche.

2.1.4 Cloud

Il cloud computing è l'erogazione di servizi offerti su richiesta da un fornitore a un utente finale attraverso la rete internet (come l'archiviazione, l'elaborazione o la trasmissione dati), a partire da un insieme di risorse preesistenti, configurabili e disponibili in remoto sotto forma di architettura distribuita.

All'interno delle aziende, i dipendenti sono abituati a salvare i propri dati su sistemi cloud come iCloud, Google drive o Dropbox. Con l'avvento dell'industria 4.0, nei posti di lavoro, oltre agli archivi di dati, delegheremo al cloud anche analisi ed elaborazioni. Questo avverrà perché il cloud computing permette a più persone dello stesso gruppo di lavoro di accedere alle stesse informazioni e di poter caricare dati da elaborare in modo collettivo. Il passaggio al cloud avverrà in maniera completa anche a causa di motivi strettamente tecnologici. Infatti, come spiega Massimo Temporelli in un suo articolo del 2016, in questi anni si sta chiudendo l'epoca dell'IT, un periodo segnato, oltre che dalla scoperta di nuove tecnologie, dalla definizione di una legge fornita dal chimico statunitense Moore.

Il pensiero di Moore, che poi divenne legge, si basava sul fatto che il numero di transistor, delle resistenze e dei condensatori nei circuiti integrati (che indicano la potenza del circuito integrato), sarebbe duplicato ogni 18 mesi, mentre il costo sarebbe sceso nello stesso periodo del 50%. Questa legge indicava il fatto che, con il passare del tempo, i computer sarebbero diventati sempre più potenti e sempre meno costosi, a parità dei segmenti di mercato.

Però, questa legge, in questi anni, andrà inevitabilmente in pensione. Questo accadrà perché i transistor, con il passare del tempo, diventeranno sempre più piccoli (grazie allo sfruttamento delle proprietà del silicio, questi dispositivi possono essere prodotti sempre con dimensioni dimezzate rispetto alla generazione precedente) e ad oggi, siamo arrivati ad un punto in cui le dimensioni di queste tecnologie sono vicine ad un limite invalicabile. Però, con la fine della legge di Moore, sicuramente, lo sviluppo dell'informatica non si fermerà.

Le strade possibili da percorrere sono due: entrare completamente nel mondo del cloud, delegando la potenza di calcolo ai microprocessori non presenti nel device fisico, oppure gettarsi nel mondo della meccanica quantistica e iniziare a costruire i così detti computer quantistici.

Il destino più probabile dell'informatica sembra il cloud computing e queste tecnologie ci consentiranno di ottenere diversi vantaggi:

- Il passaggio al cloud consente alle aziende di ottimizzare i costi IT. Ciò è dovuto al fatto che il cloud computing elimina le spese di capitale associate all'acquisto di hardware e software e alla configurazione e alla gestione di data center locali,

che richiedono rack di server, elettricità 24 ore su 24 per alimentazione e raffreddamento, ed esperti IT per la gestione dell'infrastruttura.

- La maggior parte dei servizi di cloud computing viene fornita in modalità self-service e su richiesta, quindi è possibile effettuare il provisioning anche di grandi quantità di risorse di calcolo in pochi minuti, in genere con pochi clic del mouse. Quindi, le aziende possono usufruire della massima flessibilità senza la pressione legata alla pianificazione della capacità.
- I vantaggi dei servizi di cloud computing includono la possibilità di ridimensionare le risorse in modo elastico.
- I data center locali richiedono in genere un impegno notevole dell'organizzazione e nell'assemblaggio dei rack, che include la configurazione dell'hardware, l'applicazione di patch software e altre attività di gestione IT dispendiose in termini di tempo. Il cloud computing elimina la necessità di molte di queste attività, e consente ai team IT di dedicare il proprio tempo al raggiungimento di obiettivi aziendali più importanti.
- I più grandi servizi di cloud computing vengono eseguiti su una rete mondiale di data center sicuri, aggiornati regolarmente con un hardware di ultima generazione veloce ed efficiente. Questo offre diversi vantaggi rispetto a un singolo data center aziendale, tra cui latenza di rete ridotta per le applicazioni e maggiori economie di scala.
- Il cloud computing aumenta la semplicità e riduce i costi di backup dei dati, ripristino di emergenza e continuità aziendale grazie alla possibilità di eseguire il mirroring dei dati in più siti ridondanti nella rete del provider di servizi cloud.
- Molti provider di servizi cloud offrono un'ampia gamma di criteri, tecnologie e controlli che rafforzano la postura di sicurezza complessiva grazie alla protezione di dati, app e infrastruttura da potenziali minacce.

Dopo aver indicato i vari vantaggi che si possono ottenere utilizzando delle soluzioni cloud, si deve discutere di tutti gli usi del cloud computing. Molte organizzazioni, dalle piccole startup alle multinazionali, dagli enti pubblici alle organizzazioni no profit, stanno adottando la tecnologia del cloud computing per motivi vari. In seguito, vengono definiti alcuni esempi di ciò che è possibile fare con un provider di servizi cloud:

- Si possono creare applicazioni native del cloud;
- Si proteggeranno i dati razionalizzando i costi grazie alla possibilità di trasferire i dati tramite internet su un sistema di archiviazione cloud esterno accessibile da qualsiasi posizione e da qualunque dispositivo;
- Rimanere in contatto con i propri destinatari ovunque e in qualsiasi momento, trasmettendo in streaming audio e video;

- Ridurre i costi e i tempi di sviluppo delle applicazioni usando infrastrutture cloud che consentono di aumentare o ridurre facilmente le prestazioni in base alle esigenze;
- Analizzare i dati per acquisire informazioni dettagliate e prendere decisioni con maggiore sicurezza.

2.1.5 Cybersecurity

La cybersecurity, o sicurezza informatica, è l'insieme di mezzi, delle tecnologie e delle procedure attuate per la protezione dei sistemi informatici in termini di disponibilità, confidenzialità e integrità dei beni o asset informatici. Con il passare degli anni, le tecnologie che si conetteranno in rete, come il cloud, saranno utilizzate da più utenti e di conseguenza, crescerà il numero di malintenzionati che svilupperanno dei metodi per rubare dati ad altri utenti e di estorcere loro del denaro. Ogni anno il numero di attacchi aumentano e gli hacker sviluppano nuove tecniche per eludere i sistemi di rilevamento. Un programma di cybersecurity efficace include persone, processi e soluzioni tecnologiche che, insieme, riducono il rischio di interruzioni dell'attività, perdite finanziarie e danni di immagine dovuti ad un attacco.

Una minaccia della cybersecurity è un tentativo deliberato di ottenere l'accesso al sistema di un singolo individuo o di un'organizzazione. Gli utenti malintenzionati perfezionano continuamente le loro tecniche di attacco per eludere i sistemi di rilevamento e sfruttare nuove vulnerabilità, affidandosi ad alcuni metodi comuni, come i seguenti:

- malware: è un termine generale che include qualsiasi software dannoso, tra cui worm, ransomware, spyware e virus. È progettato per causare danni ai computer o alle reti alterando o eliminando file, estraendo dati sensibili come password e numeri di conti o inviando messaggi di posta elettronica dannosi. Il malware può essere installato da un utente malintenzionato che ottiene l'accesso alla rete, ma spesso le persone distribuiscono inconsapevolmente malware nei propri dispositivi o nella rete aziendale facendo clic su un collegamento pericoloso o scaricando un allegato infetto.
- ransomware: è una tipologia di malware ed è una forma di estorsione che utilizza malware per crittografare i file rendendoli accessibili. Gli utenti malintenzionati spesso estraggono i dati durante un attacco ransomware e possono minacciare di pubblicarli se non ricevono un pagamento, che avviene generalmente in criptovalute. I malintenzionati offriranno una chiave di decrittografia ma non tutte le chiavi funzionano, quindi il pagamento potrebbe non garantire il recupero dei file.
- Ingegneria sociale: gli utenti malintenzionati approfittano della fiducia delle persone per ingannarle facendole gestire informazioni sull'account o scaricare malware. In questi attacchi, gli hacker fingono di essere un marchio conosciuto,

un collega o un amico della vittima e usano tecniche psicologiche, ad esempio creando un senso di urgenza, per convincere le persone a fare quello che vogliono.

- Phishing: è un tipo d'ingegneria sociale che utilizza e-mail, SMS o messaggi vocali che sembrano provenienti da una fonte attendibile per convincere le persone a fornire informazioni sensibili o a fare clic su un collegamento sconosciuto. Alcune campagne di phishing vengono inviate a un altissimo numero di persone nella speranza che qualcuno clicchi quel link. Altre campagne, denominate spear phishing, sono più mirate e si concentrano su una sola persona. Ad esempio, un hacker potrebbe fingere di essere una persona in cerca di lavoro per ingannare un selezionatore facendogli scaricare un curriculum infetto.
- Minacce interne: in una minaccia interna, le persone che già hanno accesso ad alcuni sistemi, come dipendenti e clienti, causano una violazione della sicurezza o una perdita finanziaria. In alcuni casi il danno provocato non è volontario, ad esempio quando un dipendente pubblica accidentalmente informazioni sensibili su un account cloud personale. Tuttavia, potrebbe accadere che utenti interni possano agire intenzionalmente.
- Minaccia persistente avanzata: in una minaccia persistente avanzata, gli utenti malintenzionati ottengono l'accesso ai sistemi ma rimangono nascosti per un lungo periodo di tempo. Gli autori degli attacchi eseguono una ricerca nei sistemi dell'azienda da colpire e rubano i dati senza che le contromisure difensive vengano attivate.

Quindi, le tecnologie di sicurezza informatica presenta, per ogni azienda, un investimento obbligatorio da fare poiché protegge da questi attacchi che potrebbero portare danni ingenti all'azienda, come una perdita di denaro molto importante.

2.1.6 L'industria dell'internet delle cose

L'internet delle cose è una piattaforma su cui sensori e attuatori, connessi in rete, possono raccogliere dati e compiere azioni in funzione dei parametri ambientali e delle abitudini o a seconda delle richieste degli user che utilizzano quegli ambienti e gli oggetti dentro i quali i sensori e altri dispositivi sono integrati. Quindi, l'IoT non è altro che un'estensione di internet al mondo degli oggetti e dei luoghi concreti, che acquisiscono una propria identità digitale in modo da poter comunicare con altri oggetti nella rete e poter fornire servizi agli utenti.

Nel libro chiamato "4 punto 0" di Temporelli, Colorni e Gamucci, i tre scrittori hanno fatto capire l'importanza dell'internet delle cose attraverso un esempio molto intuitivo. Si supponga di voler inserire nel frigorifero un sensore di peso, proprio al di sotto della bottiglia di latte. Il sensore collegato verrà programmato e connesso all'hotspot di casa

e, nel momento in cui, ad esempio, la bottiglia di latte pesa meno di 250 grammi, allora il frigorifero, grazie al sensore, riuscirà ad avvisare il padrone di casa attraverso l'invio di un messaggio o di una mail. Questo appena descritto non è altro che un esempio che ci permette di capire l'interconnessione tra due macchine (dialogo machine to machine) tipico del mondo delle cose.

La nascita e l'evoluzione dell'IoT è dovuto al progresso di un insieme di tecnologie che si sono e si stanno potenziando sempre di più. Le tecnologie di cui parliamo sono le seguenti:

- **Connettività:** con un'evoluzione epocale da quando tutto dipendeva dal modem, la connettività Internet e in cloud di oggi è sufficientemente veloce e stabile da consentire l'invio e la ricezione di enormi volumi di dati e sostenere la crescita esponenziale dell'IoT.
- **Tecnologia e sensori:** con la costante ascesa della domanda di innovazione nel campo dei sensori IoT, il mercato è passato da pochi e costosi fornitori di nicchia a una produzione industriale di sensori a prezzi competitivi altamente globalizzata. Dal 2004, infatti, il costo medio dei sensori IoT è sceso del 70%, parallelamente a una crescita alimentata dalla domanda sul piano della funzionalità e della diversificazione di tali prodotti.
- **Potenza di calcolo:** i dati che saranno creati nei prossimi 5 anni saranno due volte quelli accumulati sin dall'inizio dell'archiviazione digitale. Per utilizzare e sfruttare al meglio questi dati, le aziende moderne hanno bisogno sempre di più memoria e capacità di elaborazione. La corsa verso questo traguardo è stata veloce e competitiva, e ha giocato a favore dell'IoT in termini di rilevanza e applicabilità.
- **Tecnologia dei Big Data:** a partire degli anni '80, i dati generati nel mondo, così come la tecnologia informatica necessaria per memorizzarli, sono cresciuti in modo esponenziale. I progressi compiuti a livello di database e strumenti di analisi hanno permesso di elaborare in tempo reale l'enorme mole di dati prodotti da dispositivi IoT.
- **AI e machine learning:** queste tecnologie offrono la capacità non solo di gestire ed elaborare grande quantità di dati IoT, ma anche di analizzarli e trarne insegnamento. Quanto più vasti e diversificati saranno i set di dati, tanto più robusti e accurati saranno gli insight e l'intelligenza che l'analisi avanzata supportata dall'AI potrà fornire. L'ascesa dei dispositivi IoT si spiega anche e soprattutto con i passi avanti compiuti dall'intelligenza artificiale e dalla bramosia di quest'ultima per i dati da essi generati.
- **Cloud computing:** proprio come la connettività era parte integrante dello sviluppo dell'internet of things, anche l'ascesa del cloud computing è stata strettamente legata alla sua evoluzione. Con la capacità di fornire potenza di

elaborazione e archiviazione di volumi elevati su richiesta, i servizi IoT cloud hanno aperto la strada ai dispositivi IoT per raccogliere e trasmettere insieme di dati sempre più grandi e complessi.

L'internet of things si basa su dei dispositivi, come i sensori, che hanno la capacità di catturare dati. Quest'ultimi saranno poi raccolti e analizzati per rendere più consapevoli le nostre azioni e le nostre decisioni future, o per automatizzarle. Questo processo si articola in più punti: acquisizione, condivisione, elaborazione dei dati e, infine, agire in base a tali dati.

I sensori cattureranno i dati dall'ambiente e, sfruttando le connessioni di rete esistenti, inviano questi dati a un sistema cloud o ad un altro dispositivo oppure li archiviano direttamente. A questo punto il software incaricato svolgerà delle azioni in base ai dati ricevuti e successivamente, i dati accumulati verranno analizzati e trasformati in potenti insight importantissimi per l'azienda.

Come detto precedentemente, le reti IoT trovano impiego principalmente in azienda e, poi, con il passare degli anni, farà sempre di più parte della vita quotidiana di ognuno di noi.

In una smart factory, i sensori possono rilevare e persino prevedere problemi meccanici per far funzionare le cose senza intoppi. Inoltre, possono raccogliere e analizzare i dati operativi per individuare i flussi di lavoro e i processi più rapidi ed efficienti, che possono essere automatizzati tramite un sistema centrale. Nelle supply chain, le soluzioni IoT aiutano a snellire le operazioni dall'inizio alla fine.

Per concludere, si può dire che l'IoT è quella piattaforma essenziale e necessaria con la quale l'industria 4.0 andrà avanti. Infatti, con l'internet delle cose, il mondo dell'elettronica e quello dell'informazione finalmente si fonderanno, andando ad ottimizzare tutto il sistema aziendale.

2.1.7 Sistemi d'integrazione orizzontale e verticale

Per soddisfare il paradigma Industry 4.0 è necessario rispondere a requisiti di produzione più complessi e impegnativi. Inoltre, è necessario operare considerando le risorse che si hanno a disposizione e quelle che possono essere razionalizzate, mentre le informazioni sui prodotti e processi di produzione devono essere disponibili in Real time. Infatti, ogni fase della produzione è influenzata dalle informazioni raccolte, elaborate e comunicate. Per soddisfare questi requisiti, dobbiamo prendere in considerazione due sistemi: i sistemi d'integrazione orizzontale e verticale.

L'integrazione orizzontale consiste nell'espansione dell'attività di impresa a prodotti, servizi, tecnologie produttive, politiche di mercato, processi, fasi di lavorazione e know-how che sono diversi ma complementari alla filiera tecnologica-produttiva in cui

l'impresa opera. Da un punto di vista operativo, un'impresa integrata orizzontalmente basa la propria attività attorno alla core-competence di cui dispone e stabilisce partnership con altre aziende per costruire una catena del valore end-to-end, ovvero una catena completa che comincia con i fornitori e termina con i clienti finali. L'integrazione orizzontale prevede reti connesse di Cyber Physical System che portano elevati livelli di automazione, flessibilità, agilità, capacità lavorativa nei processi di produzione lungo tutta la supply chain. Per perseguire l'integrazione orizzontale ed implementare gli strumenti dell'industria 4.0 è necessario che tutti i protagonisti della stessa supply chain siano disposti a collaborare. Infatti, la digitalizzazione della catena del valore orizzontale comprende tutti i partner esterni. L'obiettivo finale è quello di implementare un processo di trasformazione digitale che trasformi i tradizionali sistemi di produzione in sistemi di produzione che sfruttino soluzioni intelligenti all'interno della smart factory. Generalmente, l'integrazione orizzontale si sviluppa su più livelli:

- All'interno dello stesso impianto di produzione: le macchine e le unità di produzione sono sempre connesse fra di loro comunicando costantemente il loro stato di performance. L'obiettivo finale è quello di ottenere una linea di produzione interconnessa in grado di rispondere adeguatamente allo stato di ogni macchina per aumentare l'efficienza riducendo i tempi di fermo attraverso la manutenzione predittiva.
- Tra più impianti di produzione: i dati delle strutture di produzione della stessa azienda vengono condivisi, ottenendo una risposta molto più rapida ed efficiente nel momento in cui avvengono dei cambiamenti di produzione.
- Attraverso l'intera supply chain: l'industria 4.0 promuove la trasparenza dei dati e altri livelli di collaborazione automatizzata tra la catena di approvvigionamento a monte e la catena di logistica a valle.

Invece, l'integrazione verticale consiste nell'internalizzazione di tutte le fasi di un processo produttivo necessario per la produzione di un prodotto finito anche attraverso l'acquisizione di aziende che mettono in campo nuove competenze per ridurre i costi di produzione e rispondere più rapidamente alle nuove opportunità di mercato. Un'azienda integrata verticalmente, quindi, mantiene al proprio interno l'intera supply chain, partendo dallo sviluppo e progettazione del prodotto e seguendo con la produzione, marketing, vendita e distribuzione. L'integrazione verticale consente di collegare tutti i livelli logici all'interno della fabbrica, dalla logistica interna fino ai servizi post-vendita. Tutto ciò grazie alla presenza di dati che fluiscono da un livello all'altro in modo che le decisioni strategiche possano essere guidate dai dati. Nella pratica, l'integrazione verticale si intende l'integrazione delle tecnologie che permettono la comunicazione tra macchine e apparecchiature della fabbrica. Ad esempio, se le macchine della linea di produzione fossero completamente integrate, queste sarebbero capaci di adattarsi ai segnali comunicati dalle macchine a monte e a

valle della linea produttiva di cui fanno parte. L'impresa che hanno adottato tecnologie 4.0 e che sono integrate verticalmente beneficiano di un vantaggio competitivo che può essere spiegato attraverso i seguenti motivi:

- Disponibilità di tutti i dati sulla produzione e sulla catena di fornitura;
- Gestione efficace dei dati in tempo reale;
- Indirizzi IP individuali per tutti i componenti dell'impianto di produzione;
- Automazione totale delle fasi produttive;
- Misurazione continua di tutti i parametri del processo produttivo.

Tutto ciò porta a notevoli aumenti delle prestazioni a livello di impianto e una risposta più efficace ai cambiamenti continui nel mercato.

Per completare un processo di integrazione, che sia verticale o orizzontale, un'impresa dovrà superare diversi ostacoli di questo tipo:

- Abbattimento di sistemi isolati e indipendenti: in particolare nell'area di produzione, vengono utilizzate delle macchine provenienti da diversi fornitori e quindi, queste macchine, utilizzeranno dei protocolli di comunicazione diversi. In questo caso, l'obiettivo è quello di installare una meta-rete che risolva queste differenze di comunicazione.
- Privacy: per ottenere una completa integrazione orizzontale, la condivisione di dati sensibili con i propri partner sarà necessaria in quanto consente un livello di flessibilità e di efficienza molto più alto. D'altro canto, però, la condivisione di dati dovrà essere sicura.
- Scalabilità dei sistemi e dell'infrastruttura IT: l'integrazione verticale e orizzontale comporta un aumento del volume e delle velocità di trasmissione dei dati, quindi, nella maggior parte dei casi, l'azienda dovrà modificare radicalmente le proprie infrastrutture IT per supportare la propria transizione verso il digitale.
- Necessità di coordinamento: per utilizzare al massimo le capacità ottenute dall'integrazione verticale e orizzontale, ogni azienda dovrà installare un software che coordini tutte le informazioni possedute dall'azienda stessa.

2.1.8 Simulazione tra macchine interconnesse

La simulazione numerica è uno strumento sperimentale molto potente, utilizzato in diversi ambiti scientifici e tecnologici grazie al quale è possibile superare le difficoltà o le impossibilità che si affrontano in un laboratorio reale. Queste difficoltà si riconducono alla riproduzione fisica del sistema in analisi. Quindi, questa tecnologia è simile ad un laboratorio virtuale che consente l'abbattimento di costi di studio del prodotto realizzato in laboratori reali. In fase di progettazione, viene già utilizzata la simulazione 3D di materiali, prodotti e processi produttivi.

L'avvento delle tecnologie 4.0 e la digitalizzazione di sistemi e impianti industriali sta accelerando lo sviluppo di sistemi simulativi che permettano analisi predittive del comportamento di sistemi, macchine e impianti. I sistemi di cui stiamo parlando integrano tecniche di intelligenza artificiale, per la gestione dei big data e tecnologie per presentazione dei dati attraverso sistemi e interfacce a supporto delle decisioni dell'utente.

Queste simulazioni utilizzano dati in tempo reale per rispecchiare il mondo fisico in un modello virtuale (digital twin), che può includere macchine, prodotti e persone: ogni oggetto fisico ha una sua copia virtuale e i dati raccolti dall'oggetto fisico possono essere comparati con quelli della coppia virtuale per identificare problemi di performance e prevedere soluzioni preventive e di ottimizzazione prima del passaggio fisico.

Grazie all'utilizzo di questa tecnologia abilitante, sarà possibile per le aziende:

- Abbattere tempi e costi legati alla progettazione;
- Gestire il know-how aziendale, usando la simulazione per fare esperienza e gestendone i risultati in modo che diventino un patrimonio riutilizzabile;
- Mantenere un vantaggio competitivo sostenibile nel tempo innovando costantemente e riducendo nello stesso tempo i rischi relativi al fare innovazione.

La simulazione è una delle tecnologie più utilizzate e diffuse nelle aziende italiane e potrà essere utilizzata in diversi modi. Attraverso un sistema di simulazione, possiamo verificare il funzionamento dei processi e ottimizzarli in modo da ridurre sprechi, tempi morti e malfunzionamenti. Può essere utilizzato come strumento che monitora in Real time il flusso di materiali e utensili di un reparto o dell'intera fabbrica, e infine, anche come sistema che simuli ambienti industriali per ottimizzare i processi di lavoro, per capire quali siano le situazioni di rischio o per addestrare i propri dipendenti a gestire e interagire con lo spazio di lavoro.

2.1.9 Robot autonomi

Lo sviluppo dell'industria 4.0 ha notevolmente diffuso l'impiego di sistemi di automazione robotica industriale, anche in aziende di dimensioni ridotte. Gli attori principali dei sistemi di automazione robotica industriale sono i robot autonomi. I robot autonomi sono dei dispositivi intelligenti che hanno la capacità di spostarsi in completa autonomia all'interno di spazi limitati, riuscendo ad eseguire alcune attività che, normalmente, spetterebbero ad un operatore umano, come l'evasione di ordini o il trasporto di merci. L'autonomia di spostamento è dovuta all'installazione di sensori, software di mappatura digitale e di intelligenza artificiale, che permettono al robot non

solo di fargli conoscere la sua posizione nello spazio, ma anche le prossime azioni da compiere e i percorsi che deve seguire.

Questi robot, chiamati Autonomous Mobile Robots (AMR), hanno la capacità di connettersi in modalità wireless con gli altri sistemi che si trovano all'interno della fabbrica: ciò permette l'interconnessione con le altre macchine.

La tecnologia alla base degli AMR è il sistema di mappatura che hanno a bordo. Questo è un software che definisce il tragitto di un robot man mano che si sposta da un punto all'altro del magazzino. Come risultato, gli AMR riescono ad essere autonomi grazie alle informazioni che ricevono durante il tragitto, permettendo in tempo reale di cambiare rotta se sono presenti ostacoli o persone. Questi tipi di robot sono ideali da utilizzare in linee di produzione dove ci sono modifiche quotidiane essendo loro altamente flessibili.

Le caratteristiche che un AMR fornisce si sposano perfettamente coi principi dell'industria 4.0. I robot autonomi sono facilmente implementabili in tutti quei settori che necessitano movimentazione interna: si va dall'industria dell'automotive a quella della logistica, nel reparto produzione allo stoccaggio in magazzino.

Nell'implementazione di processi robotici automatizzati ci sono notevoli vantaggi:

- Il personale può dedicare più tempo ad attività che hanno un maggiore impatto sull'azienda.
- Lo spostamento di oggetti o materiale particolarmente pesante o tossico può essere affidato ai robot e ai processi automatizzati.
- I robot vengono inseriti in ambienti pericolosi per l'uomo, ad esempio, evitando il contatto tra componenti elettriche e materiali dannosi.
- Si riduce il rischio di svisse ed errori. Le attività ripetitive vengono svolte nello stesso modo, quotidianamente. È possibile stabilire con certezza quando avranno luogo processi, test, aggiornamenti e flussi di lavoro, quanto dureranno e quanto uniformi saranno i risultati.
- Si aumenta la produttività aziendale grazie all'utilizzo costante e instancabile dell'automazione robotica, accorciando i tempi di produzione.

2.2 Effetti dell'industria 4.0 sul lavoro dell'uomo

Come definito precedentemente, l'industria 4.0 è conosciuta anche come quarta rivoluzione industriale, perché, come le precedenti, porterà cambiamenti radicali nel modo di vivere e, soprattutto, nel modo di lavorare. Infatti, come ogni rivoluzione sarà accompagnata da una trasformazione della forza lavoro.

Le aziende, adottando l'industria 4.0, otterranno diversi miglioramenti riguardo la competitività e la produttività. Inoltre, man mano che la produzione diventi sempre più

ad alta intensità di capitale, i vantaggi del costo del lavoro delle tradizionali aree geografiche a basso costo diventeranno sempre più bassi e quindi l'idea di riportare a casa gli impianti di produzione sarà sempre più attraente. Quindi, l'industria 4.0 consentirà alle aziende di creare nuovi posti di lavoro anche grazie alla maggiore domanda e all'introduzione di nuovi prodotti e servizi.

Questo scenario positivo va in contrasto con quello che è successo nelle altre rivoluzioni industriali. Infatti, prendendo in considerazione un'area molto sviluppata come la Germania, ci si accorge che durante la terza rivoluzione industriale, con l'avvento dell'automazione, nelle aziende manifatturiere si è ottenuto una diminuzione dei posti di lavoro pari al 18% della manifattura tedesca mentre il volume di produzione è aumentato.

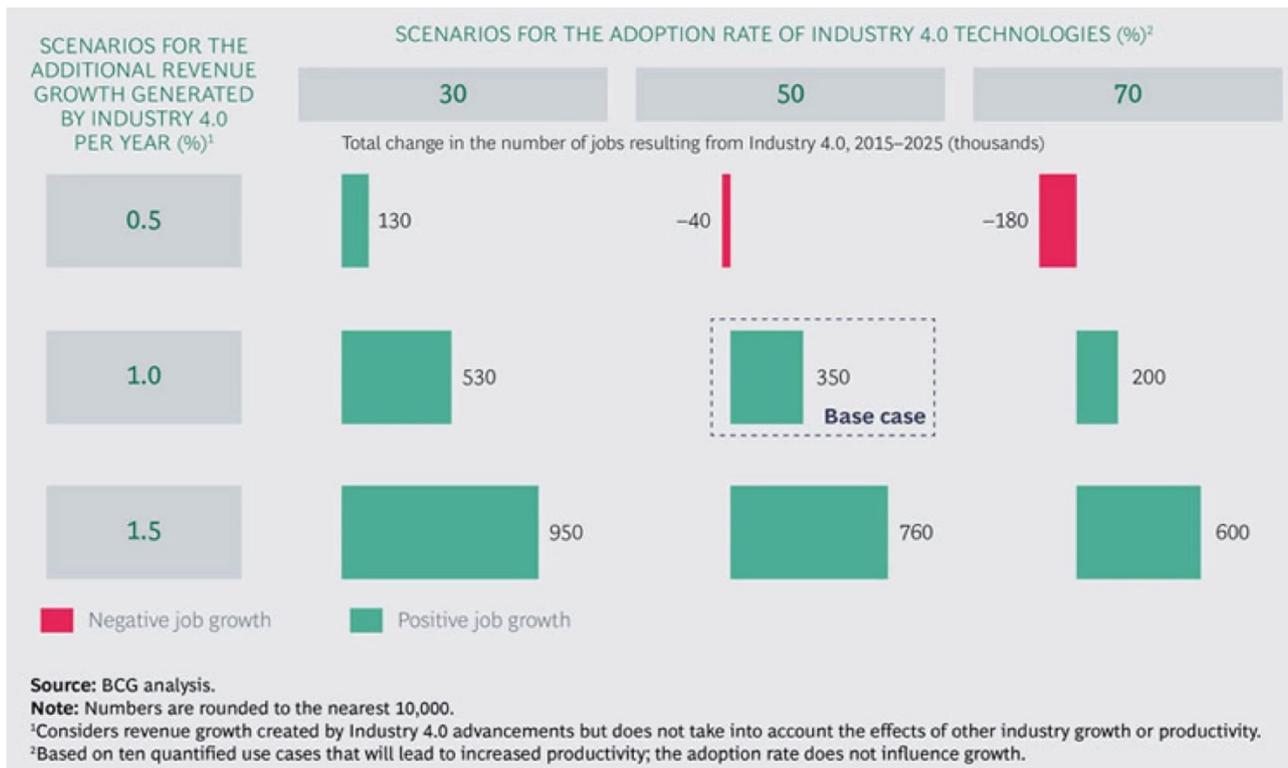
Quindi, nella rivoluzione precedente, l'avvento delle nuove tecnologie ha portato ad un aumento della produzione ma ad una diminuzione dei posti di lavoro. Invece, la rivoluzione in atto ha come obiettivo quello di ottenere una sinergia tra uomo e tecnologie che aumenti i posti di lavoro, migliori le condizioni lavorative dei dipendenti e che ottimizzi la produzione.

La Boston Consulting Group, in uno dei loro rapporti, hanno esaminato come cambierà il panorama lavorativo in Germania con l'adozione delle tecnologie dell'industria 4.0.

Hanno preso in considerazione dieci casi d'uso nella quale hanno illustrato l'andamento dei posti di lavoro in base all'utilizzo di nuove tecnologie. Se si prende come esempio, la produzione di plastica assistita da robot, queste macchine automatizzate saranno simili agli umani per dimensioni e potranno essere addestrati molto facilmente. L'utilizzo di tali tecnologie porterà ad una conseguente diminuzione dei lavori manuali di assemblaggio e di produzione, ma creeranno nuovi lavori riguardanti il coordinamento dei robot.

Questo esempio fa capire che durante la quarta rivoluzione industriale si otterrà, non tanto una diminuzione dei posti di lavoro, ma bensì una trasformazione dei compiti che i lavoratori dovranno svolgere.

Gli esperti, per stimare l'influenza dell'industria 4.0 sull'evoluzione del lavoro, hanno preso in considerazione due variabili: la crescita generata da questi processi tecnologici e il tasso d'adozione.



La crescita generata può avvenire prendendo una o più delle seguenti rotte:

- Adozione di linee di produzione, robotica e stampa 3D più flessibili per offrire prodotti più personalizzati.
- Implementazione di modelli di business innovativi per attingere a nuovi mercati.
- Distribuzione della realtà aumentata sul campo per espandere il servizio post-vendita e sviluppare nuovi servizi.

In tutti gli scenari, il tasso di adozione dei progressi tecnologici porterà a significativi guadagni di produttività, riducendo così il numero di dipendenti necessari per raggiungere un determinato livello di produzione. Inoltre, nonostante la riduzione dei posti di lavoro, il livello di cooperazione tra macchine e dipendenti aumenterà.

Analizzando il grafico elaborato dalla Boston Consulting Group, lo scenario base dell'industria tedesca (hanno preso in considerazione l'industria tedesca in quanto è una delle più sviluppate sotto il punto di vista dell'industria 4.0) sarebbe quello in cui si avrà un tasso di adozione del 50% e una crescita aggiuntiva annua dovuta all'industria 4.0 del 1%. In questo caso, l'adozione dell'industria 4.0 porta ad un aumento del 5% dei posti di lavoro all'interno delle imprese manifatturiere prese in considerazione. L'avvento di nuove tecnologie, o meglio, di un nuovo modo di utilizzare tecnologie già presenti ha rivoluzionato interamente il mondo lavorativo.

Infatti, nei prossimi anni si avrà una crescita della domanda di alcuni lavori e un calo della domanda di altre tipologie di lavoro. Ad esempio, un maggiore utilizzo dell'informatica e della robotica porterà inevitabilmente ad una riduzione dei posti di lavoro nell'assemblaggio e nella produzione. Questi posti di lavoro però, non verranno soltanto ridotti, infatti, una tale riduzione porterà ad un conseguente aumento in un altro ambito. In questo caso, avremo un aumento della domanda di dipendenti con competenze nell'IT, nello sviluppo software e nella progettazione di interfacce umane.

Quindi, secondo la Boston Consulting Group, si prevede una diminuzione della domanda per i lavoratori che svolgeranno compiti semplici e ripetitivi essendo delle attività che possono essere standardizzate ed eseguite dalle macchine. La maggior parte delle perdite dei posti di lavoro raggiungerà il 4% nella produzione, il 7% nella manutenzione e l'8% nel controllo qualità. Però, se da una parte abbiamo questo calo, dall'altra abbiamo dei vantaggi riguardanti l'implementazione di nuovi modelli di business che promuoveranno la creazione di nuovi posti di lavoro in altre attività.

Alcuni esperti, però, si oppongono all'idea che tutti i lavori di produzione possano essere automatizzati. Infatti, secondo alcuni, l'automazione completa non è realistica e la tecnologia aumenterà principalmente la produttività attraverso sistemi di assistenza fisica e digitale non andando a sostituire completamente il lavoro umano. Infatti, le tecnologie potrebbero essere utilizzate per diminuire il numero di lavori fisicamente impegnativi o di routine, mentre il numero di lavori che richiedono risposte flessibili, problem-solving e personalizzazione aumenteranno.

Questa serie di cambiamenti, portano inevitabilmente anche ad una trasformazione del dipendente-tipo all'interno della fabbrica. Infatti, con l'avvento di queste tecnologie, i lavoratori dovranno combinare le skill che ogni classico dipendente dovrà avere con competenze IT e relative all'utilizzo delle nuove tecnologie. Quindi, i dipendenti dell'industria 4.0 dovranno essere ancora più aperti al cambiamento, possedere una maggiore flessibilità per adattarsi a nuovi ruoli e ambienti di lavoro, e abituarsi all'apprendimento interdisciplinare.

2.3 Piano nazionale industria 4.0

Sull'esempio di quanto è successo in Germania, in molti altri paesi occidentali, nei mesi successivi al 2012, sono stati proposti piani simili a quello tedesco, segnando, di fatto, l'inizio della quarta rivoluzione industriale. Negli anni successivi al 2012, in maniera quasi contemporanea, grazie anche alla globalizzazione, diversi Stati vararono dei piani che incentivano la transizione al 4.0.

In USA è stato proposto il "Manufacturing USA", ovvero un piano che si basa su una rete di istituti e centri di ricerca di eccellenza atti alla diffusione delle competenze 4.0. Il piano è stato promosso dal governo e finanziato da partnership pubblico-private.

In Francia, invece, è stato proposto il "Industrie du futur", un piano di reindustrializzazione e di investimento in tecnologie 4.0 guidato dal governo.

Anche in Italia, nel 2016, è stato lanciato un piano che incentivasse le aziende italiane ad acquisire tutte le tecnologie necessarie per rendere la propria azienda, un'azienda 4.0. Il piano nazionale industria 4.0 prevede un investimento da parte del governo pari a 15 miliardi di euro, ossia una somma molto importante che fa capire come ogni governo occidentale supporti la transizione verso la quarta rivoluzione industriale.

Il piano nazionale industria 4.0 è stato lanciato e promosso dal governo Renzi il 21 settembre del 2016. Il piano si concentra sulla pesante defiscalizzazione di tutte quelle azioni che portano ad automazione, digitalizzazione e interconnessione all'interno delle fabbriche. Nel documento pubblicato dal governo, il ministro Calenda ha elencato una serie di macchinari e tecnologie che dovranno rientrare in una fabbrica nei prossimi anni e per le quali si avranno pesanti sgravi fiscali. Le tecnologie presenti nella presentazione sono:

- Robot collaborativi interconnessi e rapidamente programmabili;
- Simulazione tra macchine interconnesse per ottimizzare i processi;
- Integrazioni delle informazioni lungo la catena del valore dal fornitore al consumatore;
- Realtà aumentata a supporto dei lavoratori e dei processi;
- Stampanti 3D connesse a software di sviluppo digitali;
- Comunicazione multidirezionale tra processi produttivi e prodotti;
- Analisi di big data per ottimizzare prodotti e processi produttivi;
- Sicurezza durante le operazioni di rete;

Le tecnologie definite dal piano del governo italiano per la transizione al 4.0, rimandano rapidamente ai pilastri dell'industria 4.0. Infatti, si ritorna inevitabilmente a parlare di stampa 3D, big data, realtà aumentata e IoT.

Secondo il governo italiano, la fabbrica del futuro sarà caratterizzata da un complesso ecosistema di tecnologie connesse fra di loro, in grado di autoadattarsi alla produzione e alla richiesta del mercato. Quindi, grazie a queste nuove tecnologie e alla loro interconnessione, si possono ottenere dei miglioramenti all'interno del ciclo produttivo:

- Maggior flessibilità attraverso la produzione di piccoli lotti ai costi della grande scala.
- Maggior velocità dal prototipo alla produzione in serie attraverso tecnologie innovative.
- Maggior produttività attraverso minori set-up, riduzione errori e fermi macchina.
- Miglior qualità e minori scarti mediante sensori che monitorano la produzione in tempo reale.
- Maggior competitività del prodotto grazie a maggiori funzionalità derivanti dall'internet delle cose (IoT).

Tutti questi vantaggi derivano dall'utilizzo di tecnologie 4.0. Ad esempio, la maggior produttività deriva dall'utilizzo di una serie di queste tecnologie. Infatti, attraverso la manutenzione predittiva e l'intelligenza artificiale si può ottenere una stima molto accurata di quando il macchinario può cominciare ad avere dei problemi. Quindi, attraverso queste analisi possiamo fare manutenzione anticipando il guasto.

Uno degli strumenti utilizzati dal governo per incentivare la transizione al 4.0 è stato l'iper ammortamento. L'iper ammortamento è uno sgravio fiscale che prevede la possibilità di maggiorare il costo di acquisto dei beni materiali strumentali nuovi in misura rafforzata del 150%, su cui si può ottenere un risparmio di imposta IRES del 36%. Nel 2017, 7607 imprese italiane hanno beneficiato dell'iper ammortamento investendo in media circa mezzo milione di euro. Questo ha portato ad effetti importanti sulla digitalizzazione e sull'occupazione.

Infatti, per quanto riguarda l'occupazione, tra il 2016 e il 2019 le assunzioni hanno avuto un aumento del 7%, e la maggior parte di queste riguardano lavoratori "blue collar" e under 35. Per lavoratori blue collar s'intendono quei dipendenti in grado di utilizzare, monitorare e mantenere macchinari e attrezzature.

Invece, per quanto riguardano gli effetti sulla digitalizzazione, ad ogni impresa è stata assegnata una classe di maturità digitale alta, media, bassa o nulla in base alla presenza di forza lavoro con competenze ICT, all'esistenza di un'infrastruttura digitale e in base a conoscenze acquisite nell'uso di tecnologie ADP (advanced digital production). Prima del 2017, soltanto il 20% delle aziende italiane avevano investito in alcune tecnologie ADP. I beneficiari dell'iper ammortamento si concentrano nelle classi di maturità "bassa" e "nulla", quindi si può dire che la maggior parte delle imprese che

hanno investito in tecnologie ADP incentivate nel 2017 non l'avevano mai fatto prima di quell'anno.

Dopo aver analizzato questi dati, possiamo arrivare a diverse conclusioni:

- L'iper ammortamento del 2017 è stato un mezzo efficace per sostenere la trasformazione tecnologica digitale del sistema produttivo italiano.
- I risultati indicano forti e persistenti effetti positivi sull'occupazione indotti dagli investimenti, che beneficiano in particolare i giovani.
- Non sono state osservate evidenze di effetti di displacement dell'occupazione a livello di impresa, associati all'acquisto di macchinari e attrezzature avanzate, incentivate dall'iper ammortamento.

Dopo aver descritto il piano con il quale il governo italiano incentiva le aziende ad attuare questa transizione, si può concludere dicendo che l'industria 4.0 non sarà uno strumento inglobato dall'azienda ma bensì un ambiente digitale nella quale la fabbrica e l'azienda vengono inglobati.

CAPITOLO 3

3 INDUSTRIA 4.0: CASO FILENI

3.1 Introduzione all'azienda

3.1.1 Storia e obiettivi

La storia di Fileni è quella di un'azienda italiana a conduzione familiare, nata fra le campagne marchigiane, oggi riconosciuta come uno dei principali brand nazionali nel settore delle carni avicole e primo produttore in Italia da agricoltura biologica.

L'azienda nasce nel 1965, quando Giovanni Fileni inizia ad allevare animali da cortile nelle campagne di Monsano ed un anno dopo, costruisce il primo capannone per l'allevamento di 5.000 polli da vendere porta a porta alle famiglie della Vallesina. Nel 1967 apre il primo negozio di vendita diretta di polli a Jesi che, nel giro di 8 anni, diventano 48. I capannoni di allevamento, invece, arrivano a 15, per un totale di 21.000 metri quadrati. In questi anni cominciarono anche la commercializzazione di prodotti pronti, per incontrare le nuove esigenze di consumo delle famiglie italiane, frutto delle trasformazioni sociali in corso in quegli anni.

Nel 1989 s'intuì i vantaggi legati al passaggio dalla commercializzazione al dettaglio alla grande distribuzione e quindi vennero chiusi la catena di negozi e si costruì uno stabilimento per prodotti pronti a Cingoli.

All'inizio del XXI secolo, per la prima volta si raggiunge l'obiettivo di una filiera completa. Nasce la filiera biologica, frutto di un modo di allevare del tutto fuori dagli schemi, destinato a fare la differenza per la salute e il benessere animale e per la qualità dei prodotti.

Nel 2008 Fileni fa un ulteriore passo importante per la propria espansione avviando la produzione nel nuovo stabilimento di Castelplanio, in cui mette a punto l'innovativo sistema di cottura senza friggitrice. Attraverso una lunga esperienza, l'azienda oggi vanta un'offerta che include non solo carne di pollo, ma anche tacchino, suino, bovino e coniglio e vari elaborati e preparati anche senza glutine.

Dopo aver sperimentato la produzione biologica fin dagli anni Novanta e averla effettuata per altri marchi, nel 2014 Fileni lancia sul mercato la linea Fileni BIO, la prima linea di carni biologiche in Italia. Una gamma caratterizzata da qualità, rispetto per la natura e attenzione al benessere degli animali.

L'anno 2021 rappresenta un momento di consapevolezza nel percorso verso la sostenibilità e verso l'attenzione ai territori e alle comunità, aggiungendo un'altra tappa con la trasformazione della loro forma giuridica in Società Benefit e la compensazione di tutte le emissioni dirette di Fileni. Nello stesso anno, l'Azienda ha preso parte e firmato il Climate Pledge, sostenendo l'obiettivo di azzerare le emissioni nette totali entro il 2040, con dieci anni di anticipo rispetto all'Accordo di Parigi. Inoltre, nel 2021

Fileni diventa la prima azienda italiana a impegnarsi a rispettare i criteri dello European Chicken Commitment (ECC), una serie di standard concordati a livello europeo riguardanti il benessere animale per alcuni dei propri prodotti.

Ad ulteriore dimostrazione della propria capacità innovativa, Fileni ha messo a punto l'acquisizione della filiera Tedaldi, specializzata nel business degli ovoprodotti ed ha ampliato la propria presenza all'interno della società Bioalleva, specializzata nella produzione di carni rosse biologiche.

Il 2022 è stato un anno che ha portato con sé grandi traguardi per Fileni, primo fra tutti l'ottenimento della certificazione B corp, prima azienda al mondo a conseguirla nel settore della carne. Questo aspetto è molto importante perché essere un'azienda B corp significa essere in grado di misurare secondo rigorosi standard i propri progressi in termini di sostenibilità ambientale e sociale.

Negli ultimi anni, il gruppo Fileni ha migliorato i propri numeri riguardanti l'aspetto economico e sociale. Infatti, uno degli obiettivi principali dell'azienda riguarda la sostenibilità.

Nel 2021 Fileni ha pubblicato il Manifesto di Sostenibilità, in cui si descrive l'impegno del Gruppo per difendere il futuro degli stakeholder, generando un impatto positivo tramite le proprie attività. Lo scopo di questo Manifesto è coinvolgere quanti più sostenitori possibili, per poter concretamente generare un moto di cambiamento che abbia le basi all'interno dell'azienda.

In questo manifesto vengono definiti inoltre il purpose, la vision e la mission del gruppo. Per purpose s'intende la capacità dell'azienda di distinguersi sul mercato generando valore di lungo termine per tutti i portatori d'interesse; la vision definisce i pochi ma importanti obiettivi di lungo periodo da raggiungere e si basa sui valori, le aspirazioni e gli ideali che l'impresa dovrà seguire in futuro, tenendo conto dell'andamento generale del mercato e dell'interpretazione di lungo periodo del ruolo dell'azienda nel contesto economico e sociale; invece, per mission s'intende lo scopo ultimo, la giustificazione stessa dell'esistenza dell'impresa e al tempo stesso ciò che la contraddistingue da tutte le altre.

- *Purpose*: il gruppo Fileni crede nella cultura rigenerativa come bene comune ed è per questo che lavorano per trasmettere alle nuove generazioni la bellezza della vocazione agricola e l'urgenza di rigenerare la terra.
- *Vision*: Realizzare un modello di filiera rigenerativa, aperta e replicabile, perché realtà imprenditoriali responsabili si diffondano e, insieme al gruppo Fileni, creino prosperità e bellezza per il territorio e per le comunità.
- *Mission*: Ogni persona della filiera lavora, con orgoglio, per diventare il punto di riferimento in Europa per le proteine biologiche, tutelando il benessere animale e orientando stili di vita sempre più sostenibili.

3.1.2 Ciclo produttivo e la filiera Fileni

L'obiettivo del gruppo Fileni è di avere il massimo controllo su tutto il ciclo produttivo: dalla produzione dei mangimi fino al confezionamento dei prodotti, passando per l'utilizzo delle tecniche di allevamento più innovative.

I laboratori chimici e microbiologici lavorano fianco a fianco per garantire ai consumatori tutte le garanzie che meritano. In particolare, poi, nell'ambito della produzione biologica, tali impegni diventano ancora più stringenti per assicurare prodotti certificati di eccellenza con criteri di salubrità, nel rispetto dei cicli della natura. L'allevamento biologico, infatti, assicura benessere agli animali, non alterando gli equilibri ambientali e salvaguardando la salute delle persone.

La filiera Fileni avicola è costituita dalle seguenti strutture dove avverranno le seguenti diverse fasi:

- *Riproduttori e incubatori*: viene garantita una riproduzione totalmente naturale. Le uova fecondate verranno inviate agli incubatoi dove resteranno per circa 3 settimane in un ambiente controllato, per favorire il corretto sviluppo dell'embrione.
- *Mangimifici*: due mangimifici, in cui vengono prodotti e stoccati tutti gli alimenti che assicurano ai polli il corretto apporto di sostanze nutritive.
- *Allevamenti*: ci sono 297 allevamenti dislocati principalmente nel Centro Italia che garantiscono le cinque libertà degli animali, ovvero la libertà dalla sete, dalla fame e dalla cattiva nutrizione, la libertà di avere un ambiente fisico adeguato, la libertà dal dolore, dalle ferite e dalle malattie, la libertà di manifestare le caratteristiche comportamentali e la libertà dalla paura e dal disagio.
- *Trasformazione*: ci sono due impianti di macellazione e lavorazione che si trovano a Cingoli e Castelplanio, nelle Marche.
- *Distribuzione*: la produzione è collegata direttamente agli ordini ricevuti dai clienti così da produrre solo la quantità di alimenti che effettivamente saranno venduti. Inoltre, conferisce la produzione alla grande distribuzione organizzata e anche alle singole macellerie.

All'interno dei due impianti di macellazione e lavorazione di Cingoli e Castelplanio sono presenti decine di macchinari che ci consente di arrivare alla realizzazione dei prodotti finiti imballati.

Da alcuni anni, anche grazie agli incentivi dello Stato italiano, il gruppo Fileni cerca di stare al passo coi tempi rendendo tutti questi macchinari, dei beni 4.0, ovvero delle macchine che possano essere interconnesse fra di loro consentendo così l'ottenimento di dati utili per il miglioramento della produzione e il facilitamento delle attività produttive. Di tutto ciò ne parleremo più nello specifico nei prossimi paragrafi.

3.1.3 Aspetto economico e sociale del gruppo Fileni

Sempre nel Manifesto della sostenibilità del 2021, il Gruppo Fileni ha parlato della propria crescita economica e come questa ha portato benefici a tutti i lavoratori.

L'andamento dell'esercizio 2021, nonostante il condizionamento della pandemia, è stato contraddistinto da un importante incremento del volume d'affari (+20%). Tale incremento è dovuto in parte alle due acquisizioni avvenute nel corso dell'anno (Tedaldi S.r.l. e Biolleva S.r.l.), che hanno contribuito a circa un +9% del valore della produzione. La restante parte è legata alla crescita organica, che si traduce in un incremento dell'11%.

Il fatturato netto del gruppo 2021 si attesta a circa 511 milioni di euro, con un aumento di circa 79 milioni di euro rispetto all'esercizio precedente: 37 milioni di euro sono legati all'ampliamento del perimetro di consolidamento e circa 42 milioni di euro alla crescita organica.

Il margine operativo lordo per l'anno 2021 si attesta a circa 24 milioni di euro, in riduzione di circa 3 milioni di euro rispetto all'esercizio precedente; tale variazione è legata agli effetti dell'incremento delle materie prime che ha caratterizzato il 2021. Tuttavia, il gruppo, ha mantenuto adeguati livelli di Margine Operativo Lordo attraverso la crescita e il posizionamento sul segmento dei prodotti ad alto valore, associato alle continue attività e agli investimenti volti al miglioramento dell'efficienza della filiera.

Fileni presenta infine un patrimonio netto in costante crescita negli anni (oltre 50 milioni di euro nel periodo analizzato, senza aver fatto ricorso ad operazioni sul capitale).

In termini di Posizione Finanziaria Netta, questa si è mantenuta sotto controllo e riflette la realizzazione del corposo Piano di Investimenti. Si precisa che il fatturato di Filiera, considerando l'apporto della cooperativa Carnj, ammonta a 531 milioni di euro e un Ebitda di 31 milioni di euro.

Dopo tutto ciò dovremmo parlare del valore economico direttamente generato e distribuito. Il valore economico direttamente generato e distribuito è frutto di una riclassificazione del conto economico che mostra come il valore creato venga ridistribuito ai propri stakeholder. Per offrire una rappresentazione più completa della filiera Fileni si è optato di predisporre il prospetto del valore economico generato e distribuito tenendo conto anche del contributo della Carnj Società Cooperativa Agricola, la quale si occupa della fase di trasformazione all'interno della Filiera.

Nell'immagine sottostante si definisce il valore economico generato, distribuito e trattenuto dal gruppo.

	2021	2020
VALORE ECONOMICO GENERATO DAL GRUPPO	553.856.191	449.829.165
VALORE ECONOMICO DISTRIBUITO DAL GRUPPO	532.790.237	426.982.821
di cui Remunerazione dei fornitori	428.358.920	331.601.176
di cui Remunerazione del personale	70.249.125	61.714.477
di cui Remunerazione socidari	25.248.346	23.226.802
di cui Remunerazione dei finanziatori	4.014.353	4.412.680
di cui Remunerazione della Pubblica Amministrazione	2.141.255	3.209.715
di cui Remunerazione degli azionisti	2.500.000	2.500.000
di cui Remunerazione della Comunità	278.237	317.970
VALORE ECONOMICO TRATTENUTO DAL GRUPPO	21.065.954	22.846.344

Il valore economico generato nel 2021 è stato di circa 554 milioni di euro, con un incremento di circa +23% rispetto al 2020. Il 77,3% di questo valore viene trasferito ai fornitori della filiera principalmente sotto forma di acquisto di materie prime. Il 12,7% del valore economico generato rappresenta la remunerazione del personale, il 4,6% viene trasferito ai socidari e il 3,8% è trattenuto dall'azienda e comprende tutti gli utili destinati a riserve ed ammortamenti.

Tutte queste tendenze economiche positive, ha portato l'azienda a investire e ampliarsi sempre di più. Una prova di questo è l'aumento di assunzioni da parte di Fileni.

Nel corso dell'anno 2021 grazie all'incremento delle vendite e ad una precisa strategia di crescita del business, l'azienda ha potuto ampliare i propri organici, soprattutto nei reparti produttivi e logistici. Ad oggi, l'organico del gruppo Fileni conta su più di 2000 dipendenti, di cui oltre 200 nuovi assunti solo nell'ultimo anno.

Il tasso di assunzioni è aumentato del 4% rispetto all'anno precedente, passando dal 7 all' 11%.

3.2 Magazzino dinamico 4.0

Il magazzino dinamico 4.0 è il magazzino in cui tutta la produzione Fileni, sia dello stabilimento di Cingoli che di Castelplanio, immagazzina i prodotti pronti per essere distribuiti su tutto il territorio nazionale.

3.2.1 Magazzino dinamico

Ormai, in ogni realtà industriale sono presenti dei magazzini per contenere le scorte di materiali e per permettere il riassortimento dei materiali e la formazione di nuovi lotti diversi per articolo e per quantità.

Le ragioni che obbligano le aziende a creare e mantenere scorte più o meno grandi di materie prime, componenti, semilavorati e prodotti finiti sono molteplici. La maggior parte delle ragioni per il quale si mantengono delle scorte sono di natura precauzionale. Infatti, ogni azienda costruirà un proprio magazzino per smorzare irregolarità dei consumi e dei ricevimenti, per ottenere flessibilità rispetto alle variazioni del mix produttivo e alle variazioni dei volumi, per agevolare la distribuzione e i trasporti, per ovviare all'inaffidabilità degli impianti, per risolvere problemi di manodopera, per cautelarsi da fornitori non affidabili e per appianare l'inattendibilità delle previsioni della domanda.

Il magazzino deve essere perfettamente inserito nel ciclo logistico dell'azienda. L'evoluzione del mercato ha enormemente complicato il ruolo dei magazzini che varierà in base al tipo d'industria in cui ci troviamo. Però, in ogni caso non è errato affermare che la dimensione del magazzino di un'azienda dipende dai ritmi del mercato a valle e a monte, ed inoltre, il grado di automazione deve essere ben equilibrato rispetto al sistema produttivo.

I magazzini significano capitali immobilizzati, con elevati interessi passivi, soggetti anche ad un progressivo deprezzamento nel caso di deteriorabilità della merce stoccata. Pertanto le scorte di merce e di materiali devono essere limitate al minimo indispensabile, adottando un'intelligente politica degli approvvigionamenti, standardizzando al massimo le materie prime, i semilavorati e i prodotti finiti, e azzerando almeno una volta all'anno tutte le scorte di sicurezza.

I principali magazzini che si trovano in un impianto industriale sono:

- Quello delle materie prime per assicurare una riserva dei materiali grezzi nell'eventualità d'imprevisti che interrompano i rifornimenti esterni;
- Quello dei semilavorati per costituire un polmone fra successive lavorazioni aventi cadenze di produzione diverse;
- Quello dei prodotti finiti per sopperire ai ritardi della distribuzione rispetto alla produzione, e per compensare le frequenti diverse entità tra lotti economici di produzione e i lotti di spedizione.

I magazzini dei materiali grezzi e dei prodotti finiti coincidono rispettivamente con l'inizio e la fine dei cicli produttivi, pertanto dovranno avere ubicazioni nel lay-out atte a garantire un facile accesso dall'esterno dello stabilimento.

Le modalità d'immagazzinamento dipendono principalmente dalle caratteristiche del materiale da stoccare. Infatti, il sistema più adatto va scelto in base ad un'indagine di convivenza basata su fattori tecnici ed economici. Per fattori tecnici s'intendono le caratteristiche peculiari del materiale, il peso e il volume delle unità di movimentazione, la frequenza e l'entità dei prelievi e dei depositi, le esigenze di sicurezza e igiene. Invece, i fattori economici sono i costi di ammortamento del capitale da investire, i costi di manodopera, i costi di esercizio e di manutenzione.

Ogni azienda, in base alle loro necessità, sceglierà di progettare un magazzino con certe caratteristiche. Infatti, ogni centro di stoccaggio sarà descritto da diversi parametri che varieranno al variare della tipologia di magazzino scelta.

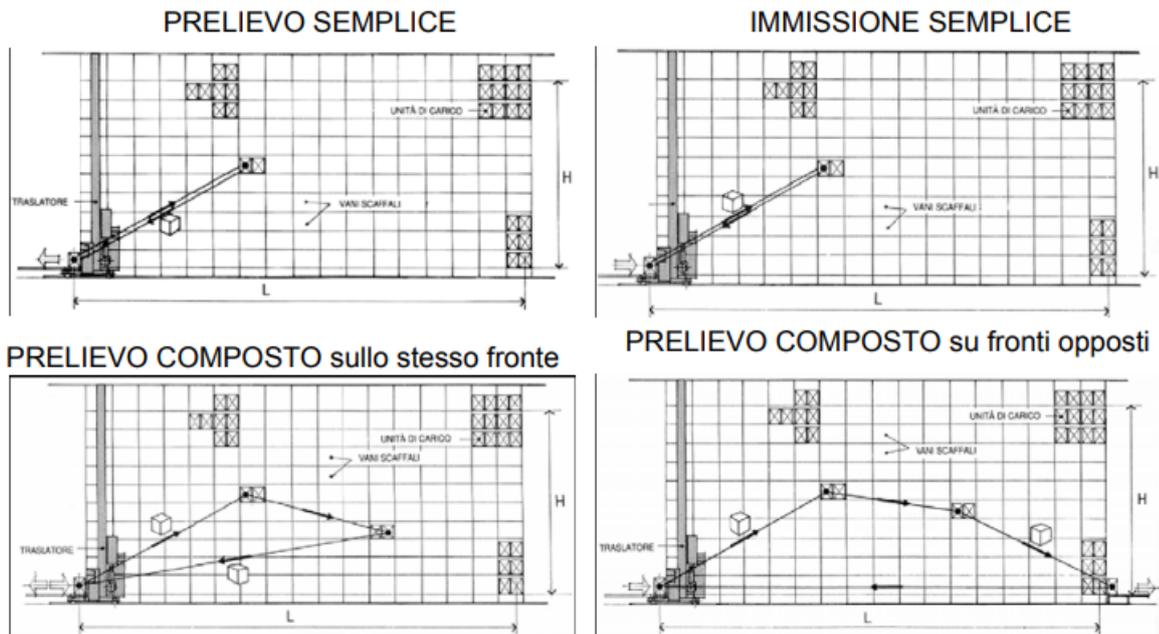
Dal momento in cui l'azienda, come il gruppo Fileni, ha come obiettivo l'automatizzazione del magazzino, si dovrà progettare un'area di stoccaggio caratterizzata dalla presenza di strumenti/oggetti in grado di trasportare automaticamente i carichi e stocarli all'interno del magazzino.

Questo tipo di magazzino viene chiamato magazzino automatizzato. Essi sono costituiti da una serie di scaffalature tra le quali si muove un trasloelevatore che ha la possibilità di eseguire contemporaneamente i movimenti lungo l'asse orizzontale e lungo l'asse verticale.

I magazzini automatizzati hanno diversi vantaggi, come la possibilità di sviluppare il magazzino ad altezze maggiori di quelle raggiungibili impiegando altri mezzi di movimentazione. Inoltre, sono caratterizzati da un'elevata movimentazione dei materiali stoccati e da una facilità dell'applicazione dei criteri FIFO e LIFO.

L'impianto tipico è composto dal trasloelevatore, la scaffalatura e la testata, ovvero l'insieme di trasportatori automatici, navette, rulli e catene atti ad inserire ed estrarre unità di carico dal sistema.

Il trasloelevatore è sostanzialmente un robot a tre assi che si muove su delle rotaie ed ha la capacità di depositare e prelevare le merci da/a una scaffalatura per trasferirle da/a le periferie. Questo robot può compiere diversi cicli di lavoro, ovvero può prelevare unità di carico in diverse modalità: prelievo semplice, prelievo composto sullo stesso fronte e su fronti opposti.



Tutti i magazzini automatici sono dotati di sistemi di controllo automatici, che abitualmente vengono divisi in due livelli: il primo livello è quello deputato al controllo dell'automazione e di norma è realizzato con PLC, controlli assi CNC e PC di campo. Il secondo livello invece ha il compito di gestire le logiche, le missioni e le informazioni relative alle unità di carico. Questo livello viene ulteriormente suddiviso in due strati: WCS e WMS.

Il WCS è il software che occupa di gestire le missioni e le ottimizzazioni delle macchine. In sostanza, invia comandi esecutivi alle varie parti dell'impianto.

Il WMS è il software che gestisce i dati delle unità di carico, le logiche di stoccaggio ed estrazione, e l'esecuzione delle liste di prelievo. Questo software, oltre ad inviare comandi al WCS, s'interfaccia con l'ERP dell'azienda da cui riceve le anagrafiche e le richieste di prelievo.

3.2.2 Magazzino 4.0 del Gruppo Fileni

Grazie agli incentivi offerti dallo stato italiano, anche il gruppo Fileni da alcuni anni è entrato all'interno della rivoluzione 4.0.

Nel 2018, il Gruppo Fileni ha investito 18 milioni di euro sulla costruzione e la messa in opera del cosiddetto Magazzino 4.0. Questo sviluppa in 5.100 metri quadrati ed è caratterizzato da un'elevatissima automazione che ha migliorato l'azienda rendendola più veloce ed efficiente avvantaggiando la distribuzione e i consumatori.

Il magazzino 4.0 è stato realizzato in soli 12 mesi accanto alla sede centrale dell'azienda, nel comune di Cingoli (MC). Si tratta del più grande magazzino a casse con prodotti freschi mai realizzato in Italia e tra i più innovativi per la complessità del software che controlla e gestisce tutto l'impianto.

Il magazzino dinamico raccoglie e immagazzina l'intera produzione dei due stabilimenti Fileni (Cingoli e Castelplanio) e la gestisce in maniera completamente automatizzata nei processi di pesatura, etichettatura, prezzatura e invio della spedizione. Inoltre, permette di concentrare le spedizioni di entrambi i siti produttivi in un unico centro distributivo. In precedenza, la gestione dei prodotti in uscita avveniva manualmente, con tempi più lunghi e costi più elevati, e con spedizione differenziata nei due siti.

Grazie a questo rilevante investimento l'intero ciclo di logistica interna Fileni è oggi nettamente migliorato nei tempi (con una considerevole diminuzione del tempo di attraversamento e di evasione dell'ordine), nella qualità (ogni fase è tracciata, controllata e monitorata, riducendo il rischio di errore nella preparazione dell'ordine) e nell'efficienza (sono ottimizzate le densità di stoccaggio delle casse).

I prodotti finiti escono dal reparto di produzione tramite un nastro trasportatore che, attraverso un tunnel di oltre 22 metri di lunghezza, collega lo stabilimento al magazzino. Grazie all'elevato grado di tecnologia 4.0 impiegato, ogni singola cassa, da quando entra in magazzino al momento in cui ne esce, è tracciata accuratamente e la sua esatta posizione nella struttura è sempre rintracciabile con facilità e precisione.

Nel sistema sono utilizzate 108 navette, 18 elevatori per spostare le casse da un piano all'altro, 2.6 chilometri di convogli motorizzati, 5.700 fotocellule e 50 scanner che tengono sotto controllo ogni movimentazione all'interno del magazzino. L'intera struttura è coordinata da due sistemi informatici, uno per la gestione complessiva e uno per il controllo delle macchine che permettono l'ingresso e l'uscita.

Il flusso verso il mercato è estremamente complesso, in quanto ci sono a disposizione soltanto 16 ore dal ricevimento di un ordine alla consegna del prodotto finito in tutto il territorio nazionale. Infatti, il gruppo Fileni gestisce circa 3.000 consegne quotidiane tra trasporto primario e distribuzione secondaria, ed inoltre avrà a che fare con gli 80 viaggi giornalieri per l'approvvigionamento di mangime per gli allevamenti. Quindi, avere una visibilità Real time sulle marce di consegna e garantire un elevato livello di servizio rappresentano dei fattori molto importanti per il successo.

L'azienda Fileni, con la costruzione del magazzino 4.0, ha investito anche sulle tecnologie di PTV Logistics. Prima dell'evoluzione del magazzino, il monitoraggio era effettuato soltanto a campione e venivano rilevate soltanto le anomalie segnalate. Quindi non si aveva la consapevolezza, né la chiarezza del livello di servizio su scala nazionale e, di conseguenza, mancava una chiara percezione di cosa si stava facendo e di cosa si sarebbe potuto e dovuto fare meglio. Dunque, si aveva la necessità di implementare un sistema che aiutasse ad avere visibilità maggiore, continua e approfondita del flusso logistico nel suo insieme e, in particolare, dal momento in cui il singolo ordine parte dallo stabilimento fino al suo arrivo a destinazione finale.

Proprio la scelta di PTV Axylog, ovvero una piattaforma cloud nativa per la visibilità in tempo reale di tutti i flussi lungo la supply chain, nasce da queste esigenze. Questo software s'interfaccia e si connette con i sistemi esterni utilizzati da tutti i fornitori e da tutti i partner logistici che lavorano con Fileni. La piattaforma consente il tracciamento quasi istantaneo di tutte le spedizioni, offrendo visione completa e in Real time rispetto a qualsiasi problematica emersa durante il trasporto o l'arrivo a destinazione.

Uno degli obiettivi dell'azienda è quello di avere un controllo totale sulla propria filiera e quindi il passo verso questo tipo di piattaforma e l'investimento fatto era d'obbligo. Considerati i flussi complessi e l'elevato numero di scambi, si cercava una soluzione in cloud che avrebbe semplificato la gestione, eliminando le problematiche legate all'installazione su server e avendo sempre garanzia di sicurezza. Inoltre, si cercava un applicativo che mettesse a disposizione diverse funzionalità, come ad esempio l'interconnessione con le strumentazioni a bordo dei mezzi di trasporto, per migliorare la tracciabilità. Un altro aspetto in cui si voleva migliorare era la reportistica interna, definita sulla base di determinati KPI.

Dal momento in cui si è iniziato ad utilizzare PTV Axylog, è stata ottenuta una maggior consapevolezza e conoscenza delle aree di forza e le aree in cui erano presenti più criticità. Inoltre, l'immediata disponibilità dell'informazione ha consentito di rispondere con maggior precisione e prontezza alle richieste dei clienti e ha permesso di certificare il livello di servizio dell'azienda.

Tutto ciò non è stato affatto semplice poiché la logistica non è allenata all'utilizzo di sistemi digitali. Poi c'è anche da considerare la paura da parte del vettore e dell'autista che soluzioni di questo tipo possano far perdere loro tempo e, ancor di più, che tramite queste possano essere controllati.

3.2.3 Sistemi ERP

Le tecnologie della PTV Logistics sono state collegate ed integrate ai sistemi ERP, già presenti all'interno dell'azienda.

Il sistema ERP o enterprise resource planning, conosciuto come pianificazione delle risorse d'impresa, è un software di gestione che integra tutti i processi aziendali e tutte le funzioni aziendali rilevanti come la gestione del magazzino, degli acquisti, delle vendite, della contabilità e della finanza. Quindi sarà quel sistema che integra tutte le attività aziendali in un unico sistema per supportare al meglio il management. Attraverso tale sistema, i dati provenienti da molteplici parti dell'azienda vengono raccolti e gestiti in maniera centralizzata.

Con l'aumento della popolarità dell'ERP e la riduzione dei costi delle tecnologie dell'informazione e della comunicazione, si sono sviluppate applicazioni che aiutano i business manager ad implementare questa metodologia nelle attività di business, quali

il controllo di inventari, il tracciamento degli ordini, i servizi per i clienti, la finanza e le risorse umane.

I vantaggi dei sistemi ERP sono molteplici e tutti riguardanti l'ottimizzazione delle attività manageriali di un'azienda:

- Questo tipo di software cerca di migliorare l'efficienza operativa aziendale, riducendo i costi e aumentando il controllo sulla gestione dell'azienda.
- Viene diminuito il rischio grazie all'integrità dei dati
- Attraverso l'aumento dei dati reperibili si ottiene una velocizzazione e un aumento dell'affidabilità dei processi.
- Essendo un sistema condiviso, consente a più utenti di accedere ad un numero più elevato di informazioni.
- Dal momento in cui i processi diventano più brevi e precisi, si risparmierà tempi e costi.
- Favorisce un approccio predittivo grazie ai report e al tracciamento dei tempi e delle procedure di produzione.
- Rende trasparente l'informativa sui processi e delle procedure legate alla produzione, così da agevolare e allineare i diversi reparti dell'azienda verso gli stessi obiettivi.

La pianificazione al giorno d'oggi non si basa soltanto sui materiali ma bensì, come detto precedentemente, ingloba anche altre attività manageriali dell'azienda. Possiamo sicuramente dire che, la pianificazione dei materiali rientra nei sistemi ERP.

Uno dei più importanti moduli software del sistema ERP, che ha come obiettivo quello di pianificare la produzione, è il sistema MRP.

Il sistema MRP, o chiamato Material Requirements Planning, ha alla sua base un'idea che consiste nel partire dalla data di consegna del prodotto e determinare le date ed i momenti di inizio delle attività sia di lavorazione che di approvvigionamento per ottenere il prodotto medesimo.

I principali input del sistema sono il programma di produzione definito per periodi futuri, l'archivio della distinta base dei componenti costituenti il prodotto da fabbricare e la situazione delle scorte dei singoli componenti.

Invece, l'output è rappresentato dal programma degli ordini di rifornimento pianificati nel tempo. Tale pianificazione, viene effettuata in modo che i materiali arrivino quando sono necessari per la l'utilizzo e non per reintegrare una scorta.

Generalmente viene utilizzato per gestire il rifornimento di materiali o di parti componenti con un alto consumo annuo in valore, per i quali, a fronte dell'alta incidenza economica, occorre limitare al massimo o annullare il livello di scorta a magazzino.

Il metodo MRP richiede che ogni fase produttiva sia programmata in funzione della fase successiva. Ne consegue che la programmazione deve necessariamente partire dalla domanda del prodotto finito per risalire ai reparti di produzione e all'approvvigionamento della materia prima. Quindi, questo sistema lavorerà a stretto contatto con un altro piano chiamato piano principale di produzione, o piano MPS, che riceve dagli ordini o dalle previsioni, le quantità di prodotti finiti necessarie per il periodo che si vuole programmare.

Definito, quindi, il piano MPS per un certo periodo, il metodo MRP provvede, in maniera economicamente ottimale, a definire gli ordini d'acquisto delle materie prime e dei semilavorati che sono necessari a tempo debito, per realizzare il programma di produzione e soddisfare i clienti.

Affinché il sistema descritto sia efficace, è necessario disporre di una serie di dati e di informazioni, che richiedono una continua verifica di validità:

- Inventario aggiornato delle giacenze di magazzino e dei tempi di acquisto.
- Entità delle scorte di sicurezza, percentuale di parti difettose fornite dal fornitore, dimensione del lotto economico, etc.
- Tempi di fabbricazione e tempo complessivo di produzione.
- Tempo di consegna.

Per l'applicazione del sistema saranno necessarie informazioni relative al piano MPS, alla distinta base, al livello di giacenze e ai tempi di approvvigionamento e di produzione.

La distinta base descrive l'esplosione del prodotto in tutti i suoi elementi costitutivi con l'obiettivo di determinare il fabbisogno ultimo di ogni parte o componente. In altre parole, non è altro che un elenco di tutti i materiali grezzi e le parti semilavorate per costruire un'unità di prodotto. Essa è il risultato della fusione di una serie di informazioni di natura tecnica e gestionale.

Il sistema MRP ha come obiettivo quello di ridurre al minimo i costi di giacenza di ogni tipo di scorta, ma i vantaggi di questo sistema vanno oltre il profilo della compressione dei costi. Questo sistema mette in luce quei ritardi di consegna che possono comportare inconvenienti alla produzione e consente di adeguare tempestivamente il piano di ordini.

Quando il piano funziona in modo regolare si possono trarre diversi benefici sotto diversi punti di vista. Si avrà un aumento del tasso di rotazione delle scorte, una riduzione dei tempi di consegna, un aumento dell'affidabilità delle consegne, una diminuzione dei costi di riprogrammazione e una riduzione del numero di solleciti.

3.3 Sfide e obiettivi del progetto industria 4.0

Oltre all'automazione del magazzino dello stabilimento a Cingoli, la Fileni ha come obiettivo l'automatizzazione dell'filiera, rendendola così 4.0. Infatti, da alcuni anni si sta cercando di interconnettere e certificare i macchinari presenti in produzione, per trarne diversi vantaggi che miglioreranno tutto il processo produttivo e la sua efficienza.

Il gruppo Fileni dispone di centinaia di macchinari con tecnologia 4.0 e questi, grazie anche agli incentivi dati dallo Stato italiano, dovranno essere interconnessi fra di loro e far sì che si possano analizzare da remoto alcuni dati sul loro funzionamento.

Le macchine sono tutte quante interconnesse in modalità bidirezionale e integrata ai sistemi di fabbrica. La supervisione viene fatta dal sistema WinCC, ovvero un sistema di controllo di supervisione, di acquisizione dati e di interfaccia uomo-macchina. Questi tipi di sistemi vengono utilizzati per monitorare e controllare i processi fisici coinvolti nell'industria e nelle infrastrutture su larga scala e su lunghe distanze.

Fino ad ora sono state interconnesse circa 70 macchine e queste successivamente dovranno essere certificate da organismi accreditati. Nel secondo semestre del 2023 sono state interconnesse e certificate tutti i macchinari del lotto 4 e negli ultimi mesi dello stesso anno, periodo in cui ho trascorso il tirocinio curriculare in azienda, si sta procedendo verso l'interconnessione e la certificazione del lotto 5.

3.3.1 Caso specifico di un macchinario: confezionatrice “Trave” di Mondini S.p.a.

Agli inizi del 2020, il gruppo Fileni ha investito su dei macchinari di un'azienda del nord Italia che produce confezionatrici per prodotti alimentari. Il nome dell'azienda è Mondini S.p.a.

In particolare, l'azienda marchigiana ha investito sulla punta di diamante della Mondini, ovvero la termosigillatrice TRAVE. Il macchinario combina le ultime innovazioni tecnologiche, dando importanza ai concetti di igiene e garantendo i valori del marchio Mondini: sicurezza, esperienza, prestazioni e flessibilità. Inoltre, TRAVE ha un design unico, infatti, attraverso l'utilizzo delle ultime tecnologie, sono state eliminate le colonne di supporto attorno all'area degli strumenti, aprendo l'accesso alle parti importanti del sistema.

Come detto precedentemente, il macchinario TRAVE è l'eccellenza ingegneristica dell'azienda produttrice e punta alla creazione di valore con sistemi di confezionamento basati sulla sigillatura del vassoio. Queste termosigillatrici sono progettate per soddisfare al meglio le esigenze e le aspettative del cliente, infatti, sono

stati costruiti ben 8 modelli per coprire la maggior parte della domanda. La differenza tra un modello e l'altro sta nella capacità della macchina: si passa da modelli che sigillano 10 pacchi al minuto fino ad arrivare a linee ad alta velocità con una sigillatura di 200 ppm.

La termosigillatrice TRAVE possiede diversi punti di forza riguardo la sua efficienza, sicurezza ed igiene. La maggior parte dei vantaggi che si ottengono dall'utilizzo di questo macchinario, derivano dal design del bene e dalle tecnologie utilizzate.

Le macchine in questione sono fondamentali per il processo di sigillatura in quanto offrono delle prestazioni costanti durante ogni ciclo. La sigillatura avverrà ad alta pressione, in particolare, con l'applicazione di una forza fino a 10.000 kg.

Il design della termosigillatrice permetterà di avere diversi vantaggi riguardo la sicurezza e l'igiene. Come detto precedentemente, la macchina è stata costruita facendo sì che si possa raggiungere le attrezzature e le componenti importanti del sistema in maniera molto semplice consentendo la pulizia del bene e garantendo elevati standard di igiene. Inoltre, per aumentare la sicurezza degli operatori e per minimizzare l'usura degli utensili di lavoro, i componenti sensibili sono stati racchiusi in un armadietto superiore al punto in cui avviene il confezionamento del prodotto. È stato scelto questo tipo di design perché, oltre ai numerosi vantaggi riguardo la sicurezza e l'igiene, si otterranno dei vantaggi riguardanti la facilità d'uso e la minimizzazione dei costi. Infatti, il design elettromeccanico caratterizzato da parti mobili limitate ridurrà notevolmente i costi operativi e di manutenzione. Il modo in cui è stata progettata la macchina permette di ottenere diversi benefici riguardanti le prestazioni, lo spazio e la durabilità.

Una delle caratteristiche più importanti che ogni macchinario TRAVE possiede, è la tecnologia "Platform". La Platform technology è il cuore di ogni termosigillatrice e garantisce la flessibilità necessaria per utilizzare la completa gamma di attrezzature di confezionamento attraverso un semplice cambio di utensile. Questa tecnologia è stata sviluppata dalla Mondini poiché, con il passare degli anni, la richiesta dei rivenditori e dei clienti diventa sempre più personalizzata, e quindi, per soddisfare tali richieste si è implementato un sistema che consenta di confezionare il prodotto in diversi modi.

La Platform technology avrà un impatto positivo su tutte le parti del processo d'imballaggio e, inoltre, otterremo dei vantaggi riguardo lo spazio utilizzato, il tempo, l'energia e le risorse.

In una linea di confezionamento, ogni macchinario TRAVE sarà legato ad una macchina chiamata Platformer. Questo nuovo sistema produce, su richiesta ed in linea, vassoi di alta qualità pronti per essere caricati ed alimentati con il prodotto da confezionare.

Tutto ciò estende la tecnologia della sigillatura del vassoio in nuovi mercati e produce opportunità con i seguenti vantaggi:

- Realizzando vassoi su richiesta del cliente, la tecnologia Platformer, combinata con le termosigillatrici TRAVE, offre un alto livello di sicurezza per quanto riguarda la fornitura e la qualità del vassoio. Per garantire la sicurezza della confezione durante tutto il ciclo di vita i materiali d'imballaggio verranno assemblati con precisione.
- Grazie ai 45 anni di esperienza nell'innovazione di sigillatura dei vassoi e nell'eccellenza ingegneristica, si è ottenuto un macchinario con un design e con delle semplici funzionalità ma impeccabili nella loro esecuzione.
- Il sistema PLATFORMER è accoppiato esattamente, in termini di velocità e di tecnologie, alla termosigillatrice TRAVE, offrendo le migliori prestazioni e, allo stesso tempo, un costo di imballaggio molto basso rispetto alla concorrenza.
- La flessibilità è la chiave nei moderni sistemi di imballaggio e questo consente ai clienti di affrontare al meglio le sfide delle mutevoli esigenze della vendita al dettaglio e dei consumatori aumentando il numero di tecnologie e le modalità d'imballaggio a costi minimi, massimizzando al contempo i ricavi.

Come detto precedentemente, un cliente dell'azienda Mondini S.p.A. che ha investito su una termosigillatrice TRAVE, è il gruppo Fileni. L'investimento è stato fatto perché il gruppo marchigiano aveva come obiettivo quello d'implementare la sua linea Bio, ottenendo un packaging che potesse soddisfare tutti i criteri di sostenibilità senza compromettere la qualità del prodotto. Quindi, il macchinario TRAVE è stata la soluzione migliore poiché consente la creazione di un eco-vassoio formato da una pellicola di plastica e da un contenitore di cartone interamente riciclabile. Il nuovo imballaggio ha anche permesso di ottimizzare lo spazio nel magazzino per lo stoccaggio e di massimizzare i carichi nel processo di consegna, portando una notevole riduzione dell'impatto ambientale e dello spreco del materiale.

La termosigillatrice TRAVE è un macchinario su cui si possono implementare le tecnologie 4.0, infatti può essere interconnesso con gli altri macchinari dell'impianto e, soprattutto, durante il suo funzionamento, registra moltissimi dati riguardanti l'efficienza della linea produttiva.

L'azienda Mondini offre una loro piattaforma digitale con la quale si ottiene un monitoraggio in tempo reale ed un'analisi dei dati. L'offerta dell'azienda non si limita alla visualizzazione dei dati, ma bensì ad una traduzione dei dati della macchina in informazioni fruibili, riguardanti l'identificazione di potenziali problemi e l'ottimizzazione delle prestazioni, che saranno fondamentali per facilitare un processo decisionale. Attraverso la piattaforma digitale offerta dall'azienda Mondini si ottiene un report giornaliero che fornisce una panoramica completa della linea di confezionamento. I dati chiave del giorno di produzione precedente (stato macchina,

storico degli allarmi, produttività, etc.) sono tutti accessibili con un semplice sguardo al report e saranno utilizzati per migliorare la pianificazione dei prossimi cicli operativi. Infatti, l'accesso ai dati aiuta il team d'ingegneri a identificare eventuali problematiche della macchina, consentendo azioni immediate, migliorando la qualità della produzione e riducendo i tempi di fermo macchina. Altri due strumenti che si possono trovare in questa piattaforma digitale sono il sistema che storicizza gli allarmi e l'analisi della produzione. Il sistema degli allarmi consente di storicizzare e analizzare meticolosamente le cause di ogni fermo macchina. La piattaforma esamina le tendenze degli allarmi facilitando, così, le revisioni approfondite degli incidenti, consentendo di concentrarsi sulle ragioni delle perdite di efficienza, migliorando in definitiva l'efficienza complessiva e aumentando la compressione dell'apparecchiatura. Inoltre, il sistema fornisce un'analisi semplice e completa delle attività di produzione, consentendo una precisa valutazione di vari parametri di produzione. Queste informazioni consentono un migliore processo decisionale, con l'aiuto di funzionalità analitiche che facilitano una gestione della produzione informata e proattiva, ottimizzando in definitiva i processi e le prestazioni di produzione.

3.3.2 Certificazione del macchinario Mondini

La certificazione dei macchinari del gruppo Fileni viene affidata all'azienda Rina Services S.p.a., organismo di certificazione accreditato per il servizio di valutazione della conformità al Piano Industria 4.0.

Per ogni macchina dovrà essere emessa una specie di relazione che documenti la certificazione di tale macchinario. Inoltre, dovrà essere fatta una descrizione nel dettaglio della macchina e di tutte le sue caratteristiche.



Il macchinario presente nella foto soprastante è la macchina TRAVE della Mondini S.p.a. appartenente alla categoria “macchine per il confezionamento e l’imballaggio”. Infatti, viene utilizzata per confezionare i prodotti dell’azienda e quindi è quella macchina nella quale il prodotto passerà dopo tutto il processo di lavorazione.

Della Trave dovremmo descrivere due tipi di flussi, quello fisico e quello informativo. Il flusso fisico descrive che tipo di materiali entra e in che condizioni escono dalla macchina, invece, il flusso informativo è l’insieme di dati e indicatori utili al reparto.

Nella macchina passeranno delle vaschette con dentro della carne e queste usciranno sigillate, confezionate e pronte per essere trasportate al cliente. Il processo di saldatura avviene con la seguente sequenza:

- Entrata contenitori sul nastro d’ingresso motorizzato.
- Posizionamento contenitori sul nastro d’ingresso servoassistito.
- Prelevamento contenitori da parte del gruppo spingitori e deposito nel semistampo inferiore.
- Chiusura stampo e conseguente saldatura.
- Apertura stampo.
- Prelevamento contenitori stampati da parte del gruppo spingitori e deposito sul nastro di uscita.

Invece, il flusso informativo sarà più complesso da comprendere. Innanzitutto, la macchina è interconnessa in modalità bidirezionale, integrata ai sistemi di fabbrica e la supervisione avviene attraverso il programma WinCC.

Come detto prima, la macchina è interconnessa in maniera bidirezionale, e quindi sarà capace sia di inviare che di ricevere dei dati dal supervisore, ovvero il dipendente che si collegherà con un PC da remoto.

I dati che la macchina potrà ricevere sono delle ricette in cui sono contenuti i parametri di processo della lavorazione, ovvero il supervisore da remoto dirà alla macchina a quali parametri di lavorazione dovrà lavorare in base al tipo di prodotto che passerà attraverso essa. Invece, i dati emessi saranno dei dati che informerà il supervisore sullo storico delle lavorazioni, sullo stato della macchina con la ricetta in lavorazione, sui parametri di funzionamento (efficienza, produttività, produzione attuale, produzione parziale, produzione totale e produzione attuale in %) e sullo storico di allarmi e anomalie.

3.3.2.1 Requisiti che la macchina deve soddisfare

La macchina, per essere certificata, dovrà soddisfare i seguenti requisiti:

- Controllo per mezzo di CNC e/o PLC.
- Interconnessione ai sistemi informatici di fabbrica con caricamento da remoto di istruzioni o part program.

- Integrazione automatizzata con il sistema logistico della fabbrica o con la rete di fornitura e/o con altre macchine del ciclo produttivo.
- Interfaccia tra uomo e macchina semplici e intuitive.
- Parametri di sicurezza, salute e igiene del lavoro.

Il primo requisito definisce che la macchina deve essere controllata tramite un computer numerical control oppure attraverso un programmable logic controller. Il bene preso in considerazione è dotato di una logica digitale costituita da un controllo PLC. Il PLC è un computer per l'industria specializzato in origine nella gestione o controllo dei processi industriali. Esegue un programma ed elabora i segnali digitali ed analogici provenienti da sensori e diretti agli attuatori presenti in un impianto industriale. La struttura del controllore logico programmabile viene adattata in base al processo da automatizzare: durante la progettazione del sistema di controllo, vengono scelte delle schede adatte alle grandezze elettriche in gioco.

Il secondo requisito viene soddisfatto se il bene scambia informazioni con sistemi interni per mezzo di un collegamento basato su specifiche documentate. Inoltre, il bene dovrà essere identificato univocamente mediante l'utilizzo standard d'indirizzamento internazionalmente riconosciuti come l'indirizzo IP. La società cooperativa agricola CARNJ utilizza un collegamento fisico Ethernet TCP/IP sul protocollo OPC/UA internazionalmente riconosciuto per collegare i propri macchinari con i sistemi di fabbrica. Esistono poi una serie di PC di carattere amministrativo, contabile e tecnico presenti nella rete. Questi computer, ad esempio, svolgeranno le operazioni di pianificazione della produzione ma sotto il punto di vista tecnico non avrà nessuna funzione in quanto l'interconnessione avviene direttamente tra il server e il bene. Nel caso di questo macchinario, il part program è costituito da un ordine di produzione che viene prima predisposto dal reparto ufficio tecnico, poi viene caricato dal server al bene mediante un software proprietario. Per part program s'intende una sequenza di istruzioni, che descrivono il lavoro che deve essere eseguito nella forma richiesta da un computer. La preparazione e il caricamento del part program e la sua successiva rendicontazione di esito sono gestiti dal software supervisore di linea WinCC. In seguito viene riportata la procedura standard che viene eseguita per il caricamento di un nuovo part program sul macchinario. La prima fase è quella in cui l'operatore definisce su quale macchinario verrà eseguita la lavorazione. Tutto ciò verrà fatto selezionando la macchina dalla schermata generale tramite il software di supervisione.

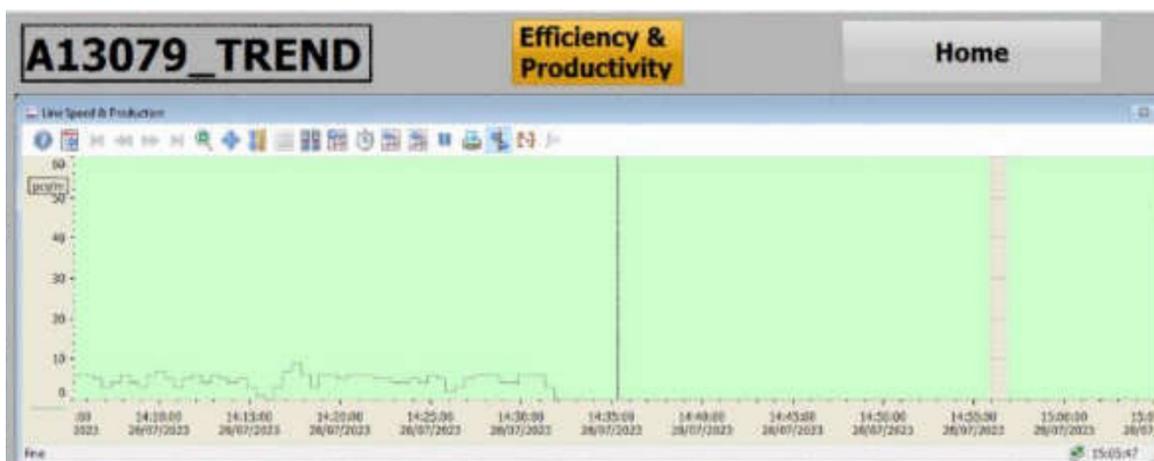
(come una rulliera, robot, AGVs e sistemi aerei) che sia a sua volta integrato con un altro elemento della fabbrica (magazzino, buffer). Invece, per integrazione informativa s'intende quei sistemi in cui sussiste la tracciabilità dei prodotti/lotti realizzati mediante appositi sistemi di tracciamento automatizzati che permettono al sistema di gestione della logistica di fabbrica di registrare l'avanzamento o altre informazioni dei beni.

- Con la rete di fornitura: s'intende che la macchina sia in grado di scambiare dati con altre macchine con i sistemi informativi della rete di fornitura nella quale questa è inserita.
- Con altre macchine del ciclo produttivo: in questo caso si intende che la macchina in oggetto sia integrata in una logica d'integrazione e comunicazione M2M con un'altra macchina/impianto a monte e/o a valle.

Per la macchina in questione, l'integrazione con il sistema logistico è di tipo informativo. Infatti, il software di gestione è capace di monitorare lo stato di avanzamento della produzione e di estrarre la necessaria consuntivazione dei pezzi realmente prodotti. Lo stato della produzione è monitorato in tempo reale e tramite gestionale è possibile acquisire e storicizzare i parametri, di seguito elencati:

- Velocità di linea
- Produzione effettiva
- Produttività
- Efficienza

Di seguito viene presentato come si presenta uno dei trend riguardanti l'efficienza e la produttività del macchinario



Il quarto requisito indica che la macchina dovrà essere dotata di un sistema hardware di interfaccia semplice e intuitivo che consente all'operatore di monitorare e controllare

la macchina stessa. Per semplici e intuitive s'intende che le interfacce devono garantire la lettura anche in una delle seguenti condizioni:

- Con indosso i dispositivi di protezione individuale di cui deve essere dotato l'operatore.
- Consentire la lettura senza errori nelle condizioni di situazione ambientale del reparto produttivo (illuminazione, posizionamento delle interfacce sulle macchine, presenza di agenti che possono sporcare e/o guastare i sistemi d'interazione, ecc.).

Nel caso di questo bene, l'interfaccia uomo-macchina è sensibile al tatto ma è corredata comunque anche di bottoni fisici.

La quinta specifica riguarda il modo in cui la macchina deve rispondere ai requisiti previsti dalle norme in vigore riguardo i più recenti parametri di sicurezza, salute e igiene del lavoro.

Inoltre, per rendere il bene assimilabile e integrabile a sistemi cyberfisici, il macchinario dovrà essere dotato di almeno due delle seguenti caratteristiche:

- Sistemi di telemanutenzione e/o telediagnosi e/o controllo in remoto.
- Monitoraggio continuo delle condizioni di lavoro e dei parametri di processo mediante opportuni set di sensori e adattività alle derive di processo.
- Caratteristiche di integrazione tra macchina fisica e/o impianto con la modellazione e/o la simulazione del proprio comportamento nello svolgimento del processo.

La prima caratteristica specifica che il macchinario debba avere un sistema di telemanutenzione o di telediagnosi o un controllo da remoto. Per sistema di telemanutenzione si intendono sistemi che possono da remoto effettuare interventi di riparazione su componenti della macchina. Invece il sistema di telediagnosi, quello posseduto dalla macchina Mondini, consente la diagnosi sullo stato di salute di alcuni componenti della macchina.

Per la seconda caratteristica, invece, s'intende il monitoraggio non esclusivamente finalizzato alla conduzione della macchina, ma anche al solo monitoraggio delle condizioni o dei parametri di processo e all'eventuale arresto del processo al manifestarsi di anomalie che ne impediscono lo svolgimento.

Il bene in esame monitora di continuo le condizioni di lavoro e i parametri di processo. Tutto questo è immediatamente visibile durante le fasi operative di esecuzione del part-program, in cui l'interfaccia uomo-macchina riporta istante per istante le variazioni dei parametri di lavorazione.

Questo bene è dotato di sufficiente adattività per riconoscere situazioni anomale e indicarle, e se necessario interrompere la lavorazione. Attraverso il riconoscimento di questi errori, la macchina invierà una serie di allarmi che saranno visualizzati istantaneamente sullo schermo. Il bene tiene in memoria tutti gli allarmi e l'elenco di questi sarà disponibile in forma tabulare sia da remoto che a bordo macchina. Ogni volta che viene riscontrata un'anomalia, all'elenco verrà aggiunto un allarme che indica l'orario in cui è avvenuto e che descriva in maniera sintetica la problematica.

Infine, nella terza caratteristica si fa riferimento al concetto del “digital twin”, ovvero della disponibilità di un modello virtuale o digitale del comportamento della macchina fisica con finalità predittive e di ottimizzazione del comportamento del processo stesso e dei parametri che lo caratterizzano. Il bene non è dotato di questa caratteristica ma ciò non inficia l'esito positivo della verifica di interconnessione.

Quindi, attraverso la verifica di queste specifiche, l'interconnessione della macchina è stata verificata con successo.

CONCLUSIONE

Nelle pagine precedenti è stato raccontato come le nuove tecnologie cambieranno la vita lavorativa ed extra lavorativa di tutta la popolazione mondiale. Queste nuove tecnologie, infatti, oltre a trasformare radicalmente il modo di lavorare, influenzeranno la vita quotidiana di ognuno di noi in maniera notevole.

In questi anni, la corsa all'innovazione delle aziende di ogni paese sviluppato è cominciata e, col passare del tempo, si otterranno sempre più paesi coinvolti.

Gli esperti della Boston Consulting Group hanno definito, all'interno di un loro articolo, come questa innovazione tecnologica possa migliorare le condizioni per le imprese e per i lavoratori partendo dall'esempio dell'industria tedesca, ossia il paese dalla quale è partita la transizione 4.0.

Nel seguente articolo s'illustra che l'industria 4.0 porterà benefici in 4 aree: nella produttività, nella crescita dei ricavi, nell'occupazione e nell'investimento.

Nel prossimo decennio, l'industria 4.0 sarà abbracciata da un numero sempre maggiore di aziende, aumentando la produttività in tutti i settori manifatturieri tedeschi da 90 a 150 miliardi di euro. I miglioramenti della produttività sui costi di conversione, che escludono il costo dei materiali, varieranno dal 15 al 25%. Se si tiene conto dei costi di materiali si ottengono incrementi di produttività dal 5 all'8%.

L'industria 4.0 favorirà anche la crescita dei ricavi. La domanda dei produttori di apparecchiature avanzate e nuove applicazioni di dati, così come la domanda dei consumatori per una più ampia varietà di prodotti sempre più personalizzati, determineranno un'ulteriore crescita dei ricavi di circa 30 miliardi di euro all'anno, ovvero circa l'1% del PIL tedesco.

Come già definito nelle pagine precedenti, l'industria 4.0 avrà un grande impatto sul mondo lavorativo, in particolar modo sul tasso d'occupazione. Infatti, si stima che in Germania l'occupazione aumenterà del 6% nei prossimi 10 anni. Inoltre, l'avvento del 4.0 porterà anche ad un cambiamento della domanda di lavoro: verranno richieste competenze lavorative diverse e più sofisticate, come, ad esempio, riguardanti lo sviluppo di software. La formazione di nuove figure lavorative richieste da questa innovazione tecnologica, sarà una delle più importanti sfide della quarta rivoluzione industriale.

Infine, si stima che l'adattamento dei processi produttivi per incorporare l'industria 4.0 richiederà ai produttori tedeschi di investire circa 250 miliardi di euro nei prossimi dieci anni (circa dall'1 all' 1,5% dei ricavi dei produttori).

I benefici stimati in Germania illustrano il potenziale impatto dell'industria 4.0 per la produzione a livello globale. L'industria avrà un effetto diretto sui produttori e sulla loro forza lavoro, nonché sulle aziende che forniscono sistemi di produzione.

FONTI BIBLIOGRAFICHE E SITOGRAFIA

Temporelli M., Colorni F., Gamucci B., *4 punto 0. Fabbriche, professionisti e prodotti della Quarta Rivoluzione industriale*, Milano, Hoepli, 2017

https://it.wikipedia.org/wiki/Rivoluzione_industriale

https://it.wikipedia.org/wiki/Seconda_rivoluzione_industriale

https://it.wikipedia.org/wiki/Terza_rivoluzione_industriale

https://learn.univpm.it/pluginfile.php/794744/mod_resource/content/1/6bis%20-%20Introduzione%20a%20Industry%204.0_smart%20manufacturing.pdf

<https://www.sap.com/italy/products/scm/industry-4-0/what-is-industry-4-0.html>

<https://www.bcg.com/capabilities/manufacturing/industry-4.0>

https://www.bcg.com/publications/2015/engineered_products_project_business_industry_4_future_productivity_growth_manufacturing_industries

<https://www.ibm.com/analytics/big-data-analytics>

<https://www.bigdata4innovation.it/big-data/big-data-analytics-data-science-e-data-scientist-soluzioni-e-skill-della-data-driven-economy/>

<https://www.digital4.biz/executive/realta-virtuale-e-aumentata-cosa-sono-differenze-ed-esempi/>

<https://azure.microsoft.com/it-it/resources/cloud-computing-dictionary/what-is-cloud-computing>

<https://www.microsoft.com/it-it/security/business/security-101/what-is-cybersecurity>

<https://www.ptpo.camcom.it/doc/digitaliz/guida-tecnologie-abilitanti.pdf>

<https://www.focusindustria40.com/integrazione-verticale-e-orizzontale/>

<https://www.focusindustria40.com/simulazione-ottimizzazione-processi/>

<https://www.linkinnovation.network/simulazione-macchine-interconnesse-industry-4-0/>

<https://www.econopoly.ilsole24ore.com/2023/10/14/robot-lavoro-welfare/>

<https://www.ilsole24ore.com/art/il-lavoro-tempi-industria-40-ecco-operai-robot--AEGeTnKE>

<https://www.ilsole24ore.com/art/ecco-come-industria-40-puo-creare-oltre-40-mila-posti-lavoro-ogni-anno-AEnEMBMC>

<https://www.mimit.gov.it/it/transizione40>

<https://www.mimit.gov.it/it/transizione40>

https://www.rgs.mef.gov.it/_Documenti/VERSIONE-I/Comunicazione/Workshop-e-convegni/2023/seminario_la_valutazione_dei_regimi_di_aiuto_alle_impresa/Presentazione-Acciari-Transizione-4.0-aiuti-di-stato.pdf

<https://www.fileni.it/mondo-fileni/>

<https://www.fileni.it/filiera-convenzionale>

<https://www.fileni.it/contrib/uploads/2022/06/101-22-Bilancio-Fileni-2021-digitale.pdf>

Pareschi A., Persona A., Ferrari E., Regattieri A., *Logistica integrata e flessibile. Per i sistemi produttivi dell'industria e del terziario*, Bologna, Esculapio.

<https://www.gmondini.com/solution/trave>

<https://www.gmondini.com/storage/uploads/8dbbd0c0-823e-4079-94fd-2c1ee3654195/Platform-Technology.pdf>

<https://www.gmondini.com/success-stories/paperseal-conquers-fileni>

<https://www.gmondini.com/digitisation>

Documentazione della Carnj società cooperativa agricola.