# POLITECNICO DI TORINO

## Facoltà di Ingegneria

Collegio di Ingegneria Meccanica, Aerospaziale, dell'Autoveicolo e della Produzione



# Corso di Laurea Magistrale in

Ingegneria della Produzione Industriale e dell'Innovazione Tecnologica

## **TESI DI LAUREA MAGISTRALE**

Machine Learning e Intelligenza Artificiale nel mondo Manifatturiero
Il Caso: Microsoft & Kiwi Data Science

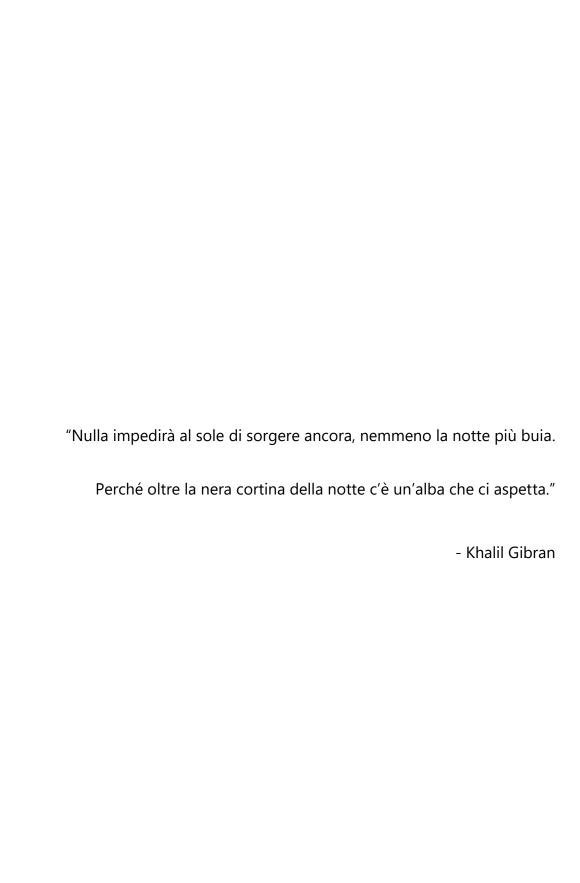
Relatore: Prof. ALESSANDRO CHIARAVIGLIO

Co-Relatore: Dott. GIOVANNI BOCCHI

Candidato: IMANE EDDRI

Hi miei Nonni

A mio padre Mohammed e mia madre Khadija Alle mie sorelle Qu, Ni e mio fratello Olly



## **INDICE**

- PREFAZIONE
- CAPITOLO I
  - a. Presentazione Aziende
    - i. Microsoft
    - ii. Kiwi Data Science
- CAPITOLO II
  - a. Settore Manifatturiero Contesto Odierno
  - b. Digital Manufacturing
  - c. Quali sono i problemi delle aziende manifatturiere?
  - d. Opportunità nel mondo manifatturiero digitale
  - e. Quali sono le soluzioni che un'azienda manifatturiera può prendrre nella quarta rivoluzione industriale?
  - f. Il futuro delle Smart Factories
- CAPITOLO III
  - a. Digital Manufacturing
    - i. Microsoft Manufacturing Experience
    - ii. Partner Microsoft
- CAPITOLO IV
  - a. Microsoft e Supporto alle Aziende Manufacturing
- CAPITOLO V
  - a. Use case KIWI DATA SCIENCE E ACQUAMEL SPA
- CAPITOLO VI
  - a. Conclusione
  - b. Ringraziamenti
- CAPITOLO VII
  - a. Sitografia

## **PREFAZIONE**

Grazie al mio lavoro che svolgo quotidianamente in Microsoft, ho avuto la possibilità di interfacciarmi con alcune realtà manifatturiere italiane a livello nazionale ed internazionale.

L'idea di creare una tesi di laurea magistrale sull'ambito manifatturiero nell'era della tecnologia avanzata è nata dalla possibilità di collaborare e aiutare le realtà aziendali italiane nel loro processo di miglioramento continuo in ambito produttivo grazie all'investimento che ne deriva in ambito industry 4.0 e IoT.

Dal punto di vista informativo mi sono interfacciata con tecnologie di altro spessore come: la piattaforma Microsoft Azure, i visori Microsoft Hololens e i dispositivi Microsoft Surface che mi hanno permesso di interagire e far interagire i clienti soltanto immaginando e visualizzando i miglioramenti apportati nelle loro realtà aziendali.

Come parte integrante del mio elaborato finale vi è lo use case basato su una realtà italiana: KIWI Data Science, startup focalizzata su AI, Machine Learning e Big Data che ha potuto migliorare in maniera efficace e persuasiva l'impatto produttivo di una realtà aziendale italiana, per privacy idealmente chiamata AcquaMel SpA.

Ho avuto l'onore di incontrare KIWI Data Science grazie alla loro partecipazione a uno dei convegni di Microsoft organizzati in ambito manufacturing 4.0 che mi ha permesso di colvitare un'interesse concreto per la Business Intelligence, Machine Learning e il Deep Learning abbinati in industria manifatturiera.

## CAPITOLO I

# PRESENTAZIONE AZIENDE MICROSOFT



Figura 1 - Microsoft Logo

Fondata nel 1975 da Bill Gates e Paul Allen, Microsoft è una delle principali aziende informatiche mondiali.

Il contributo dell'azienda non è solo legato a Windows, uno dei sistemi operativi più diffusi al mondo al mondo, ma va oltre. Basti pensare ai tanti software sviluppati che utilizziamo quotidianamente sul computer: Office, Paint e Microsoft Edge, solo per citarne alcuni. La suite di Office, che comprende Word, Power Point, Excel e altri programmi ha rivoluzionato completamente il modo di lavorare all'interno delle aziende. Ha permesso di sostituire la carta con i file digitali e di velocizzare le comunicazioni da una parte all'altra del Mondo.

#### **ORIGINI ED EVOLUZIONE**

La storia di Microsoft affonda le radici nel 1975, quando Bill Gates e Paul Allen danno vita a Microsoft Corporation, quella che è attualmente una delle aziende tecnologiche più grandi al mondo. Il merito dei due imprenditori è di aver sviluppato un nuovo linguaggio informatico (BASIC) che si adatta alla perfezione con Altair 8800, il primo vero personal computer della storia.

Sistemi operativi, programmi, console e altre periferiche hardware. Fare un elenco completo dei prodotti Microsoft non è facile, perché l'azienda è riuscita negli anni ad

allargare la propria sfera di azione e a imporsi come protagonista del settore informatico. Per comprendere le origini della società basta, però, fare qualche nome. Su tutti, Paul Allen, Bill Gates e BASIC. I primi due, appassionati di informatica, si incontrano e sviluppano il linguaggio di programmazione BASIC, che, secondo loro, è adattabilissimo ad Altair 8800, il primo personal computer, sviluppato dalla società MITS (*Micro Instrumentation and Telemetry Systems*). Successivamente allo sviluppo di BASIC Gates e Allen creeranno Microsoft Corporation.

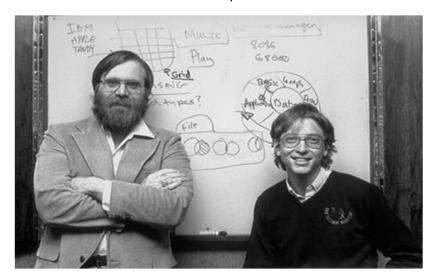


Figura 2 - Paul Allen e Bill Gates - Fondatori di Microsoft Corporation

Nel 1981 la sede dell'azienda si sposta nello stato di Washington, a Redmond, dove tutt'ora vi è la sede dell'headquarter. Due anni dopo, Microsoft sbarca anche in Italia, dove oggi è presente con due sedi (Milano, Roma).

La prima versione di Office viene rilasciata l'8 agosto del 1989, con l'appellativo di Microsoft Office, una suite dedicata al lavoro che comprende diversi programmi, tra cui Word, Excel e Power Point. Parallelamente viene realizzato anche Microsoft SQL Server, un programma per gestire i database delle grandi aziende e che permette alla società di continuare a crescere ancora di più.

Nel 1995 Microsoft fa il grande passo verso il web, lanciando sul mercato la prima versione di Internet Explorer, il programma che dà l'accesso alla Rete. Il browser, inizialmente, doveva essere presente all'interno di Windows 95, la nuova versione del

sistema operativa uscita il 24 agosto del 1995. All'interno di Windows 95 è presente anche MSN, uno dei programmi che farà la storia della Rete e che sarà una delle prime piattaforme per la messaggistica istantanea.

Tra il 1998 e il 2001 Microsoft lancia tre diverse versioni Windows: l'obiettivo è migliorare i problemi di stabilità e perfezionare Internet Explorer, che diventa un programma sempre più centrale per l'azienda di Redmond. Nel 2001, insieme a Microsoft XP debutta anche Office XP.

Oltre ai computer e ai programmi nel 2001 Microsoft si getta anche nel settore dei videogame con la Xbox, una nuova console di successo aumentando la competizione nel ga,ming in cui erano presenti la Play Station 2 e Nintendo.

Nel 2009, per la prima volta, l'evento organizzato da Microsoft al CES di Las Vegas viene tenuto da Steve Ballmer (allora CEO) che annuncia anche l'apertura della versione beta di Windows 7. Il 22 ottobre 2009 viene lanciato ufficialmente Windows 7 sul mercato. Nel 2010 Microsoft chiude una delle acquisizioni più importanti della sua storia: Skype.

Il 24 settembre 2012 Microsoft lancia Windows 8, nuova versione del sistema operativo che introduce delle importanti novità, soprattutto sotto il punto dell'interfaccia utente. Novità che però non piacciono a tutti gli utenti e che obbligano l'azienda a correre ai ripari prima con Windows 8.1 e poi con il nuovo Windows 10 lanciato il 29 luglio del 2015. Windows 10 è ritenuto da molti come uno dei migliori sistemi operativi realizzati dall'azienda di Redmond.

Nel novembre del 2013 l'azienda di Redmond lancia in contemporanee con la PlayStation 4 la nuova Xbox One.

Microsoft non è solamente un'azienda che sviluppa software ma diventa anche una società che produce hardware. Vengono lanciati i primi Surface, tablet molto potenti capaci di sostituire alla perfezione un computer portatile.

Il 30 novembre 2016 viene lanciato Hololens, un visore per la realtà mista che permette a Microsoft di fare un passo importante verso la realtà virtuale e mista. Il 7 novembre 2017, invece, viene lanciata la Xbox One X, la più potente console presente sul mercato.

Oggigiorno Microsoft ha cambiato il suo core business, che si focalizzava sui sistemi operativi per spingersi più sul cloud, intelligenza artificiale, IoT e Machine Learning.

Dal 2013 Satya Nadella nuovo CEO di Microsoft ha rivoluziato lo slogan di Bill Gates di 40 anni fa che sosteneva: porterò "Ogni Personal Computer in ogni scrivania nel globo". Oggi la mission di Microsoft è infatti "Empower Every Person and Every Organization in the planet to achieve more". La nuova mission è tradotta nell'utilizzo e nella democratizzazione della tecnologia per tutti, dalle persone alle organizzazioni.

Obiettivo principale di questa mission è puntare sul cloud, intelligenza artificiale e machine learning. Questo si traduce in Microsoft Azure.

Azure è una piattaforma di cloud computing pubblico con soluzioni che includono Infrastructure as a Service (IaaS), Platform as a Service (PaaS) e Software as a Service (SaaS) che possono essere utilizzate per servizi come analytics, virtual informatica, archiviazione, networking e molto altro.

Microsoft ha sfruttato la propria rete mondiale di data center in continua espansione per creare Azure, una piattaforma cloud per la creazione, l'implementazione e la gestione di servizi e applicazioni, ovunque.

Azure consente di aggiungere funzionalità cloud alla propria rete esistente attraverso il suo modello di piattaforma come servizio (PaaS) o di affidare a Microsoft tutte le proprie esigenze di elaborazione e rete con Infrastructure as a Service (IaaS).

Entrambe le opzioni forniscono un accesso sicuro e affidabile ai dati ospitati sul cloud, uno basato sull'architettura collaudata di Microsoft.

Azure offre una gamma in continua espansione di prodotti e servizi progettati per soddisfare tutte le esigenze attraverso un'unica piattaforma comoda e facile da gestire.

Microsoft mantiene una crescente directory di servizi di Azure, aggiungendo servizi in continuazione.

Con Azure infatti è possibile monitorare e gestire miliardi di dispositivi, migliorare le esperienze dei clienti, ridurre la complessità, ridurre i costi e accelerare lo sviluppo.

Sulla piattaforma sono disponibili tutti gli elementi necessari per costruire una rete virtuale e fornire servizi o applicazioni a un pubblico globale, tra cui:

- Macchine virtuali: Creare macchine virtuali Microsoft o Linux (VM) in poco tempo da un'ampia selezione di modelli di marketplace o dalle proprie immagini personalizzate. Queste macchine virtuali basate su cloud ospiteranno le proprie app sviluppate e i servizi come se risiedessero nel proprio datacenter. Così con la gestione automatica delle patch per le macchine virtuali, si potrà dedicare molto meno tempo alla gestione dell'infrastruttura e al concentrarsi sul miglioramento delle applicazioni.
- Database SQL: Azure offre database relazionali SQL gestiti, da uno a un numero illimitato, come servizio. Ciò consente di risparmiare spese generali su hardware, software e la necessità di competenze interne.
- Azure Active Directory: Azure si integra con Active Directory: questo fornisce una copertura globale in termini di accessi, una gestione centralizzata e una solida sicurezza. Azure consente inoltre di utilizzare l'autenticazione a più fattori, aggiungendo un nuovo livello di sicurezza ai dati e alle applicazioni con zero problemi per gli utenti.
- **Servizi di applicazione**: Con Azure è più facile che mai creare e distribuire globalmente applicazioni compatibili su tutte le piattaforme web e portatili più

diffuse. L'accesso al cloud affidabile e scalabile consente di rispondere rapidamente ai vari flussi aziendali (su vari livelli), risparmiando tempo e denaro. Con le sue WebApps la gestione della produzione, il test e l'implementazione di applicazioni Web scalabili con una rapidità agile.

- Servizi del team di Visual Studio: Una soluzione completa di gestione del ciclo di vita delle applicazioni nel cloud Microsoft. Gli sviluppatori possono condividere e tenere traccia delle modifiche al codice, eseguire test di carico e consegnare le applicazioni alla produzione mentre collaborano in Azure da tutto il mondo.
- Conservazione: Potete contare sull'infrastruttura globale di Microsoft per offrire un'archiviazione dei dati sicura e altamente accessibile. Con la massima scalabilità, la creazione di un piano di archiviazione sicuro ed economico.
- Backup e il disaster recovery: Azure è uno strumento per il backup e per il disaster recovery per la sua flessibilità, il recupero avanzato del sito e l' integrazione. Come soluzione basata su cloud, Azure è innasticamente flessibile: è in grado di eseguire il backup dei dati in quasi tutte le lingue, su qualsiasi sistema operativo e da qualsiasi posizione. Inoltre, si definisce la frequenza e l'estensione del programma di backup (giornaliero, settimanale, mensile, ecc.).

La scalabilità, la flessibilita' e la sicurezza di Microsoft Azure lo rendono la risorsa perfetta per le aziende che si stanno orientando verso soluzioni loT. Infatti si possono connettere tutti i dispositivi al cloud utilizzando soluzioni che si integrino con l'infrastruttura esistente e pertanto si provvede ad raccogliere nuovi dati utili per analisi future.

Di seguito alcuni vantaggi:

- **Sicurezza:** La maggiore sicurezza di Azure è un' enorme risorsa per le soluzioni

IoT, che tradizionalmente presentano lacune di sicurezza di cui gli hacker possono trarre vantaggio. Altri vantaggi includono il monitoraggio remoto e la manutenzione predittiva e l'analisi

- **Flessibilità**: Con Microsoft Azure si possono creare nuovi servizi e scalare le capacità di archiviazione dei dati in modo dinamico al volo. Un datacenter statico, richiede costantemente manutenzione hardware, acquisto di nuovi componenti hardware e sistemi operativi, il provisioning e la distribuzione.
- Costo: Non solo Azure rende più veloce e facile aggiungere e scalare l'infrastruttura, ma il tutto è più economico. Basti pensare al risparmio derivante dal sottrarre i servizi fisici e i dispositivi di infrastruttura come router, per non parlare dell'esperienza IT a livello di personale necessario per far funzionare il sistema.

La combinazione della vasta infrastruttura di Microsoft, lo sviluppo costante di applicazioni e servizi e la presenza potente nel mercato IT globale ha reso le soluzioni Microsoft Azure la scelta di due terzi delle aziende mondiali .

Tra le numerose funzionalità di cui dispone Azure possiamo trovare alcuni servizi come:



#### Applicazioni cloud ibrido

Massimizza la produttività consentendo agli sviluppatori di creare e distribuire applicazioni esattamente nello stesso modo, indipendentemente dal fatto che siano eseguite in Azure o in Azure Stack



#### Oracle in Azure

Esegui i database e le applicazioni aziendali Oracle® in Azure



#### DevOps

Unisci persone, processi e prodotti per consentire il recapito continuo di valore ai clienti e ai collegni



#### Dispositivi mobili

Raggiungi i clienti ovunque si trovino, su qualsiasi dispositivo, con un'unica compilazione di app per dispositivi mobili



#### E-commerce

Offri ai clienti ciò che vogliono, con un'esperienza di shopping personalizzata, scalabile e sicura



#### Governance di Azure

Garantisci la conformità con le funzionalità di governance cloud integrate in Azure



#### Confidential computing

Proteggi i tuoi dati e il tuo codice durante l'uso sul cloud



#### Dynamics in Azure

Favorisci la crescita del business riunendo servizi ERP (Enterprise Resource Planning)



#### Applicazioni line-of-business

Modernizza le tue app line-of-business interne per affrontare le nuove problematiche dell'IT



#### Sviluppo e test

Semplifica e accelera il processo di creazione e test di applicazioni in tutte le piattaforme



#### **Business intelligence**

Prendi decisioni migliori più velocemente, analizzando i dati per ottenere informazioni più dettagliate



#### Big Data e analisi

Prendi decisioni basate su informazioni il più aggiornate possibile analizzando tutti i dati che ti servono in tempo reale



#### Data warehouse moderno

Gestisci una crescita esponenziale dei dati senza rinunciare a sicurezza, scalabilità o analisi



## App SaaS aziendali

Usa la business intelligence e le analisi approfondite di livello aziendale di Azure per creare app software come un servizio (SaaS)



#### Backup e archiviazione

Proteggi dati e applicazioni ovunque si trovano per evitare costose interruzioni delle attività aziendali



#### Ripristino di emergenza

Proteggi tutti i principali sistemi IT assicurandoti che le app funzionino quando sono più necessarie

Figura 3 - Microsoft Azure Services

## **KIWI DATA SCIENCE**



Figura 4 - Kiwi Data Science Logo

KIWI è un'azienda specializzata in Italia in Intelligenza Artificiale guida prodotti e soluzioni per l'industria manifatturiera, aziende il cui core business poggia su internet e l'industry 4.0 in generale. KIWI nasce nel 2013 per iniziativa di fisici ed informatici e ha come obiettivo l'applicazione dell'intelligenza artificiale e tecniche statistiche avanzate a vaste quantità di dati al fine di sviluppare modelli che permettano ai clienti di estrarre sostanziali informazioni e competenze.

KIWI è strutturata con il seguente workflow, al fine di supportare i clienti correttamente:

## • Prevenzione all'abbandono e retention dei clienti

 L'obiettivo principale di questa analisi è quella di guadagnare e riguadagnare giornalmente la fiducia dei clienti, in maniera proficua e continuativa.

## • Manutenzione Predittiva

 La manutenzione predittiva determina le condizioni secondo cui stimare quando la manutenzione deve performare al massimo.

## • Classificazione testuale

 La classificazione testuale ha il compito principale di assegnare i tag o le categorie di testo in accordo con il contenuto del testo stesso.

#### Sistemi di recommendation

 Questi sistemi hanno il compito di predire la classifica e le preferenze che un utente deve dare a uno specifico articolo, riproducendo così una lista di raccomandazioni.

## Computer Vision

 Riguarda principalmente l'estrazione automatica, analisi e comprensione di informazioni utili da una singola immagine a una sequenza continuativa di immagini.

## Controllo Qualità

 Assicura che i prodotti acquistati dai clienti soddisfino gli obiettivi di qualità al miglior valore assegnato al cliente, e continuativamente al fine di migliorare il loro valore nel futuro.

Il processo secondo cui KIWI lavora segue il seguente flusso di attività:

- 1) Attività di prevendita: con l'obiettivo di includere la definizione degli obettivi finali dei clienti, includendo anche le disponibilità di dati, la collezione dei dati e lo "status quo".
- 2) <u>Pilot/POC</u>: costituisce una fase esplorativa che assicura la soddisfazione della soluzione al fine di renderla adattabile alla qualità del cliente.

- 3) <u>Progetto</u>: la fase di progetto rappresenta principalmente la soluzione che è stata inventata e predisposta, associata e deployata che abilita il cliente a estrarre il valore tangibile dai dati acquisiti.
- 4) <u>Supporto e Mantenimento</u>: i dati effettivi sono guidati da soluzioni che devono rimanere in linea con i cambiamenti secondo cui si segue a una logica di business, regolamentazioni, mercati e obiettivi finali.

Nella gestione delle attività in cui KIWI opera possiamo distinguere tre grandi aree:

- 1) **Consulenza tecnica e strategica**: questo si traduce in Partnership Scientifica che rappresenta il modello che Kiwi propone per permettere di avere un supporto operativo da parte del team e la presenza costante di specialisti in azienda cliente al fine di garantire la supervisione completa di tutti i progetti.
- 2) **Machine Learning e Al**: statistica avanzata, machine learning e intelligenza artificiale sono gli strumenti principali che i consulenti KIWI utilizzano al fine di rispondere alle domande dei clienti e fornire soluzioni solide e sicure.
- 3) **Data Engineering and Architecture Design:** analisi real time, alert automatic, big data ingestion necessitano di architetture solide e ben strutturate. I consulenti KIWI disegnano e progettano soluzioni professionali che possano ottimizzare i processi di analisi.

Oltre alla consulenza tecnica alle aziene KIWI fornisce anche formazione:

- 1) Data driven industry: formazione e supporto finalizzato all'acquisizione di competenze di alto livello in merito all'industry 4.0, alla data science e all'utilizzo di Big Data combinati all'intelligenza artificiale nelle aziende cliente.
- 2) Statistica Industriale: Corsi teorici con ausili di laboratori dedicati a statistica industriale.

3) Advanced IT: Corsi personale IT volti all'introduzione delle tecnologie abilitanti l'utilizzo di Big Data e alla relativa cybersecurity.

Ad oggi, i prodotti e le soluzioni che Kiwi offre sul mercato sono i più svariati:

- NABU → è un software cloud-based / on-premise interamente dedicato alla data collection per l'R&D e con diversi tool di controllo statistico per la qualità.
- MAILY → Cloud-based / on-premise software dedicato al mondo della stampa e postalizzazione di grossi volumi, garantendo la compliancy alle regole di Poste e – l'aggregazione con costi di spedizione più contenuti possibile.
- METEO R → In linea con l'industry 4.0, MeteoR è un framework per il deployment di modelli R di classificazione / predizione in realtime webservice con interfaccia REST.

#### CAPITOLO II

## SETTORE MANIFATTURIERO: IL CONTESTO ODIERNO

#### **PARAGRAFO 2.1**

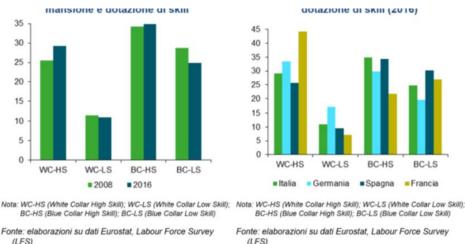
Il settore manifatturiero al giorno d'oggi è in continua crescita. Infatti, il Rapporto di Analisi dei settori industriali di Intesa Sanpaolo e l'azienda finanziaria Prometeia rivelano le stime di crescita del settore manifatturiero per i prossimi anni. Il Rapporto di Analisi dei settori industriali, curato dalla Direzione Studi e Ricerche di Intesa Sanpaolo e Prometeia dell'anno 2018 rivela le stime di crescita del settore manifatturiero per i prossimi anni.

## Manifatturiero post-crisi

Si tratta di stime basate sull'attuale panorama di imprese del manifatturiero che, avendo attraversato un processo di rinnovamento in questi anni di crisi, oggi restituisce al sistema industriale un minor numero di imprese, ma più competitive: di maggiori dimensioni e con una migliore capacità di radicamento sui mercati esteri, più tecnologiche e digitali.

Una nota particolare va segnalata con riferimento all'adeguamento della base occupazionale ed una trasformazione delle competenze interne, con il settore manifatturiero che si è orientato su un capitale umano più qualificato soprattutto nella filiera dell'automobile e in quella dell'elettrotecnica ed elettrodomestici.

Tabella 1 - Cambiamenti Skills della forza lavoro manifatturiera



## I NUMERI DELL'INDUSTRIA MANIFATTURIERA

Con riferimento all'anno scorso, l'industria manifatturiera italiana ha chiuso con un bilancio più che positivo, tra i migliori degli anni del post-crisi: il fatturato è aumentato del 4,3% a valore e del 2,9% a prezzi costanti, grazie al contributo sia della componente interna, sostenuta dalla ripresa del ciclo degli investimenti, sia di quella estera, supportata da esportazioni in accelerazione, nonostante il rafforzamento dell'euro sul finire dell'anno.

Il biennio 2018-2019 ha apportato all'industria manifatturiera un consolidamento dell'attuale tendenza positiva con l'attività produttiva che è cresciuta del 2,4% nel 2019, consentendo al fatturato di riportarsi sui livelli del 2007, prima della crisi. Nel 2020-2022 invece vi sarà un graduale e fisiologico rallentamento nella produzione e nei livelli di attività al di sotto del 2%, a prezzi costanti.

Da una fonte della banca dati ASI di seguito un grafico con l'andamento dell'industria manifatturiera nel periodo 2017-2022.

Tabella 2 - Andamento industria manifatturiera periodo 2017-2022

Valori correnti						
Fatturato	874 462	0.7	4.3	3.9	2.9	2.5
Prezzi costanti						
Fatturato		1.1	2.9	2.4	2.1	1.8
Importazioni	324 858	3.5	5.5	3.9	3.2	3.0
Esportazioni	416 121	2.4	5.4	3.5	3.4	3.4
Disponibilità interna	783 198	1.4	2.7	2.4	1.9	1.5
Domanda		1.9	3.0	2.4	1.8	1.4
Saldo commerciale (1)		85 349	91 264	94 634	99 103	109 861
Costi e prezzi						
Costi operativi totali		-0.8	1.0	1.4	0.7	0.7
Prezzi alla produzione		-0.4	1.4	1.5	0.8	0.7
		livelli degli indici				
Indicatori finanziari <sup>(2)</sup>						
Margine operativo lordo (MOL)		9.2	9.5	9.6	9.6	9.7
Redditività della gest. caratteristica (ROI)		7.9	8.5	8.8	8.9	8.9
Redditività del capitale proprio (ROE )		7.8	9.0	8.8	8.6	8.3

<sup>(1)</sup> milioni di euro

Fonte: Banca dati ASI

Anche quest'anno l'industria meccanica ha svolto un ruolo da leader, con un tasso di crescita del fatturato superiore alla media: +4,2%.

Migliorato anche il saldo commerciale, che si stima superare i 115 miliardi di euro nel 2022 soprattutto grazie alla Meccanica, che da sola garantirà 11 dei 25 miliardi di incremento del surplus, all'Alimentare e bevande e alla Farmaceutica. La Meccanica è anch'essa protagonista della crescita del ranking settoriale di medio termine insieme ad Autoveicoli e moto ed Elettrotecnica.

Le performance nell'ambito manifatturiero nel periodo 2018-22 attese sono: Largo consumo (+2.6% in media d'anno), Automobilistico (+2.3%), Farmaceutico (+2.2%) e Elettrotecnico (+2.2%).

<sup>(2)</sup> campione d'imprese

La Metallurgia invece resta penalizzata dall'incertezza circa l'esito della ristrutturazione del comparto siderurgico.

Tabella 3 - Andamento industria manifatturiera - numeri









## **PARAGRAFO 2.2**

## a) DIGITALIZZAZIONE MANIFATTURIERA

Dopo una breve parentesi sull'attuale situazione manifatturiera italiana ora l'attenzione la volgiamo sul digital manufacturing.

La digital manufacturing revolution research è un processo di digitalizzazione delle attività, delle procedure e dei prodotti nel settore manifatturiero, che fa da supporto alle piccole e medie imprese che hanno deciso di intraprendere un percorso di innovazione fondamentale per la loro sopravvivenza. È possibile allora affermare che negli ultimi anni sia iniziato un nuovo processo rivoluzionario manifattuirero?

#### SETTORE MANIFATTURIERO: I CAMBIAMENTI DEGLI ULTIMI ANNI

Secondo uno studio a cura del laboratorio RISE dell'Università di Brescia, condotto su scala nazionale nel corso del biennio 2014-2015 e presentato da Massimo Zanardini durante nel 2015 allo Smau Milano, l'introduzione di nuove tecnologie nelle piccole e medie imprese è stata capace di attuare una rivoluzione in ambito manifatturiero. In un contesto in cui la domanda è sempre più personalizzata è fondamentale rispondere alle esigenze specifiche del singolo cliente. Il mercato cambia i propri volumi, in calo e frammentati su una gamma di prodotti sempre più ampia; questa frammentazione del sistema manifatturiero impedisce una visione chiara e d'insieme dei mercati, della domanda e delle loro evoluzioni, costringendo gli investitori a interventi cauti. Ciò che i clienti cercano è l'unicità del prodotto ed è infatti possibile osservare sempre più spesso un netto rifiuto della standardizzazione, in favore di un prodotto sempre più personalizzato e con un'esperienza di acquisto sempre più orientata alla ricerca di una soluzione e non più alla ricerca del semplice prodotto. Massimo Zanardini nel corso di un'intervista ha dichiarato che le nuove tecnologie come la stampa 3D, la realtà aumentata e il social manifacturing possono portare a un'innovazione di prodotto, di processo e a nuovi modelli di business. Quello che è emerso però dalla ricerca svolta negli anni scorsi su un campione di 100 aziende è che c'è una conoscenza molto limitata delle tecnologie indagate. Nonostante il 30% di esse stia svolgendo dei progetti di implementazione, gli ostacoli che stanno incontrando sono legati alle difficoltà nel reperire competenze specifiche, interne ed esterne, e difficoltà nella realizzazione degli investimenti e nel trovare partner tecnologici adeguati.

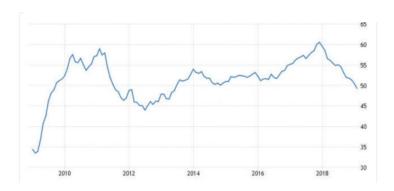
Le attenzioni che le aziende hanno da sempre rivolto al prodotto spostano la loro attenzione in direzione del mercato e la buona qualità del prodotto non è più un plus, ma un prerequisito di cui il consumatore non riesce a fare a meno.

# IL SETTORE MANIFATTURIERO E IL PARAGONE CON ALTRI SEGMENTI DI MERCATO

Il giro d'affari del settore manifatturiero italiano, secondo uno studio condotto da Prometeia in collaborazione con Intesa San Paolo, risulta aumentato del 3.2% e la produzione in moderata espansione. I dati relativi all'analisi condotta nel 2018 riflettono però un risentimento nell'ambito del contesto operativo, poiché risultano calati gli investimenti in macchinari.

Il sentiment relativo a domanda e produzione deriva principalmente da preoccupazioni connesse sia all'economia nazionale, sia alle incognite dello scenario europeo (EX: Brexit) e internazionale (ex i negoziati Cina-Stati Uniti). L'improvvisa battuta di arresto per il settore manifatturiero arriva dopo un periodo di espansione e i valori dell'indice PMI scendono al di sotto dei 50. Il Purchase Managers Index (PMI) è un indice rilevato da IHS/Markit, che riflette la capacità di acquisizione nel settore manifatturiero e dei servizi, utile ai mercati e alla Banca Centrale Europea per capire l'andamento dei comparti. Il valore 50 si pone come spartiacque fra la contrazione del settore e la sua espansione.

Tabella 4 - PMI mercato manifatturiero eurozona

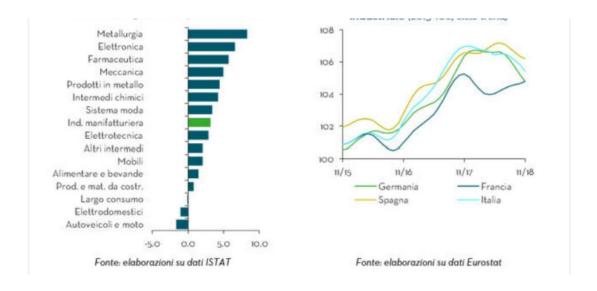


In questo contesto, a fare da traino al manifatturiero italiano sono i mercati esteri che, con un +4,4% degli ordinativi, fanno da testimone un maggiore dinamismo a fronte di quelli nazionali che si assestano intorno al + 1,5%.

Elettronica, farmaceutica e meccanica sono i settori che rappresentano i best performer del 2018, mentre come anticipavo prima il settore dell'automotive è quello che, in Italia così come in Europa, ha registrato un progressivo calo degli indici di produzione industriale come effetto dell'introduzione di nuove procedure di omologazione dei veicoli, del progressivo esaurirsi della componente dei durevoli negli acquisti delle famiglie e del processo di transizione verso le motorizzazioni ibride.

Il risentimento dell'automotive ha avuto delle ripercussioni anche negli altri settori della filiera, come quelli della produzione delle componenti plastiche, chimiche e metalliche. Queste ultime sono riuscite comunque a mantenersi in crescita, così come il settore elettrotecnico.

Tabella 5 - Analisi Settori industriali 2019 - Fonte Prometeia



#### **PARAGRAFO 2.3**

## **QUALI SONO I PROBLEMI DELLE AZIENDE MANIFATTURIERE?**

La crisi che coinvolge un numero sempre crescente delle aziende. Produrre in Italia ha costi sempre più elevati, se confrontati con i Paesi emergenti. Questo è causato da condizioni competitive fortemente impari. Il costo del lavoro è superiore di un ordine di grandezza, e lo stesso vale per i costi fissi; perfino alcune materie prime di base risultano più care in Italia che in altri paesi del mondo.

Aggiungiamo una crescente globalizzazione non solo dei mercati ma anche del know-how produttivo e progettuale. In pratica significa che i concorrenti nei Paesi in via di sviluppo non sono più così "sprovveduti" come forse erano dieci anni fa, e possono contare su un patrimonio di competenze e di lavoratori qualificati che ritenevamo di appannaggio esclusivo dei Paesi più evoluti.

Ma allora, come è possibile mantenere una produzione in Italia, soprattutto per le imprese che non hanno volumi tali da giustificare una delocalizzazione? Se facciamo riferimento alla strategia aziendale, le risposte sono numerose: la ricerca tecnologica, l'innovazione di prodotto, l'allargamento della gamma, l'eccellenza nella qualità e nel servizio, un strategia commerciale efficace e diversificata, solo per citarne alcune.

Tutto questo però è inutile se non siamo in grado di produrre a costi competitivi, o meglio, ai "minimi costi possibili". Solo in questo modo potremo sostenere le vendite, tutelare i margini e trasformare in profitti una quota soddisfacente del fatturato.

La chiave è aumentare costantemente la nostra efficienza produttiva, riducendo costi e sprechi attraverso metodologie di comprovata efficacia.

Efficienza produttiva e Produttività, sebbene tecnicamente facciano riferimento a cose diverse, hanno entrambe a che fare con l'esigenza stringente di produrre di più con meno, e saranno il prorompente obiettivo dell'industria europea ed italiana per i prossimi dieci anni.

E' possibile aumentare la produttività di una fabbrica a parità di personale e di macchine? Ogni azienda ha le proprie caratteristiche peculiari che devono essere analizzate caso per caso, ma ci sono alcuni pilastri chiave, elementi essenziali per tutte le aziende manifatturiere che vogliano mantenersi competitive:

- Misurare l'efficienza e la produttività delle proprie risorse.
- Migliorare l'efficienza e la produttività tramite le best practice messe a disposizione dall'esperienza internazionale:
  - o il Lean Manufacturing insieme alla Smart Factory.
  - o il metodo Overall Equipment Effectiveness (OEE)

Le parole chiave di queste metodologie sono:

misurare lo stato di partenza e fissare obiettivi precisi;

- migliorare attraverso la revisione dei metodi e l'abbattimento delle inefficienze, secondo metodi e tecniche di provata efficacia;
- verificare e consolidare i miglioramenti;
- impostare un ciclo di miglioramento continuo.

## **PARAGRAFO 2.4:**

#### OPPORTUNITA' NEL MONDO MANIFATTURIERO

A seconda delle materie prime e delle risorse utilizzate il manifatturiero si suddivide in diversi settori produttivi, come quelli individuati nel grafico sottostante.

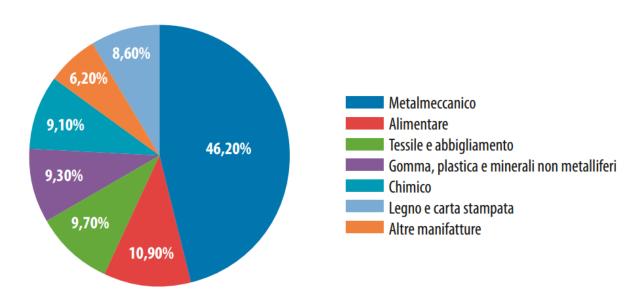


Figura 5 - Opportunità mondo manifatturiero

Per la sua rilevanza il manifatturiero rappresenta in tutti i Paesi industriali un ruolo particolarmente rilevante in termini di occupazione, valore aggiunto e scambi internazionali e il comparto nel suo complesso occupa in Italia 15,8 milioni di addetti (dati Istat 2015, relativi al 2013). Concentrando l'attenzione sul manifatturiero industriale, del quale è esponente Federmeccanica, evidenziamo alcuni dati significativi. Nel nostro Paese sono circa 1.600.000 gli addetti del settore, pari al 5,9% degli occupati in Italia e al 12,2% degli addetti del settore manifatturiero dei 28 Paesi

EU, risultando così il secondo in Europa dopo la Germania. Il fatturato del manifatturiero italiano genera circa 400 miliardi di euro, produce ricchezza, misurata in termini di valore aggiunto, per circa 100 miliardi di euro ed esporta beni per 200 miliardi, che rappresentano quasi la metà del fatturato manifatturiero, contribuendo con un interscambio attivo per 60 miliardi di euro al riequilibrio della bilancia commerciale italiana, strutturalmente deficitaria nei settori energetico ed agroalimentare, come indicato sul sito di federemeccanica: www.federmeccanica.it/centrostudi/industria-metalmeccanica.html

Nonostante la crisi, che dal 2008 ha messo sotto pressione il settore, e la scarsa attenzione del Paese nei confronti dell'industria, il manifatturiero è tornato a superare i 100 miliardi di euro di valore aggiunto, come risulta dal rapporto Federmeccanica.

L'industria italiana ha realizzato nel 2015 una crescita del fatturato superiore al 2,5%, secondo Prometeia. Sul fronte interno emergono segnali di assestamento dei ritmi di crescita, ma nel complesso il fatturato nel 2016 beneficerà di una buona tenuta dei consumi e di una accelerazione degli investimenti.

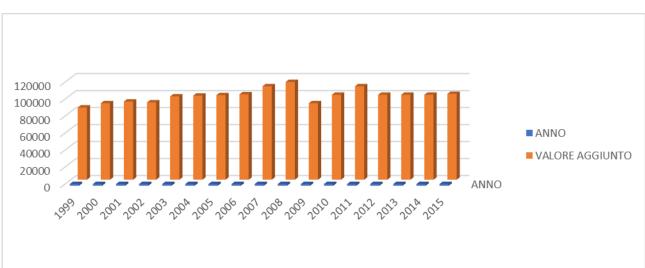


Tabella 6 - Valore aggiunto

Dalla tabella 6 ricavato da tale rapporto, relativo all'andamento e alla composizione del valore aggiunto, risulta evidente come a quest'ultimo il metalmeccanico contribuisca per il 46,2%.

Come si vede dalla figura 5, in particolare la composizione del manifatturiero italiano suddiviso nei principali comparti, con evidenza nell'anello interno della distribuzione degli addetti e nell'anello esterno il relativo valore aggiunto, dal quale si rileva l'elevato contributo della metallurgia e della crescente importanza delle macchine e degli apparecchi meccanici che, insieme alla produzione di apparecchi elettrici ed elettronici, contribuiscono all'affermazione della meccatronica italiana, con interessanti tassi di sviluppo.

Le previsioni Prometeia per il periodo 2016-2020 indicano una crescita media dell'industria manifatturiera dell'1,8% annuo, con valori superiori per i settori: automotive, largo consumo, metallurgia, farmaceutica, etc.

L'industria mostra segnali di fiducia ed in particolare una svolta importante è attesa grazie alle tecnologie Industry 4.0, che contribuiranno a recuperare competitività e a riportare in Italia le produzioni a maggiore valore aggiunto. La Germania ha già da due anni varato un programma per consolidare e sviluppare ancor più la propria posizione produttiva dominante investendo nei sistemi di automazione resi possibili dalle tecnologie digitali ed assumendo la leadership nel definire gli standard dei sistemi innovativi Industry 4.0. Anche il Governo italiano ha presentato un Piano Nazionale Industria 4.0, con l'obiettivo di focalizzare gli investimenti in ricerca pubblica e privata a favore dell'automazione industriale ed incentivare le imprese con una serie di provvedimenti. Tra questi interventi di iper e super ammortamento degli investimenti per innovazione dei processi produttivi, robot collaborativi interconnessi e programmabili, stampanti 3D, simulazione tra macchine interconnesse per ottimizzare i processi, integrazione delle informazioni lungo la catena del valore dal

fornitore al consumatore, comunicazione multidirezionale tra processi produttivi e prodotti, gestione di elevate quantità di dati "big data" su sistemi cloud, miglioramento della sicurezza durante le operazioni in rete e sui sistemi aperti, analisi di ampia base di dati per ottimizzare prodotti e processi produttivi.

Un osservatorio per conoscere lo stato dell'arte del settore industriale e apprezzarne le potenzialità di sviluppo, mi sembra essere l'indagine "Industria 4.0" presentata lo stesso 21 settembre scorso da Federmeccanica, basata su un campione di 527 imprese, delle quali oltre il 70% nel Nord Italia, che rappresentano il 3,5% delle circa 15.000 imprese iscritte a questa associazione di categoria. L'obiettivo dell'indagine è conoscere lo stato di implementazione delle tecnologie abilitanti e le prospettive di breve medio periodo e le undici tecnologie analizzate sono: meccatronica; robotica; robotica collaborativa; Internet of things; big data; cloud computing; sicurezza informatica; stampa 3D; simulazione; nanotecnologie; materiali intelligenti. Il 64% delle imprese del campione, i cosiddetti "adopters", ha dichiarato di avere adottato almeno una delle undici tecnologie abilitanti considerate, mentre il 50% circa ne ha adottate almeno quattro; di conseguenza il 36%, i cosiddetti "non adopters", risultano non aver adottato nemmeno una di tali tecnologie. Un primo elemento considerato per misurare il livello di digitalizzazione delle imprese è stato l'investimento in ICT: il valore mediano dell'investimento del campione è dichiarato di 200.000 euro (1,53% del fatturato) con 300.000 euro per gli adopters e 30.000 euro tra i non adopters. Inoltre il 25% del campione investe in ICT più di 1 milione di euro. Fra i fattori competitivi che a giudizio degli intervistati permettono di superare i concorrenti sono risultati prioritari (in una scala da 0 a 4): la qualità del prodotto (3,5); i tempi di consegna (3,0); la personalizzazione del prodotto (3,0); i servizi correlati al prodotto (2,9); l'innovazione del prodotto (2,8); la capacità di gestire una produzione a lotti singoli (2,8); il prezzo (2,4). I principali benefici che le imprese "adopter" hanno dichiarato di aver ottenuto dall'adozione delle diverse tecnologie abilitanti sono qui specificati:

- miglioramento della produttività, derivante dall'utilizzo delle tecnologie: meccatronica, robotica, robotica collaborativa, sicurezza dei sistemi informatici, big data, nanotecnologie e materiali intelligenti;
- personalizzazione del prodotto e del servizio grazie alla maggiore flessibilità
  ottenibile con le tecnologie dei: sistemi di simulazione, stampa 3D (manifattura
  adittiva), materiali intelligenti, meccatronica, robotica, nanotecnologie, IOT
  (Internet of things) e sicurezza dei sistemi informatici; offerta di nuovi servizi ai
  clienti con l'uso di: IOT, big data, cloud computing, nanotecnologie, materiali
  intelligenti, stampa 3D, meccatronica e robotica collaborativa;
- riduzione del time-to-market utilizzando: stampa 3D, sistemi di simulazione e robotica collaborativa;
- incremento delle informazioni relative ai processi produttivi con: big data, IOT, cloud computing, sicurezza dei sistemi informatici;
- ottimizzazione dei costi con la combinazione delle tecnologie: meccatronica, robotica, stampa 3D, robotica collaborativa, sistemi di simulazione e cloud computing.

Gli effetti attesi dalla digitalizzazione della manifattura Industria 4.0 sono (in una scala da 0 a 4): 1° aumento della produttività del lavoro (2,6); 2° aumento complessivo della produttività (2,4); 3° sviluppo di nuovi e diversi modelli di business (2,3); 4° aumento della produttività del capitale investito (2,3); 5° difesa della propria quota di mercato (2,2); 6° aumento della quota di mercato (2,1); 7° posizionamento del prodotto in una fascia più alta e redditizia di mercato. Infine gli elementi che possono aumentare l'efficienza dell'impresa, sempre nella scala da 0 a 4, sono risultati: l'ottimizzazione dei costi (3,3); il miglioramento della produttività (3,2); la valorizzazione del capitale umano e l'integrazione delle competenze (3,1); la rapidità del time to market (2,9); la riduzione degli scarti di produzione (2,8); la qualità e l'efficacia dei sistemi di reporting (2,7); l'ottimizzazione dei consumi energetici e di materie prime (2,5); la

gestione efficiente della leva finanziaria (2,5); l'utilizzo di sistemi virtuali per la progettazione e la prototipazione (2,3). Relativamente al cambiamento delle competenze trasversali (soft skills) richieste al personale a seguito dell'introduzione delle tecnologie 4.0, emerge che per i dirigenti i principali cambiamenti hanno riguardato: la velocità nel trovare soluzioni e decisioni appropriate (fast and focused decision making/problem solving) insieme all'autonomia, responsabilità, adattabilità e proattività; senza naturalmente dimenticare la leadership. Per impiegati e operai i principali cambiamenti hanno riguardato la capacità di proporre tempestivamente soluzioni ai problemi, l'autonomia, la responsabilità, l'adattabilità e la proattività insieme alla capacità di lavorare in gruppo e alle competenze digitali.

## **PARAGRAFO 2.5**

# QUALI SONO LE SOLUZIONI CHE UN'AZIENDA MANIFATTURIERA PUO' PRENDERE NELLA QUARTA RIVOLUZIONE INDUSTRIALE?

Ora più che mai le industrie Manifatturiere devono assolutamente rifarsi agli avanzamenti tecnologici che sono attesi. Infatti anche il Ministero per lo Sviluppo Economico ha promosso, per il quadriennio 2017-2020, un piano di sviluppo a sostegno delle aziende che intendono attuare la trasformazione da azienda manifatturiera ad Industria 4.0. La manovra è stata accompagnata da un Piano nazionale di comunicazione mezzo stampa generalista, web e social media per sensibilizzare il settore industriale sulle tematiche Industry 4.0 e sui temi di innovazione digitale.

Il Piano Nazionale Industria 4.0 ha come principali obiettivi quelli di:

- 1. Incentivare gli investimenti privati su tecnologie e beni 4.0
- 2. Aumentare la spesa privata in Ricerca, Sviluppo e Innovazione
- 3. Rafforzare la finanza a supporto di 4.0, VC e startup

Per operare questa trasformazione, oltre a sostenere la creazione delle macrocondizioni necessarie allo sviluppo (come ad esempio assicurare adeguate infrastrutture di rete), il Mise ha messo in atto una serie di agevolazioni economiche rivolte ad imprese del settore privato, quali ad esempio:

- Iperammortamento: incremento aliquota per investimenti in beni materiali strumentali nuovi funzionali alla trasformazione in chiave Industria 4.0 (da 140% a 250%)
- Superammortamento: proroga con aliquota al 140% per i beni strumentali nuovi e potenziamento inserendo beni immateriali strumentali (software) funzionali alla trasformazione in chiave Industria 4.0

- Credito d'imposta alla ricerca, con un credito massimo per contribuente fino a 20€M
- Detrazioni fiscali fino al 30% per investimenti fino a 1M € in startup e PMI innovative

Ma cosa significa Industria 4.0?

L'Industria 4.0 rappresenta la quarta Rivoluzione Industriale, un processo che porterà alla produzione industriale sempre più automatizzata e interconnessa. È una realtà dove macchine e robot, interconnessi con computer e algoritmi "intelligenti", perseguono un obiettivo comune: lavorare in autonomia con interventi sempre più mirati da parte degli operatori.

L'Industry 4.0 introduce il concetto di "smart factory" in cui sistemi cyber-fisici controllano i processi fisici dell'azienda e prendono decisioni condivise, grazie ad un monitoraggio continuo ed in tempo reale di tutte le informazioni:

- 1. Comunicazione multidirezionale, dinamica e costante tra tutti gli attori
- 2. Coordinamento tra le attività produttive per reagire in modo efficiente e tempestivo agli eventi e agli imprevisti
- 3. Integrazione delle informazioni lungo tutta la catena del valore, dal fornitore al consumatore

I nuovi processi produttivi si basano in particolare su:

- o tecnologie di produzione di prodotti realizzati con nuovi materiali
- meccatronica
- o robotica
- utilizzo di tecnologie ICT avanzate per la virtualizzazione dei processi di trasformazione
- o sistemi per la valorizzazione delle persone nelle fabbriche









Figura 6 - 4 rivoluzioni industriali

Come già avvenuto per le precedenti Rivoluzioni Industriali, si tratta di un vero e proprio mutamento culturale, che prevede l'introduzione di tecnologie che cambieranno in modo radicale il modo di progettare, realizzare e distribuire prodotti e servizi.

Digitalizzare e avere macchine a tecnologia avanzata è un percorso da cui le aziende manifatturiere non possono più prescindere. Si rende pertanto necessario attivare nuove politiche aziendali finalizzate a rilanciare il settore produttivo grazie all'integrazione sempre più stretta delle tecnologie digitali nei processi industriali manifatturieri, cambiando il volto dei prodotti e dei processi.

L'introduzione di questi nuovi sistemi informatizzati può diventare l'occasione per rivisitare l'intera organizzazione aziendale, stabilendo obiettivi di miglioramento misurabili e verificabili nel breve periodo.

## **PARAGRAFO 2.6**

#### IL FUTURO DELLE SMART FACTORIES

Investire nelle fabbriche intelligenti (Smart Factories) porterà ad un aumento dell'efficienza produttiva nelle imprese manifatturiere del +27% nell'arco dei prossimi cinque anni, pari a un contributo totale di 500 miliardi di dollari in termini di valore aggiunto annuo all'economia globale. Entro la fine del 2022, i produttori prevedono che il 21% dei loro stabilimenti saranno trasformati in fabbriche intelligenti, a guidare tale rivoluzione digitale saranno soprattutto settori come l'aerospaziale e la difesa, la manifattura industriale e l'automotive, dove i lavoratori già interagiscono con le macchine intelligenti.

Lo rivela lo Smart Factories Report pubblicato da Capgemini e condotto dal Digital Transformation Institute della società intervistando, con questionari qualitativi e quantitativi, 1000 dirigenti con la carica di director o con ruoli in posizioni apicali in aziende manifatturiere con un fatturato registrato di oltre 1 miliardo di dollari provenienti da Stati Uniti, Regno Unito, Francia, Germania, Svezia, Italia, India e Cina. La ricerca è stata condotta in sei settori: manifatturiero, automobilistico e trasporti, energia e utilities, aerospaziale e difesa, life science e farmaceutico e beni di consumo.

## **SMART FACTORY**

Si tratta di fabbriche che impiegano tecnologie digitali innovative come l'Internet of Things, Big Data Analytics, Intelligenza Artificiale e Robotica Avanzata per potenziare produttività, qualità e flessibilità, riducendo così significativamente i costi operativi. Considerate un elemento fondante della "Digital Industrial Revolution", le fabbriche intelligenti fanno ricorso a robot collaborativi, lavoratori che utilizzano elementi di realtà aumentata (caschetti, proiezioni, lenti, tablet, dispositivi da indossare, ecc.) e

macchine capaci di autovalutare e segnalare la necessità di un intervento di manutenzione.

Potenzialità dell'evoluzione digitale

Un'evoluzione digitale che, secondo i produttori, porterà nei prossimi cinque anni ai sequenti risultati:

- la produttività crescerà su base annua 7 volte il tasso di crescita dal 1990;
- le voci di costo importanti come rimanenze, Capex e materiali verranno razionalizzate più di 11 volte rispetto al tasso di miglioramento dal 1990;
- gli indicatori di qualità come per esempio la puntualità della consegna e la riduzione degli scarti di tempo – miglioreranno 12 volte rispetto al tasso di miglioramento registrato nel 1990.

### **COMPETITIVITA'**

A fronte di tali previsioni, la maggior parte delle realtà industriali ha già intrapreso la digitalizzazione dei propri stabilimenti per rimanere competitive:

- solo il 16% degli intervistati afferma di non aver intrapreso iniziative in tal senso, o di non avere piani imminenti per attuarle;
- la metà degli intervistati di Stati Uniti, Francia, Germania e Regno Unito ha già implementato fabbriche intelligenti, contro il 28% degli intervistati in India e il 25% in Cina;
- il 67% della produzione industriale e il 62% delle organizzazioni aerospaziali e di difesa hanno intrapreso il percorso verso le Smart Factories contro il 37% delle aziende farmaceutiche e delle imprese operanti nel mondo life science;

- più della metà (56%) degli intervistati ha investito più di 100 milioni di dollari in Smart Factories negli ultimi cinque anni e il 20% ha dichiarato di aver investito più di 500 milioni di dollari;
- tuttavia solo il 6% delle aziende risulta essere in una fase avanzata di digitalizzazione della produzione e solo il 14% degli intervistati ha dichiarato di essere soddisfatto del grado di successo raggiunto.

# **OPPORTUNITA' DI LAVORO**

Le fabbriche intelligenti aprono nuove opportunità di lavoro per i profili altamente qualificati, soprattutto in settori quali automazione, analytics e cyber security: l'obiettivo è eliminare le inefficienze e ridurre i costi generali, non i posti di lavoro tanto che il 54% degli intervistati sta fornendo ai propri dipendenti la formazione sulle competenze digitali, mentre il 44% sta investendo nell'acquisizione di talenti digitali per colmare il gap di competenze.

### CAPITOLO III

### **DIGITAL MANUFACTURING**

#### **PARAGRAFO 3.1**

# MANUFACTURING EXPERIENCE IN MICROSOFT ITALIA



All'interno della Microsoft House di Viale Pasubio 21 troviamo la Manufacturing Experience, un percorso esperienziale dedicato al mondo manifatturiero. Rappresenta il cuore del Microsoft Technology Center, progettato per fare vivere ad aziende, startup e ai professionisti scenari d'innovazione e per promuovere l'open innovation, che ha già ospitato mille eventi e occasioni di formazione coinvolgendo 30mila partecipanti nei due anni di apertura della nuova sede.

L'idea della Manufacturing Experience nasce dalla necessità del mondo del manifatturiero di evolvere e trovare nuove soluzioni e tecnologie annesse alle realtà aziendali del settore al fine di rendere le aziende produttive italiane il più competitive possibili.

Pertanto Microsoft ha fatto squadra con i partner al fine di sviluppare un'esperienza immersiva, interattiva e personalizzabile che consenta ai top manager e professionisti del settore IT di comprendere, attraverso demo e applicazioni concrete, come l'innovazione consenta di rispondere alle sfide continue del mercato.

"Secondo il Rapporto sull'Industria Italiana 2019 di Confindustria, l'Italia rappresenta la settima potenza manifatturiera del mondo e la seconda in Europa: la manifattura italiana impiega oggi quasi 4 milioni di persone." Per non perdere la competitività globale contro Asia e Nord-America, è fondamentale supportare la trasformazione digitale delle imprese, favorendone gli investimenti in tecnologie, un più stretto legame tra il mondo della ricerca e l'industria, la formazione e l'aggiornamento continuo delle competenze. Per l'appunto Microsoft ha creato un piano nazionale, che rappresenta la soluzione al gap che si sta creando in ambito competitivo globale, chiamato: Ambizione Italia. Questo piano è concretamente il programma nazionale con cui Microsoft intende far squadra con i propri partner per contribuire alla crescita e all'innovazione del Paese facendo leva in primis sulla formazione e che ha già visto 420mila persone coinvolte, 190mila formate e 20mila certificati.

Per questo motivo è nata quindi la Manufacturing Experience che concretizza uno dei pilastri del progetto ovvero la "Digital Transformation", intesa come impegno a condividere best practice e ad accompagnare le realtà nostrane verso scenari evolutivi ove le nuove tecnologie e l'Al possano fare la differenza inaugurando nuovi modelli di business e partecipando allo sviluppo dell'economia italiana.

#### COME SI COLLOCA L'ITALIA IN UNO SCENARIO MONDIALE?

"L'Italia è la seconda manifattura in Europa e l'AI è in grado di accelerare la crescita con un incremento del PIL pari all'1% annuo, è chiaro il valore strategico degli investimenti in questa prospettiva ed è altrettanto chiara l'importanza di fare ecosistema per accompagnare le aziende in questo percorso d'innovazione", è la dichiarazione di Andrea Cardillo, il Direttore del MTC di Microsoft. Si tratta di sessioni personalizzate che hanno l'obiettivo di integrare di volta in volta nuovi applicativi,

nuove soluzioni integrate volte ad esprimere il massimo potenziale dei recenti trend tecnologici.

La Manufacturing Experience si articola come una storia coinvolgente e interattiva, raccontando il percorso di un'azienda manifatturiera e dei processi che gestisce. L'esperienza si sviluppa affrontando diversi aspetti: dalla previsione della domanda all'approvvigionamento delle materie prime, dalla gestione della produzione alla vendita del prodotto finito, dal suo monitoraggio tramite segnali telemetrici ai servizi di post-vendita, fino ad arrivare alla formazione dei nuovi assunti.

Il percorso consta di una prima parte in cui si evidenziano i processi industriali che sono oggetto dell'esperienza e i sistemi informatici ad essi sottesi e di una seconda parte in cui si vivono alcune fasi di un impianto di produzione ove è possibile interagire con i robot, gestire i blocchi della linea sfruttando la Mixed Reality e seguire un training per imparare come si effettua la manutenzione di un macchinario indossando HoloLens. Le soluzioni pertanto rappresentano la spina dorsale dell'esperienza che si tramuta dal Cloud all'Edge e, proprio come nella realtà, vengono estese e verticalizzate dalla rete dei partner Microsoft.

Il numero di partner che contribuiscono attivamente al percorso è in rapida crescita e tra le applicazioni e strumenti con cui è possibile interagire nella Manufacturing Experience vi sono, al momento: ABB, Comau, KUKA, Teorema, ToolsGroup e Reti. Il progetto ha l'ambizione di evolvere di continuo e lo spazio è accessibile ad aziende e professionisti che vogliono vedere di persona e toccare con mano le più recenti innovazioni con cui Microsoft intende supportare il Paese nel percorso di trasformazione digitale.

### **PARAGRAFO 3.2**

### PARTNER E MANUFACTURING EXPERIENCE

# - CUCINA PEDINI



Figura 7 - Cucina Pedini

All'inizio del percorso immersivo nella manufacturing experience scopriamo la cucina Pedini.

Infatti l'obiettivo della Manufacturing Experience abbinata alla domotica quotidiana è quella di rendere possibile parlare con la cucina, vivere quotidianamente un'esperienza 4.0 capace di unire il design di un grande brand all'innovazione tecnologica firmata Microsoft in collaborazione con loMote. La cucina del futuro è qui, nel presente, è italiana nel design e nella tecnologia, parla e comprende ciò che le viene detto.

"Hi Pedini". È questo il nome dell'applicazione, della tecnologia e del comando vocale che attiva l'ultima proposta di Pedini, brand marchigiano che da oltre 60 anni si fa interprete della migliore tradizione italiana nell'arredamento, e che, per il progetto

che celebra l'Internet of Things in chiave design, ha collaborato con IoMote, start up già partner dell'azienda, e Microsoft per tenere fede alla sua tradizione di ricerca tecnologica e strizzare l'occhio al futuro.

L'obietto della cucina Pedini è quello di rendere unica e immersiva l'esperienza dell'utente finale. Semplificare e ottimizzare i normali processi quotidiani. Analizzare nel dettaglio ogni singola azione dell'utente ed interagire e semplificare l'esperienza finale.

# **KUKA ROBOTER**



Figura 8 - KUKA ROBOTER

Successivamente troviamo un Robot KUKA, un altro partner di Microsoft. KUKA è uno dei produttori leader nel mondo nel campo dell'automazione. Ai numerosi clienti, che operano nei più diversi settori, KUKA si presenta come fornitore unico per un ventaglio completo di servizi: dai componenti robot alla cella di produzione, dall'impianto chiavi in mano fino alla produzione collegata in rete per mezzo di strumenti informatici basati su cloud.

Al fine di garantire la massima efficienza in ambito robotico KUKA vanta numerose soluzioni e altrettante divisioni.

### Divisioni di KUKA

# **Divisione Industries**

La divisione Industries ha a disposizione i prodotti e le soluzioni che servono: dai robot industriali ai pacchetti *Ready2\_use*, dalle celle fino alle soluzioni personalizzate per il cliente. KUKA offre all'indotto automobilistico, all'industria elettronica e a numerosi altri settori la risposta giusta in tema di automazione intelligente.

Le attività della divisione Industries:

- Indotto automobilistico
- Industria elettronica
- Industria delle macchine utensili
- Industria alimentare
- Industria delle materie plastiche
- Ingegneria medica
- Industria della saldatura, della forgia e della fucinatura

# **Divisione Automotive**

Nella divisione Automotive sono racchiuse tutte le competenze in materia di costruzione di impianti automobilistici e macchine speciali nonché di ingegneria dei sistemi per l'industria aerospaziale: dall'ingegnerizzazione al collaudo fino all'assistenza. Alcune dei prodotti:

- Soluzioni di automazione e servizi per la costruzione di impianti automobilistici, macchinari speciali e carrozzerie, nonché per il settore della mobilità elettrica e dell'industria aerospaziale.
- Produzione a matrice
- Messa in servizio virtuale
- Soluzioni software intelligenti e Industrie 4.0
- Collaborazione uomo-robot (HRC)

# **Divisione Consumer Goods & Logistics Automation**

KUKA rivoluziona il futuro della logistica con soluzioni di automazione per magazzini e centri distributivi basate sui robot e sull'analisi dei dati. Con un'analisi approfondita dei dati e grazie alla nostra comprensione del settore, troveremo la soluzione Industrie 4.0 e di robotica adatta per la vostra impresa. Obiettivo della divisione Consumer Goods & Logistics Automation è raggiungere la massima efficienza, flessibilità e rapidità nei processi di logistica interna.

KUKA supporta nella ideazione, progettazione e realizzazione di soluzioni, offrendo servizi completi per l'intero ciclo di vita. L'obiettivo della divisione Consumer Goods and Logistics Automation è quello di ottimizzare il magazzino e i centri di distruzione con i sistemi automatizzati per la logistica interna.

Attività della divisione Consumer Goods & Logistics Automation:

- Immagazzinaggio e stoccaggio con tecnologia per pallet e merci leggere
- Convogliamento e trasporto per un flusso efficiente dei materiali
- Tecniche ausiliarie di prelievo per la gestione dell'inventario di magazzino
- Principi di prelievo quali uomo alla merce, zona a zona e merce all'uomo

- Soluzioni di prelievo completamente automatiche
- Sistemi di gestione del magazzino modulari, basati su software

# **ABB**



Figura 9 - ABB YUMI

Sempre nella Manufacturing Experience troverete anche il robot YuMi di ABB.

Con YuMi, risultato di anni di ricerca e sviluppo, la collaborazione tra uomo e robot è sempre più semplificata, al fine di rendere efficace l'interazione tra uomo e macchina.

Pertanto ABB ha sviluppato un robot collaborativo a due bracci per l'assemblaggio di piccoli pezzi, dotato di mani flessibili, sistemi per l'alimentazione dei pezzi, telecamera per il riconoscimento delle parti e controllo avanzato. YuMi è destinato a cambiare per sempre il concetto di automazione dell'assemblaggio. YuMi significa tu ed io ed ha il compito principale di aumentare notevolmente l'interazione tra uomo e robot.

Nella Manufacturing Experience l'obiettivo è proprio quello fi far sì che questa interazione lineare tra uomo e macchina sia efficace in tutte le sue fasi. L'obiettivo di YuMi all'interno della Manufacturing Experience è proprio quello di aumentare la produttività e ridurre gli scarti dei robot che tendenzialmente in un ambito produttivo

tendendo a colmarsi creando anche dei disequilibri nei sistemi di produzione.

# e.DO - COMAU



Figura 10 - e.DO Robot

Ulteriore Robot presente nella manufacturing experience è eDO, un robot antropomorfo a 6 assi, assemblabile secondo una logica semplice, basato su un hardware al 100% open-source e su una piattaforma software, che permette agli utilizzatori di comprendere il mondo della robotica, in ottica bi-direzionale, partendo dalla sua programmazione interna oppure dal suo montaggio esterno. e.DO, un robot compatto e loT-compliant – progettato e sviluppato da Comau con la collaborazione tecnica del team italiano di Altran, presenta delle caratteristiche sufficientemente semplici per essere padroneggiate da un adolescente, ma si rivela abbastanza potente per soddisfare le esigenze di un ingegnere qualificato.

All'interno dell'ecosistema aperto e modulare di e.DO, la robotica avanzata può andare incontro a persone di qualunque età e interesse. La struttura hardware e

software è stata progettata per incoraggiare la condivisione di applicazioni e il loro sviluppo, tramite la crescita di una community e.DO, o per la programmazione del robot stesso.

Grazie alla sua versatilità, e.DO può essere utilizzato in molteplici settori. Può essere impiegato nelle scuole per aiutare gli studenti nei propri corsi di studio, per eseguire semplici attività domestiche e per simulare e testare operazioni di lavoro. Dotato di una struttura esterna in plastica resistente, dal design Made-in-Italy e con un'architettura aperta, e.DO ha il potere e la flessibilità di creare virtualmente ogni applicazione che rientri all'interno dei propri parametri di velocità e di carico al polso.

Ciascun giunto di e.DO è dotato di un controllo meccanico ed elettronico autonomo, che può essere configurato secondo le necessità dell'operatore, permettendo ad ogni componente di interfacciarsi e comunicare in modo modulare e indipendente.

# Le caratteristiche principali sono:

- Progetto destinato al settore professionale, educativo e al mercato consumer.
- Struttura modulare e flessibile che supporta configurazioni personalizzate.
- Interfaccia di programmazione e controllo user-friendly e altamente intuitiva.
- Facilmente controllabile da tablet, laptop o PC.
- Integrato con il sistema di controllo Raspberry Pi.
- Dotato di istruzioni d'uso e di supporto alle applicazioni.
- Collegato a una community in espansione, a partire dai primi utilizzi del robot, per la condivisione e lo sviluppo di applicazioni.
- IoT compliant (scheda elettronica multisensore distribuita su ogni giunto)
- Adatto a qualunque livello di esperienza e tipologia di interesse.

# **MANUFACTURING EXPERIENCE**

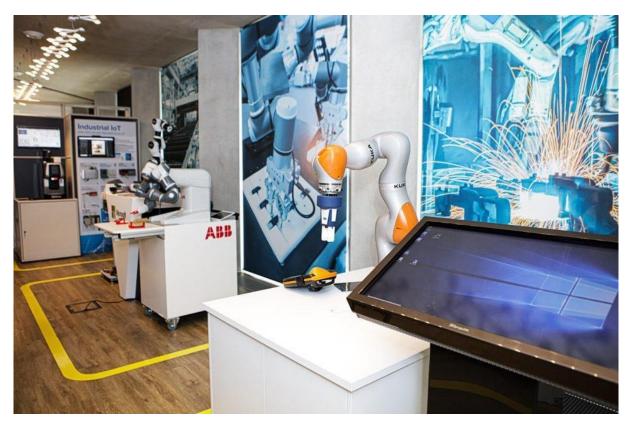


Figura 11 - Manufacturing Experience Milano

Vediamo nel dettaglio come si struttura la Manufacturing Experience.

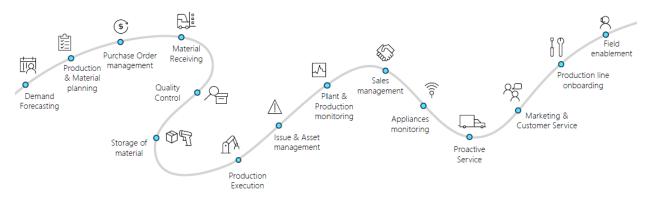


Figura 12 - Percorso Manufacturing Experience

Come si può vedere dall'immagine sopra esposta la Manufacturing Experience segue diverse fasi:

- 1° FASE: Planning; questa fase copre il Demand Forecasting; Production and Material Planning, PO Management.
- 2° FASE: Warehouse Management; copre la parte di Material Receiving Quality Control e Storage of Material.
- **3° FASE**: **Production Management**; Fase intermedia che tocca la Production Execution, Issue & Asset Management e il Plant & Production Monitoring.
- 4° FASE: Sales; in questa parte dell'esperienza le attività che vanno collocate al post produzione tramite dispositivi per comprende la vendita: Sales Management e Apppliances Monitoring.
- **5° FASE: After-Sales**; Marketing and Customer Service.
- 6° FASE: Employee Onboarding; l'Employee Onboarding è una fase parallela alle altre soprattutto in merito alla formazione, all'onboarding e al field management dei dipendenti.

Partendo dalla prima fase il Demand Forecasting nella Manufacturing Experience viene esposto tramite l'integrazione di due piattaforme Microsoft: Azure e Dynamics 365 in parallelo a ToolsGroup (software di terze parti) che calcola in automatico i piani di domanda e i fabbisogni produttivi usando gli algoritmi di Azure Machine Learning. Grazie alla possibilità di integrare i dati della domanda e degli ordini cliente, riduce l'errore di previsione e ottimizza le scorte. Come risultato si ha un miglioramento del livello di servizio e scorte più efficienti, anche per articoli con livelli di movimentazione medio-bassi. SO99+ ottimizza ogni prodotto in relazione al livello di servizio pianificato, generando automaticamente una previsione affidabile per ogni prodotto, inognilocazione, anche in supply chain complesse multilivello. Grazie a una piattaforma web di demand collaboration, che integra in un unico strumento i dati

della domanda e delle previsioni provenienti da diverse fonti, anche l'utente meno esperto può facilmente contribuire al processo di pianificazione delle previsioni.

Nella fase della gestione del magazzino e della produzione che va ad inglobare il processo di ricezione, immagazzinamento e controllo qualità dei materiali viene realizzato con il supporto di Dynamics 365 e di app dedicate per dispositivi mobili. Dynamics 365 Finance and Operations è utilizzato proprio per la gestione degli ordini di produzione dalla pianificazione fino al completamento: le informazioni riguardo i percorsi e i materiali sono trasmesse ai macchinari sfruttando la loro connessione al cloud tramite Azure IoT Hub. I macchinai connessi forniscono feedback riguardo ai tempi di esecuzione, alla lavorazione dei materiali, alle quantità prodotte e alle lavorazioni difettose.

Nella fase della produzione pura e del predictive maintenance troviamo il robot KUKA LBR che svolge le sue normali operazioni in stretto contatto con l'operatore. Ogni suo movimento è controllato ed intrinsicamente sicuro, in modo da garantire produttività e sicurezza. Il risultato delle sue operazioni viene espesto, tramite un gateway IoT, direttamente su cloud Azure, in modo da monitorare il processo e l'usura dei componenti e permettere un'analisi dei dati immagazzinati.

L'obiettivo di questa analisi è quella di proiettare su Azure dei dati quantitativi specifici con le varie analisi svolte dal robot in ambito produttivo ed inziare a proiettare scenari di miglioramento continuo.

Sempre nella stessa fase troviamo anche ABB che ha sviluppato un' applicazione collaborativa tra il roboto YuMi e un operatore. L'operatore posiziona una scheda elettronica di fronte a YuMi. YuMi manipola e controlla il QR code attraverso la visione integrata. Yumi identifica l'integrità della scheda:

L'oggetto è conforme: YuMi lo posiziona nella scatola;

• L'oggetto non è conforme: YuMi scarta l'oggetto posizionandolo nell'area scarti.

YuMi trasmette le informazione sulla produzione alla piattaforma cloud Azure.

Sempre in questa fase vi è l'esperienza immersiva della predictive maintenance grazie a Dynamics 365 Remote Assist per Android che permette di estendere le competenze dell'applicativo di Microsoft per collaborare con telefonini con sistemi Android ARCore. In aggiunta ai telefonini e l'applicazione vi è la possibilità anche di immettere i Microsoft Hololens. I tecnici possono usare i telefonini per connettersi e collaborare con gli esperti sull'hub di collaborazione Teams, al fine di condividere idee e suggerimenti. Usando il video calling e la mixed reality inoltre possono condividere lo schermo con gli esperti al fine di analizzare e risolvere eventuali problematiche.

La fase del monitoraggio della produzione e degli stabilimenti è svolta da ROLD SmartFab e Microsoft. La soluzione digitale per monitorare la fabbrica, che permette di avere tutti i dati di produzione a portata di mano sfruttando le potenzialità di Microsoft Azure. SmartFab infatti raccoglie i dati direttamente dal macchinario e li rende disponibili in real time su schermi touch e su device mobile e wearable: ovunque e in qualunque momento, sia agli operatori che ai manager.

In aggiunta alla raccolta dati proveniente dai dispositivi o direttamente dai robot e possibile anche fare stream analytics e processamento dati. Per l'appunto una digital platform, basata du IoT Hub (device connessi), stream analytics e Azure Database (storage) abilita la gestione e la presentazione dei dati di produzione e dei plant. Una web app che gira su Azure viene usata per mostrare delle dashboard che includono:

- Performance delle macchine: i tempi di esecuzione degli ordini di lavoro (provenienti da Dynamics 365)
- Ordini di produzione pianificati: in particolare la disponibilità dei materiali necessari in linea di produzione (provenienti da Dynamics 365)

 KPI ambientali del plant: il sistema di riscaldamento e raffreddamento gestito grazie alla combinazione di intelligent device con gli algoritmi di Azure Machine Learning.

In parallelo grazie alla collaborazione con un partner di Microsoft è stato creato Hydro 3D, che permette la riproduzione in ambiente virtuale fotorealistico di un bacino idrico e della relativa centrale idroelettrica. Sensori IoT raccolgono le informazioni dalle turbine in tempo reale e le rendono disponibili sulla piattaforma cloud Azure. L'ambiente realistico è navigabile attraverso diversi device e permette di visualizzare dati di produzione e funzionamento delle turbine in tempo reale abilitando così scenrai di predictive production, predictive maintenance e remote assistance o digital twin.

Grazie alla collaborazione con il Gruppo Filippetti è stato possibile realizzare dei casi d'uso di sicurezza in ambito produttivo tramite la creazione di sensoristica sugli apparecchi di sicurezza che vengono normalmente indossati dagli operatori.

Sempre nella manufacturing experience troviamo anche la possibilità di interfacciare un partner esperto in contrattualistica digitale: iCertis. iCertis in collaborazione con Microsoft permette ai manufatturieri di trasformare i contratti in asset validi che possono guidare il business e ridurre i rischi della mala gestione contrattuale e aumentare in maniera semplice, intelligente ed efficace un ciclo vita del contratto tramite una piattaforma di gestione.

Ultimo è che in quest'area è possibile avere una piattaforma di manutenzione remota interamente basata sui servizi di Microsoft Azure: HoloMaintenace, sviluppata con un partner di Microsoft. L'obiettivo è di aiutare le aziende e lavoratori a collaborare in remoto per ridurre i tempi di riparazione e manutenzione e gestire più facilmente attrezzature e strumenti che richiedono un monitoraggio complesso e spesso lungo. La tecnologia olografica e i visori Microsoft Hololens consentono ai venditori di gestire istruzioni di riparazione step-by-step , con l'ausilio di chat audio-video,

condivisione di immagini, annotazioni di realtà mista e animazioni olografiche 3D. E' un'applicazione HoloLens per i lavoratori di prima linea e client multi-device per gli esperti.

### **CAPITOLO IV**

### MICROSOFT E SUPPORTO ALLE AZIENDE MANUFACTURING

Da sempre l'obiettivo di Microsoft è di supportare al meglio le aziende di tutti i settori. Per questo motivo Microsoft è strutturata per segmenti di mercato, al fine di garantire un livello di supporto efficiente e di alto livello alle numerose aziende del territorio.

Nel segmento manifatturiero l'obiettivo di Microsoft oltre a dare un supporto di alto livello è anche strutturata al punto da garantire una crescita in termini di innovazione tecnologica nell'ambito di processi produttivi, miglioramento nella gestione delle scorte e aumento dell'efficienza di fabbisogno.

### **PARAGRAFO 7.1**

### COME SI STRUTTURA UN SUPPORTO DI TIPO PREMIER IN MICROSOFT?

Microsoft è una realtà Hi-Tech che è strutturata in modo da garantire un livello di supporto consono alle varie realtà.

Nello specifico il supporto Premier di Microsoft è pensato per colmare il gap che le realtà produttive incontrano durante i vari processi aziendali una volta adoperate le tecnologie di Microsoft.

Il supporto Microsoft può essere di tre grandi tipologie:

- <u>Supporto Enterprise</u> -> diretto con l'azienda, ha l'obiettivo di supporto le realtà aziendali nei loro day-by-day processi sia di processo che di prodotto.

- <u>Supporto Partner</u> → ha l'obiettivo di supportare i partner nella gestione della relazione che i partner hanno con le aziende al fine di garantirgli un adeguato supporto sia per se stessi che per le loro aziende.
- <u>Supporto Global</u> → per supportare correttamente la capogruppo e le sue consociate in tutto il globo, in maniera uniforme e continua.
- <u>Supporto per Sviluppatori</u> → supporto per sviluppatori al fine di ricevere il corretto committment da parte di Microsoft nella gestione della parte sviluppo di codice.

# Che cosa offre il contratto Premier Support?

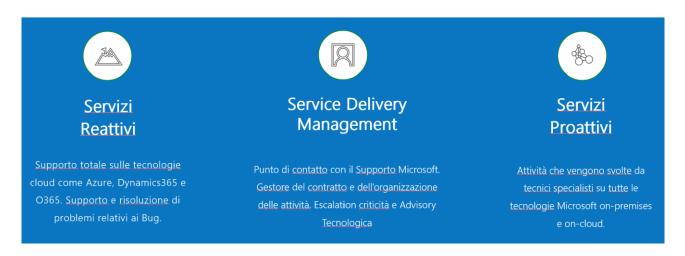


Figura 13 - Supporto Premier

Come evidenziato dalla figura qui sopra vi sono tre grandi aree facenti parte del Supporto Premier di Microsoft:

- **SERVIZI REATTIVI**: Al fine di garantire un adeguato supporto alle problematiche di reattivo per le aziende del settore, quindi per esempio queste si possono tradurre in Bug di prodotto, piuttosto che anomalie o malfunzionamenti dell'infrastruttura tecnologica su cui poggia l'applicazione.

- **SERVIZI PROATTIVI**: al fine di garantire un corretto supporto a 360°, Microsoft offre anche un servizio di consulenza ad alto livello per far si che le aziende non abbiamo intoppi o blocchi di business dovuti principalmente ai problemi di reattivo.
- **SERVICE DELIVERY MANAGER:** è il punto di contatto principale con il Supporto Microsoft. Ha il compito di gestire il contratto di supporto del cliente e ha anche l'obiettivo di gestire correttamente la l'organizzazione delle attività. Ha il compito anche di gestire le escalation in caso di problematiche e advisory tecnologica su tutte le tecnologie di Microsoft.

Al fine di garantire un adeguato supporto a tutte le aziende del mondo manifatturiero oggigiorno occorre che le aziende più all'avanguardia si dotino di supporto continuativo nel tempo.

In un'industria manifatturiera i fermi macchina possono essere considerati bloccanti e spesso possono portare ai dei blocchi business sostanziali, con conseguente perdita di denaro.

L'obiettivo principale di un adeguato Supporto Premier è proprio quello di limitare ed escludere completamente qualunque potenziale blocco che possa innestestarsi in un'azienda con ambiente produttivo.

Supponiamo per esempio un'azienda manifatturiera "XYZ SpA" che produce cerniere lampo, la suddetta azienda vuole potenziale il suo ambiente produttivo facendo analisi predittiva futura, con l'integrazione di dispositivi sensoristici su robot adibiti alle due linee di produzione (linea A e linea B).

Il supporto Premier in un'azienda di questa tipologia ha proprio il compito di creare una struttura di supporto tale per cui l'azienda possa trarre beneficio non soltanto dal punto di vista IT ma anche dal punto di vista produttivo e funzionale.

Con l'azienda XYZ Microsoft crea un supporto della durata annuale inserendo le sequenti attività mirate a creare una continuità ed evoluzione del business di fabbrica.

Partendo dal presupposto che l'azienda può anche riscontrare delle problematiche di base all'infrastruttura IT:

- i. spegnimento improvviso delle macchine per guasti o problemi generici;
- ii. malfunzionamento per motivi non definiti dell'infrastruttura IT, come per esempio un bug di prodotto.
- iii. Blocco di produzione dovuto a problemi economici.

Con il supporto Premier l'azienda XYZ senz'altro riduce le proprie problematiche e migliora la situaizone produttiva.

In questo caso specifico la struttura del supporto Premier sarà la sequente:

# • Service Delivery Manager:

- ✓ Punto di contatto dedicato verso Microsoft Premier Services per le attività di supporto.
- ✓ Coordinamento del team di lavoro
- ✓ Meeting di kickoff e SAL periodici
- ✓ Escalation Management
- **Problem Resolution Hours** il calcolo delle ore relativo a blocchi di business è calcolato tramite la decurtazione di ore ogni qualvolta che verrà utilizzato :
  - ✓ Richieste di Supporto Tecnico Break-fix
  - ✓ 7x24 Crit-Sit Management
- Support Assistance Hours il calcolo delle ore di supporto proattivo vengono
  calcolate sulla base di ore utilizzate per formazione da remoto, onsite, chalk
  and talk di ingegneri specializzati per tecnologia oppure semplicemente ore di
  advisory:

- ✓ Supporto consulenziale per per esigenze spot o non pianificate su qualunque tecnologia Microsoft (affiancamento e supporto alle attività di utilizzo dell'infrastruttura)
- ✓ WorkshopPLUS Data AI: Transform Business with Internet of Things
- ✓ Network Performance Assessment
- ✓ Dynamics 365 ERP Assessment
- ✓ Dynamics 365 ERP Code Review

### **CAPITOLO V**

# **DATA SCIENCE, IoT e BIG DATA**

Negli ultimi anni vi è stato un incremento notevole dell'importanza della data science e della valorizzazione dato stesso, dell'Internet of Things (IoT) e dei Big Data, di cui il 90% vengono già generati attualmente. Ogni giorno, 2,5 quintilioni di byte di dati sono generati, ed è molto accelerato dalla crescita dell'IoT.

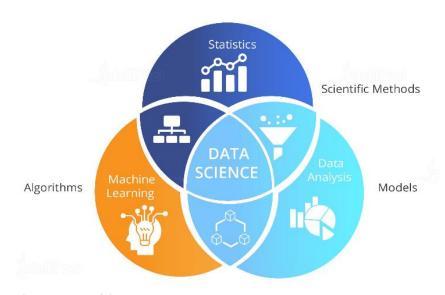


Figura 14 - Data Science

Questi dati provengono da fonti come per esempio:

- Sensori usati negli shopping mall per ottenere le informazioni degli acquirenti.
- Platform di Social Media.
- Produzione Industriale, includendo la programmazione industriale, il demand forecasting, lo storage dei materiali, il magazzino etc.
- L'acquisto di transizioni che sono fatte tramite l'e-commerce.
- Dati da macchine industriali.
- Dati di produzione: quali per esempio gli scarti, failure, yield etc.
- Dati da sensori applicati alle macchine industriali.

Le aziende sono sommerse da notevoli quantità di dati. In più, è veramente importarte capire come questi dati sono esplosi e come utilizzarli al meglio per trarne i relativi benefici.

La Data Science prende insieme le skills di Statistica, matematica e la conoscenza del business ed aiuta le organizzazioni per trovare strade per:

- Ridurre i costi di produzione industriale
- Subentrare nei nuovi mercati
- Classificare e creare nuovi prodotti
- Essere effettivi ed efficaci nell'analisi dei dati per predire scenari futuri di produzione industriale.
- Creare nuovi processi industriali più snelli.
- Ovviare ai problemi di ciclicità presenti nell'ambito manifatturiero (esempio: produzione stagionale)



Figura 15 - Aree di utilizzo Data Science

La scienza dei dati è l'insieme di principi metodologici (basati sul metodo scientifico) e tecniche multidisciplinari volto a interpretare ed estrarre conoscenza dai dati attraverso la relativa fase di analisi da parte di un esperto (Data Scientist).

I metodi della scienza dei dati (spesso associati al concetto di data mining) si basano su tecniche provenienti da varie discipline, principalmente da matematica, statistica, scienza dell'informazione, informatica e scienze sociali, in particolar modo nei seguenti sottodomini: basi di dati e visualizzazione dati o business intelligence, intelligenza artificiale o apprendimento automatico. Il fine ultimo è quello di dare un significato concreto al dato, estrarre informazioni e tradurle in linguaggio di business. Tale processo può tradursi nelle seguenti fasi:

### PRIMA FASE – RICERCA E POSIZIONAMENTO DEL DATO

La prima fase è costituita dalla raccolta del dato. Questa include anche le modalità di ricerca del dato stesso tramite le diverse fonti dati che potrebbero essere in un format destrutturato come video, immagini o in un format strutturato come file di testo oppure tramite i database relazionali. Oggigiorno costruire un data lake è la soluzione ideale per aziende che hanno la necessità di fare analisi cross-funzionali sui Big Data, che hanno processi interni strutturati per garantire la governance dei dati, che hanno personale competente sia nelle tecnologie impiegate per la costruzione della piattaforma, sia nell'analisi dei dati, o che possono avvalersi di consulenze esterne specializzate nelle aree in cui sono carenti.

### Che cosa è un DATA LAKE?

Si tratta di un nuovo metodo di lavoro che semplifica e potenzia l'archiviazione, la gestione e l'analisi del dato, utilizzando informazioni provenienti da fonti disomogenee, nel loro format nativo. In sostanza un Data Lake è:

- Un luogo per archiviare dati strutturati e non
- Uno strumento di analisi
- Una risorsa per accedere ai dati, condividerli e correrarli per attività di business.

E' considerato nuovo perchè i sistemi storicamente utilizzati per archiviare, processare e analizzare i dati sono definiti e strutturati in base all'uso finale che si prevede di farne, attraverso un'architettura di tipo "Data Warehouse". In un sistema di tipo Data Warehouse, partendo da un set di dati "grezzi", questi vengono strtturati e processati attraverso un approccio cosiddetto di schema-on-write, dove prima viene definita la struttura del database che deve ospitare i dati, poi i dati vengono scritti all'interno della struttura predefinita e nel momento in cui sono prelevati per l'analisi, vengono restituiti nel formato predefinito. Un sistema di tipo Data Lake invece adotta un approccio cosiddetto di Schema-on-read: i dati sono acquisiti nel loro formato nativo secondo delle policy che standardizzano, per le diverse tipologie di dati, modalità, tempi e regole di inserimento dei dati nel data lake. Ad ogni elemento vengono associati un identificatore e un insieme di metadati che lo quantificano di modo tale che, nel momento in cui è necessario accedere ai dati alla ricerca di un risultato specifico. Il data lake possa essere interrogato per restituire tutti i dati rilevanti. E' il quesito di analisi a determinare la selezione dei dati ai quali attingere informazioni, e la ricerca non si limita a un database predisposto per quel tipo di analisi, ma accede a tutte le informazioni disponibili, indipendemente dalla sorgente che le ha generate.

I vantaggi dovuti a un sistema di tipo Data Lake sono molteplici:

- Riduzione dei costi di archiviazione e spazio di archiviazione infinito:
   l'utilizzo di metodi di conservazione dei dati su file system distribuiti (in cloud)
   tipici di un sistema di tipo Data Lake rende implicitamente infinito lo spazio disponibile per l'archivazione dei dati.
- Riduzione dei costi di consolidamento dei dati: riunire tra loro database con strutture diverse è complesso e richeide uno sforzo ingente di data modelling.
   Inoltre è necessario prevedere anche i nuovi set di dati che si vorranno integrare, per arginare il pericolo di rapida obsoloscenza del modello dei dati.
- Riduzione del Time-to-Market: progetti di ampliamento e consolidamento dei database possono richiedere tempi lunghi, che spesso impediscono di rispondere temprestivamente al questito di business. Quando i dati sono pronti per essere analizzati, pu; essere troppo tardi per trarne valore. Inoltre, il volume dei dati non strutturati utili per l'analisi può superare di molto quello dei dati strutturati, e la possibilità di accedere in tempo reale alle informazioni contenute nei dati non strutturati può essere centrale per la riuscita di un'attività di marketing o di targetizzazione di utenti.
- Condivisione delle informazioni: Il Data Lake elimina la duplicazione delle informazioni e consente di fare tesoro delle insight ottenute, condividendole e rendendole accessibili a chiunque abbia i permessi per consultarle.

Un Data Lake è una soluzione assemblata sfruttando tecnologie avanzate e complesse di data storage e data analysis. Semplificando, potremmo raggruppare le componenti di un Data Lake in quattro categorie, che rappresentano le quattro fasi di gestione dei dati:

 Data Ingestion e Storage, ossia la capacità di acquisire dati in tempo reale o in batch; e la capacita' di conservare e accedere a dati strutturati, semi strutturati e non strutturati nel formato originario in cui sono prodotti e tramite un sistema di ruoli configurabile;

- Data Processing, ossia la capacità di lavorare sui dati grezzi in modo che siano pronti per essere analizzati con procedure standard; ed anche la capacita' di ingegnerizzare le soluzioni di estrazione di valore dai dati, attraverso processi automatici e periodici, che sono il risultato delle operazioni di analisi;
- Data Analysis, ossia la capacità di creare modelli per l'estrazione sistematica di informazioni dai dati, che può avvenire in tempo reale o attraverso processi eseguiti periodicamente;
- Data Integration, ossia la capacità di agganciare alla piattaforma applicativi che consentano di interrogare il Data Lake ed estrarne dati in formati utilizzabili per scopi specifici.

Per costruire un Data Lake non esiste una ricetta valida universalmente; è necessario avvalersi di un fornitore di tecnologia che sappia disegnare l'architettura della piattaforma in base ai requisiti condivisi dal cliente, equipaggiandola con le componenti hardware e software che consentono di gestire con la massima efficienza, cioè fornendo il miglior risultato, nel miglior tempo possibile, risparmiando risorse.

## **SECONDA FASE – PREPARAZIONE DEL DATO**

Un buon processo di preparazione dei dati, rappresenta una fase cruciale per la costruzione di un modello predittivo e si focalizza sull'organizzare e preparare i dati al fine di ottenere il massimo beneficio dall'analisi di tali dati.

Ciò permette validare in realtime il dato, effettuarne una pre-lavorazione ed ottimizzare le successive analisi.

Solitamente, la preparazione dei dati è composta dalle seguenti tecniche:

- Data Cleaning o Data Cleansing: pulizia e validazione dei dati in ingresso (rimozione delle anomalie, rimozione degli outlier etc)
- **Feature Selector:** trasformazione dei dati e costruzione delle feature da utilizzare in un secondo momento in funzione delle analisi da effettuare

# **Data Cleaning**

La pulizia dei dati potrebbe non essere la parte preferita di tutti per lavorare con i dati, ma è sicuramente una delle più importanti – una non corretta pulizia del dato può compromettere l'intera analisi e comprometterne il risultato.

Eppure, nonostante essa occupi circa il 40-60% del tempo tipico dell'analista dei dati o del data scientist, sembra che vi sia dedicata la necessaria importanza.

Un buon processo di pulizia dei dati dovrebbe permettere di risolvere tutta una serie di problemi, quali tra cui l'utilizzo di:

- Dati doppi;
- Dati mancanti;
- Dati inconsistenti;
- Dati non necessari;

Questi problemi possono impattare negativamente la qualità dei dati, se vengono trascurati o non gestiti correttamente, e successivamente il processo di analisi e il risultato che potremmo ottenere. Perciò risulta necessario evitare che ciò accada effettuando:

- L'eliminazione di dati non completi;
- Unire repliche di dati;
- Generare la migliore stima per i risultati non validi;

Eliminare il rumore e gli outliers.

# Dati non completi

Una via molto semplice per eliminare dati non completi consiste nell'**eliminare** quelli di cui non si hanno tutte le informazioni necessarie.

# Dati replicati

Un approccio alla gestione dei dati replicati i è quello di eliminare il più vecchio tra i due.

Altrimenti è possibile procedere all'unione dei dati replicati: occorre però determinare un modo per **risolvere i conflitti** tra di essi, ad esempio utilizzando buon senso per definire quale debba essere trascritto e quale no.

### Dati invalidi

I dati invalidi sono tutti quei dati che contengono degli errori. Ad esempio, sappiamo che il codice postale nello stato italiano include 5 numeri: se ne inseriamo per sbaglio 6 otteniamo un dato invalido. Per risolvere il problema di dati invalidi occorre definire delle regole di validazione che in automatico verifichino la correttezza del dato inserito.

### **Outliers**

Preso un campione, un outlier è quel dato che si discosta in modo significativo dal resto del dataset.

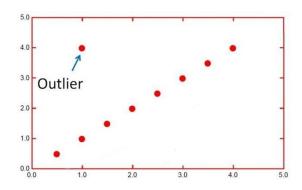


Figura 16 - Immagine puramente rappresentativa di un outlier

La natura di questo tipo di dato non è banale e di conseguenza non deve essere necessariamente rimosso dal datalake. In generale si possono avere le seguenti situazioni:

- Errori di inserimento del record
- Anomalia di processo

### **Feature selection**

In un buon processo di preparazione dei dati è necessario identificare quelle che sono le **caratteristiche rilevanti** (feature selection) che impattano sull'analisi e la costruzione del modello predittivo.

Individuare queste caratteristiche permette di conoscere cosa influenza maggiormente il processo da studiare e permettere previsioni statisticamente più solide.

L'obiettivo in questa fase è identificare il più piccolo insieme di caratteristiche che meglio descrivono il problema che si vuole studiare.

In questo modo si cerca di escludere gli attributi irrilevanti e ridondanti da dati che non contribuiscono all'accuratezza di un modello predittivo o possono in effetti ridurre l'accuratezza dell'analisi che si sta effettuando.

Dopo che i dati sono stati puliti e sono state selezionate le caratteristiche chiave del problema, la preparazione dei dati si concentra nel portare i dati nel giusto formato di utilizzo, qualora fosse necessario tramite la Feature Transformation.

### **Feature Transformation**

Questa operazione avviene nel momento in cui occorre portare i dati nel giusto formato di utilizzo. Può avvenire tramire la tecnica di scaling, nel senso che permette di trasformare il range di dati assegnando valori specifici (per esempio in ordine di grandezza numerica). Questa tecnica permette di evitare che le caratteristiche con alti valori possano dominare i risultati dell'analisi.

Un'altra operazione di trasformazione della caratteristica è l'**aggregazione**: tale tecnica permette di combinare valori di caratteristiche simili al fine di sintetizzare i dati o ridurre la variabilità. Essa viene eseguita sommando o facendo una media dei dati ad un livello più alto.

Infine, possiamo trovare la tecnica di **filtraggio** che può essere usata per rimuovere impurità in dati audio, vocali o addirittura in immagini.

### TERZA FASE – USO DI MODELLI MATEMATICI

Successivamente alla preparazione del dato si provvede a creare dei modelli matematici per analizzarlo e creare delle predizioni. Questi modelli sono pianificati e creati al fine di rispondere a delle specifiche esigenze del business. Coinvolge senz'altro alcune aree della matematica: logistica, statistica, regressioni lineari, calcolo

integrale e così via. Le applicazioni e i software per creare queste analisi sono costituiti da C/C++, Python, SAS, SQL, per la base dati e Tableau, ClikView e Power Bl lato software Bl. Per far si che questa fase sia strutturata correttamente occorre che la fase precedente della preparazione del dato venga strutturata nel migliore dei modi per garantire l'implementazione del modello matematico più idoneo.

### **QUARTA FASE - COMUNICAZIONE**

Una volta creato il modello statistico si procede alla sua validazione ed infine allo sviluppo di una soluzione/prodotto che parli un linguaggio di business.

Questa fase richiede una forte collaborazione tra chi sviluppa i modelli (data scientist) e chi utilizzerà il prodotto. Per poter comunicare correttamente nelle organizzazioni occorre trovare i key stakeholders e i decision-makers all'interno dell'organizazzione comprendere le necessità di queste figure e successivamente condividere le best practices e le azioni che devono prendere basate sui dati ottenuti.

Questa fase viene ripetuta numerose volte al fine di ottimizzare la qualità del risultato ed aggiornare continuamente il modello statistico trovato.

### **CASO STUDIO**

# **ACQUAMEL SPA**

Sulla base di quanto detto nel precedente paragrafo oggigiorno una base dati pulita e chiara permette alle aziende di investigare meglio sui miglioramenti che devono attuare oggigiorno per rimanere sempre competitive e appettibili sul mercato. Il caso studio di cui esplicherò l'analisi svolta con KIWI Data Science racconta il percorso che un'azienda manifatturiera può intraprendere per comprendere al meglio come utilizzare i dati per fare previsione futura, analisi di qualità e di prodotto ed efficienza produttiva.

#### **PRESENTAZIONE**

AcquaMel SpA è una multinazionale che opera nel mondo manifatturiero producendo componenti elettronici nel nord d'Italia.

### **PROBLEMATICHE**

AcquaMel SpA riscontrava problematiche nell'analisi e nel monitoraggio della propria produzione industriale e, di conseguenza l'azienda non riusciva a trarre informazioni dai dati derivanti di produzione ed a comunicarli al business per effettuare le corrette scelte strategiche. Le problematiche nel dettaglio possono essere raggruppate nel seguente modo:

- Non avveniva alcuna data preparation;
- I dati non erano puliti e validati ai fini delle analisi richieste dal business;
- AcquaMel SpA non disponeva di un team di data scientist con le skill necessarie.
- Scarti ed errori di produzione non classificati correttamente.

### **FASE DI RICERCA**

Successivamente alla definizione delle problematiche internamente all'azienda AcquaMel SpA ha iniziato a ricercare esternamente un team capace di sviluppare un applicativo o uno strumento ideale per la gestione del dato, l'analisi ed il successivo sviluppo di una serie di dashboard volte al personale di business. L'azienda entra in contatto con Kiwi Data Science che inizia ad analizzare il tipo di azienda, l'ammontare di dati, il tipo di database utilizzato e la business intelligence implementata con l'obiettivo di redarre un piano di sviluppo. L'obiettivo posto da parte di AcquaMel SpA è quello di creare un applicativo che permettesse di effettuare analisi storiche su grosse moli di dati, monitare in near realtime la produzione ed avere analisi predittive sul malfunzionamenti, anomalie etc.

La logica di produzione industriale di AcquaMel SpA è la seguente:

- Il pezzo viene prodotto secondo le modalità predefinite (dimensionamento, peso specifico, e così via)
- II. Durante le varie fasi di lavorazione dell'articolo vengono effettuate dei controlli sulla qualità, sul peso, dimensionamento etc.
- III. Le informazioni relative ai controlli effettuati durante le varie fasi di lavorazione vengono poi salvate con i relativi esiti (positivi, negativi) e tutte le informazioni ausiliarie (operatore alla macchina, strumento di misura, numero di stazioni di lavoro etc).

Spesso tutte queste informazioni sono salvate in tabelle differenti, localizza in diversi database senza sapere con certezza quale analisi verrà fatta sui dati analizzati. Inoltre in molti casi il dato viene inserito senza una validazione che viene demandata all'analisi finale. Pertanto l'azienda si trovava a dover pulire il dato, validarlo e prepararlo nella fase finale dell'analisi rallentando tutto il processo e spesso compromettendo i risultati.

Alla base di questa architettura dunque vi sono delle evidenti problematiche.

Innazitutto al fine di analizzare i dati occorre che il team di data scientist e l'IT comunichino tra di loro costantemente. Per questo motivo la data science interviene per rendere comunicante le due aree. Il mondo informatico deve comunicare con il mondo statistico e viceversa per ottimizzare lo sviluppo di soluzioni. Un database dislocato (differenti data warehouse) ha delle notevoli problematiche nell'effettuare le analisi finali; Ovvero ogni volta che occorreva una specifica visualizzazione di un'analisi per un'area di business bisognava ristrutturare le query oppure scrivere uno script in Python o R al fine di ridefirnire il valore e farlo visualizzare correttamente al business.

Da qui nasce l'esigenza dell'azienda di creare un tool che permettesse di:

- I. Monitorare la produzione, in tutte le fasi.
- II. Poter analizzare lo storico in modo veloce ed intuitivo, per facilitare il business nella lettura dei dati in ottica strategica.
- III. Avere dei report settimanali/mensili in ottica business-oriented.

#### **PROPOSIZIONE**

La proposizione di KIWI DATA SCIENCE è data dallo sviluppo di due analisi parallele:

- I. Analisi dello storico dei dati di produzione industriale
- II. Analisi Near Realtime, tramite l'anomaly detection ed SPC

Per analisi dello storico dei dati (o temporale) si intende una successione di dati osservati su un determinato fenomeno (variabile Y) ordinati secondo la variabile tempo t (per t = 1, 2, ..., N). La cadenza temporale di osservazione (oraria, giornaliera, settimanale, mensile, trimestrale, annuale, ecc.) può fare riferimento ad una successione di istanti temporali o ad intervalli temporali, (equispaziati oppure non equispaziati). Nel primo caso si parla di serie di stato o posizionali (ad es. numero di

articoli prodotti a fine di un determinato periodo), nel secondo di serie di flusso (ad es. la produzione giornaliera).

Le serie storiche presentano, in genere, oscillazioni intorno ad un andamento di lungo periodo che, incluso quest'ultimo, sono state denominate componenti ("virtuali" ) della serie. Queste, soprattutto nel campo economico, sono di quattro tipi principali.

- I. Trend (T): movimento tendenziale monotono di fondo, di lungo periodo, che mette in evidenza una evoluzione strutturale del fenomeno dovuta a cause che agiscono in modo sistematico sullo stesso.
- II. Ciclo (C) o movimento (oscillazione) congiunturale: originato dal presentarsi di condizioni più o meno favorevoli, di espansione e contrazione, del contesto economico nel quale si colloca il fenomeno in esame.
- III. Stagionalità (S): oscillazioni originate da fattori climatici (alternanza delle stagioni) e/o di organizzazione sociale
- IV. Residuo (e) o componente di disturbo: è data da movimenti irregolari, erratici o accidentali provocati da una serie di circostanze ciascuna di entità trascurabile.

In termini logico formali si può quindi verosimilmente definire la seguente ipotetica relazione per una serie storica: yt = Tt + St + et dove t = 1,...,N.

La realizzazione di una previsione tramite l'analisi delle serie storiche deve essere impostata seguendo la logica di qualsiasi ricerca statistica e, quindi, si sviluppa attraverso le seguenti fasi:

- I. Approfondita analisi del problema di previsione da affrontare
- II. Raccolta dei dati e verifica della loro qualità
- III. Analisi preliminare dell'andamento e della struttura della serie storica

- IV. Scelta e stima del modello (Additivo, Moltiplicativo, etc)
- V. Valutazione della bontà del modello e sua utilizzazione a fini previsivi.

L'analisi del problema di previsione da affrontare è certamente indispensabile, anche per avere informazioni a priori sul comportamento evolutivo che in genere presenta il fenomeno oggetto di studio. La fase Il riguarda la possibilità di utilizzare i dati già disponibili o da raccogliere ex novo sul fenomeno di interesse. E' evidente che in ogni caso occorre valutare bene la qualità dei dati disponibili (definizioni, metodi di rilevazione, ecc.) e la loro comparabilità nel tempo. La fase III riguarda l'analisi della serie dal punto di vista grafico e con indici descrittivi al fine di evidenziare l'eventuale presenza delle oscillazioni di interesse (trend, ciclo, stagionalità). La fase IV ha l'obiettivo di individuare il modello più adeguato per la stima delle componenti virtuali della serie e di stimare il modello scelto. La fase V riguarda i metodi e gli indici per valutare la bontà del modello utilizzato e delle eventuali previsioni che si desidera effettuare.

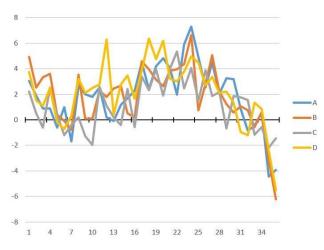


Figura 17 - Immagine serie storica

L'aggregazione dei dati non solo serve avere una media del campione di calcolo ma anche e soprattutto per velocizzare il calcolo e avere una visibilità dell'andamento del campione in un arco di tempo prestabilito.

In parallelo all'analisi delle serie storiche è importante anche includere l'analisi dell'anomaly detection e lo Statistical Process Control.

Al fine di analizzare correttamente la fonte dati occorre effettuare la ricerca delle anomalie.

La ricerca di anomalie, denominata Anomaly Detection è rappresentata dall'analisi di margini di errore in un arco di tempo prestabilito con conseguente processo di ristabilimento dell'errore stesso in un'analisi futura.

In letteratura esistono diversi approcci all'Anomaly Detection: in questo contesto sono stati scelti i seguenti due approcci.

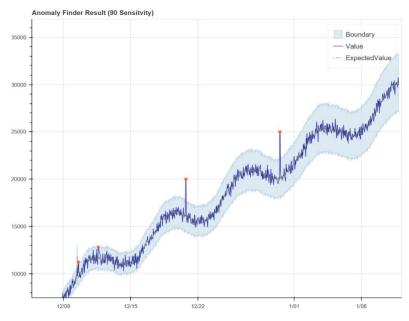


Figura 18 - Anomaly detection

## Approccio classico:

In ambito industriale un processo viene definito robusto quando da un campione statisticamente significativo la distribuzione dei dati risulta essere normale (distribuita secondo una Gaussiana.

Parlando di distribuzione normale occorre senz'altro citare il *Teorema del Limite Centrale*, base della statistica descrittiva:

**TEOREMA**: Siano  $X_1$ ,  $X_2$ , ...,  $X_n$  variabili aleatorie indipendenti e identicamente distribuite di media  $\mu$  e  $\sigma_2$ . Sia inoltre

$$\overline{X}_n = \frac{X_1 + X_2 + \dots + X_n}{n}$$

La media campionaria. Allora la variabile

$$S_n = \frac{X_1 + X_2 + \dots + X_n - n \mu}{\sigma \sqrt{n}} = \frac{\overline{X}_n - \mu}{\sigma / \sqrt{n}}$$

Tende, al limite per n  $\rightarrow \infty$ , ad una variabile normale standard, cioè

$$\lim_{n\to\infty} S_n \sim N(0,1).$$

Equazione 1 - TEOREMA LIMITE CENTRALE

Un processo stabile e robusto tende quindi a distribuirsi attorno al suo valor medio con una certa varianza con una forma a campana. Quando questo non accade è necessario effettuare analisi più approfondite alla ricerca di una possibile anomalia.

Sviluppare un modello che utilizzi questa logica significa, selezionare un dataset che non presenta anomalie, calcolare  $\mu$  e  $\sigma$  e sviluppare un One-sample T-test che permettare di produrre alert automatici qualora la produzione si discosti da tale condizione.

Per quanto statisticamente solido, l'approccio classico poggia su diverse condizioni matematiche che spesso è difficile verificare o, per svariate cause, non sono verificate. Pertanto, un'appproccio più recente è quello basato sul Machine Learning.

# Che cosa è il Machine Learning?

Il machine learning è un metodo di analisi dati che automatizza la costruzione di modelli analitici. È una branca dell'Intelligenza Artificiale e si basa sull'idea che i sistemi possono imparare dai dati, identificare modelli autonomamente e prendere decisioni con un intervento umano ridotto al minimo.

# Cosa serve per creare dei buoni sistemi di machine learning?

- Capacità di preparazione dei dati.
- Algoritmi base e avanzati.
- Processi di automazione iterativi.
- Scalabilità.
- Ensemble modeling.



Al contrario dell'approccio classico, dove vi è un'ipotesi di normalità del dato, il machine learning tende ad imparare dallo storico le regole e le relazioni che permettono di classificare un'anomalia come tale. Per sviluppare un algoritmo di questo tipo è fondamentale avere a disposizione una grossa mole di dati preclassificiati sulla quale effettuare il training del modello.

Queste e altre tipologie di analisi si collocano all'interno di una serie di metodologie che prendono il nome di Statistical Process Control (SPC).

L'SPC è una metodologia che, in riferimento ad una determinata attività, operazione, fase o processo caratterizzato da ripetitività, fa ricorso a tecniche statistiche al fine di

definire, analizzare e verificare le condizioni che determinano la variabilità dell'oggetto di analisi. In modo più sintetico, l'SPC rappresenta "l'applicazione di tecniche statistiche per comprendere ed analizzare le variabilità di un processo".

Obiettivo nell'utilizzo di queste tecniche è quello di dotare l'impresa di strumenti adeguati per migliorare il livello dei prodotti/servizi offerti attraverso l'eliminazione di errori, difformità che causano rilavorazioni, controlli inutili e quindi rallentamenti nei cicli di lavorazione. Garanzia di simili risultati sarà quindi, necessariamente una conoscenza chiara e approfondita dei processi, l'identificazione delle caratteristiche critiche del processo attraverso l'impiego di dati statisticamente significativi e in quanto tali analizzabili che consentano di determinare e interpretare performance e determinano "cambiamenti indesiderati" cause che rispetto al normale funzionamento del processo in analisi. La significatività dei dati e la loro consequente attendibilità sarà indispensabile al raggiungimento degli obiettivi posti. Non bisogna mai dimenticare, infatti, quello che è il fine ultimo che ci si pone nell'impiegare una metodologia quale SPC: ottenere un efficace supporto per la comprensione di un processo con lo scopo di prevederne l'andamento e intervenire su di esso in tempo reale secondo l'ottica del miglioramento continuo.

Nell'individuare i fattori che generano tali anomalie e quindi variabilità nel processo in esame si fa sempre riferimento a due categorie principali di cause:

#### CAUSE COMUNI

#### CAUSE SPECIALI

Le cause comuni (o normali) sono insite nella variabilità di un processo produttivo; insorgono casualmente durante il normale svolgimento del processo e ne determinano la fluttuazione naturale all'interno di un intervallo determinato da un limite di controllo superiore e uno inferiore.

Alcuni esempi di cause comuni potrebbero essere: la variazione intrinseca di materiali grezzi utilizzati nella linea produttiva, la mancanza di adeguata supervisione, la vibrazione delle macchine e i cambiamenti nelle condizioni lavorative.

Le cause speciali, invece, sono tutte quelle che, come abbiamo già detto, determinano variabilità indesiderata o anomala rispetto al naturale svolgimento del processo. Esse possono derivare, ad esempio, dall'uso di un utensile sbagliato, dall'errore di un operatore o da particolari condizioni ambientali, come l'illuminazione o la temperatura. Fin quando non si provvede ad una loro rimozione o correzione, non si intervenga, cioè, specificatamente su ciascuna, esse continueranno ad influire in maniera imprevedibile sul processo, portandolo fuori controllo.

Una volta individuate e distinte le cause speciali da quelle comuni, dovremo quindi procedere, quando possibile a:

- rimuovere le cause speciali con lo scopo di raggiungere una condizione di stabilità:
- definire quali sono le vie tramite cui realizzare una continua riduzione della variabilità del processo.

Secondo l'approccio del miglioramento continuo, ogni tipo di intervento da sviluppare sul processo di trasformazione, sarà da rapportare non soltanto alle attività già effettuate ma a tutte le attività svolte nel processo, presenti e future,( tenendo ben presenti ostacoli e difficoltà da affrontare nel prevedere in modo attendibile l'andamento futuro dei processi produttivi) considerando che l'SPC è una metodologia orientata alla prevenzione dei difetti e degli errori piuttosto che alla loro semplice scoperta.

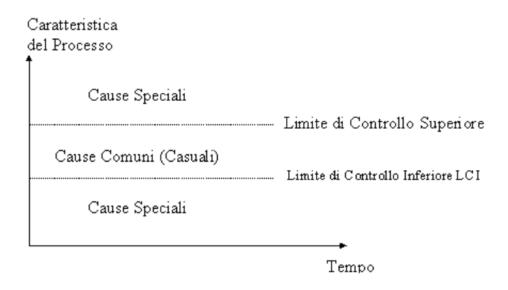


Figura 19 - Statistical Process Control

Le tecniche statistiche impiegate nella metodologia SPC usate nell'analisi di AcquaMel SpA sono:

- Carte di controllo: rappresentano un valido strumento per comprendere se un processo è statisticamente sotto controllo, e, se non lo è, danno una valida indicazione del motivo del fuori controllo. In generale le Carte di Controllo possono essere definiti strumenti grafici di controllo continuo e in linea del processo, del quale forniscono una rappresentazione grafica dell'evoluzione temporale. Del processo sotto esame vengono raccolti dai campioni i dati necessari e da questi sono ricavati i parametri statistici come media, deviazione standard, o il range. Essi sono poi riportati sulle Carte. Queste operazioni vengono compiute per un certo numero di campioni, dopo di che la Carta è pronta per essere letta e interpretata.
- Benchmarking: può essere definito come l'attività del confrontare quantitativamente un processo produttivo di un'organizzazione con una serie di processi analoghi in senso statistico oppure "best in class" riportati dall'ambiente esterno. I principali motivi per cui le organizzazioni ricorrono al benchmarking sono:

- ✓ Valutare lo stato dei propri processi produttivi in un certo momento.
- ✓ Identificare il proprio posizionamento competitivo rispetto al mercato.
- ✓ Stabilire punti di partenza e di arrivo per il Process Improvement.
- ✓ Ricavare indicazioni utili per le attività di previsione, di monitoraggio e di governo della realtà oggetto di confronto.
- ✓ Valutare i processi produttivi dei propri fornitori.
- L'Analisi di Pareto: è una tecnica statistica a supporto di ogni processo decisionale in cui occorre individuare il sottoinsieme significativo di cause o di azioni che produce la percentuale più elevata di effetti. Il Principio di Pareto (noto anche come regola 80/20) esprime l'idea che facendo il 20% del lavoro è possibile generare l'80% dei benefici del lavoro complessivo. Oppure, in termini di miglioramento della qualità, che la grande maggioranza dei problemi (80%) sono prodotti da alcune cause principali (20%). Ad esempio, in prima approssimazione è possibile rilevare che:
  - √ l' 80% dei reclami dei clienti di un'azienda provengono dal 20% dei clienti;
  - √ I' 80% dei ritardi in un progetto derivano da un 20% di cause;
  - ✓ il 20% dei prodotti e servizi rivolti al mercato genera l' 80% dei profitti;
  - ✓ il 20% dei difetti di un sistema causa l'80% dei problemi all'utente finale.

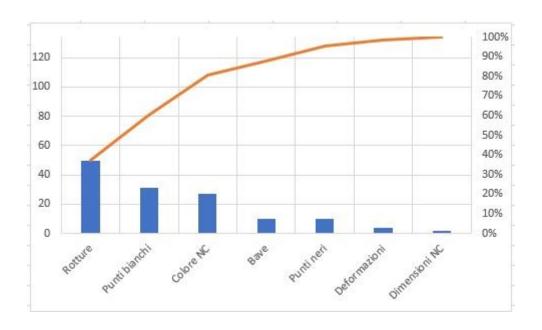


Figura 20 - Diagramma di Pareto

L'integrazione delle precedenti tecniche statistiche ha permesso a KIWI Data Science di ricavare le informazioni e fare machine learning all'applicativo.

Successivamente all'integrazione delle due analisi effettuate KIWI ha strutturato un algoritmo creato ad-hoc per AcquaMel SpA che cattura i dati dai divesi database e li analizza creando delle analisi più strutturate e meno complesse nella gestione.

# Che cosa è un algoritmo?

Un algoritmo non è altro che una semplice procedura che tenta di risolvere un determinato problema applicando un certo numero di passi elementari. Analogamente, in informatica, un algoritmo non è altro che un semplice procedimento che permette la risoluzione di specifici problemi mediante l'applicazione di una sequenza finita di precise istruzioni che, a loro volta, devono essere interpretate ed eseguite fino alla loro conclusione seguendo un ben preciso ordine.

Da questa definizione si deducono quindi le seguenti proprietà fondamentali che deve avere un qualunque algoritmo:

- ✓ i passi dell'algoritmo devono essere elementari, cioè non possono essere ulteriormente divisibili;
- √ i passi dell'algoritmo non possono essere interpretati in altri modi;
- √ l'algoritmo deve per forza essere svolto in un certo numero di specifici passi e, allo stesso tempo, deve richiedere in ingresso soltanto una determinata quantità di dati;
- √ l'esecuzione dell'algoritmo deve terminare entro un certo periodo di tempo;
- √ l'esecuzione dell'algoritmo deve portare ad un risultato univoco;

E' importante che l'algoritmo una volta creato abbia la capacità di essere utilizzato in maniera disconnessa dal set di dati utilizzato inizialmente perchè deve continuare a comunicare con il business.

A questo punto arriviamo alla definizione finale della strategia.

La scelta presa in comune accordo con AcquaMel Spa è quella di lasciare separati i layer della data science :

- 1) Preparazione del Data Lake: dove è localizzato il dato, dove viene effettuato il data cleaning, la validazione del dato e la pre-lavorazione.
- 2) Layer scientifico: dove risiedono gli algoritmi utilizzati per l'analisi.
- 3) Business Intelligence: dove risiede la visualizzazione delle analisi effettuate tramite soluzioni cloud e dashboard business oriented.

Tutto si traduce nell'ottimizzazione del MySQL esistente in azienda e inserendo tutte le procedure di validazione e classificazione. Lato visualizzazione è stato proposto l'utilizzo del software Spotfire di TIBCO.

## **SPOTFIRE**

Spotfire è un software di visualizzazione esistente sul mercato, e consente a chiunque di visualizzare in modo semplice e veloce nuove ricerche all'interno dei dati. Utilizzando lo strumento di ricerca e di suggerimenti potenziato da un motore di intelligenza artificiale incorporato, è possibile analizzare dati e fare approfondimenti.

Sia per creare semplici dashboard di misura, applicazioni predittive, o applicazioni dinamiche di analisi in tempo reale, Spotfire offre numerose funzionalità scalabili, tra cui visual analytics, data wrangling, predictive analytics, location analytics, e streaming analytics.

Mentre si esplorano i dati, il data wrangling intelligente e immersivo aiuta a rilevare velocemente anomalie, incongruenze e lacune, permettendoti di combinare, pulire, arricchire e trasformare rapidamente i dati. I flussi di lavoro vengono automaticamente registrati, con la possibilità di verificare e condividere l'origine dei dati.

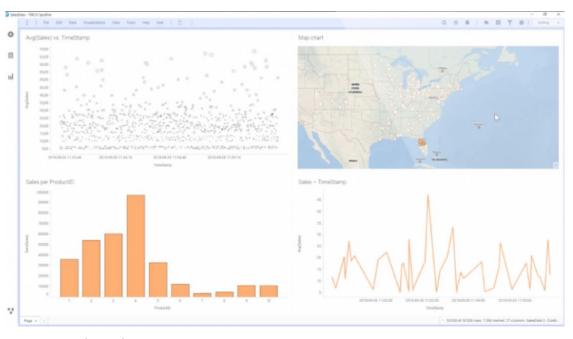


Figura 21 - Spotfire Grafici

#### **VISUALIZZAZIONE DELLE ANALISI**

Successivamente alla definizione del tipo di software: Spotfire vengono sviluppate delle dashboard dinamiche che potessero usare queste N analisi sia offline che online a tutta la linea del business. Questo in primis come collegamento con l'operatore che ha l'obiettivo di comprendere dove sono i margini di errore.

Per effetturare una visualizzazione corretta vengono creati diversi report standard, modificati e poi trasferiti ai vari livelli del business sulla base della necessità: partendo dai livelli bassi fino ai C-Level suggerendo a chi doveva visualizzare i grafici come mettere insieme i KPI a istogrammi tramite una funzione cumulativa.

Chiaramente tutti i dati devono essere classificati dei permessi e policy particolari per gli accessi da tutti i livelli. Per questo vi è un portale amministratore a cui gli IT administrator possono accedervi in maniera del tutto lineare per visualizzare il dato e poi successivamente a tutti gli utenti business solo per la visualizzazione.

Pertanto è stato concordato un dataset per lo sviluppo della soluzione. L'arco temporale dell'ammontare dei dati è pari a due mesi. Il progetto ha avuto durata di 4 mesi in cui vi era sviluppo, validazione degli algoritmi, report e aggregazione dati. La base dati dell'analisi chiaramente veniva validata dall'azienda.

Questo progetto ha permesso all'azienda di comprendere il valore dell'analisi fatta ed implementarla nella propria realtà aziendale. Come prossimo passo dell'analisi è migliorare l'affidabilità delle previsioni introducendo nuovi algoritmi di anomaly detection.

Come futura analisi l'obiettivo è utilizzare le reti neurali per effettuare analisi predittiva.

## **RISULTATI GRAFICI**

## FIG. 1

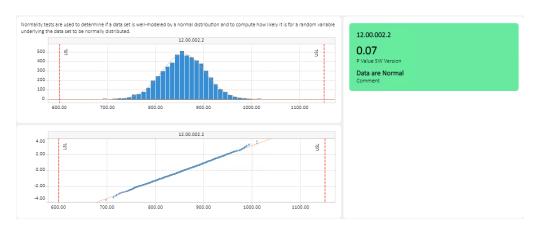


Immagine **FIG. 1** rappresenta l'analisi statistica di una popolazione di dati ottenuti dai processi di uguale provenienza, che segue una distribuzione di tipo normale. A destra il risultato quantitativo del test statistico di normalità.



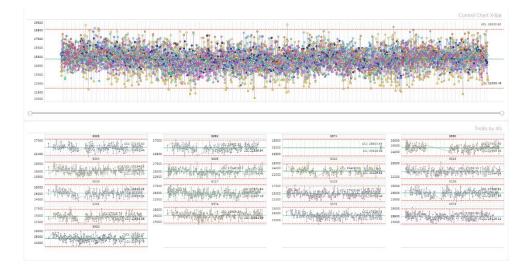


Immagine **FIG. 2** rappresenta le carte di controllo della produzione dei pezzi, che rispettano i limiti imposti dalla produzione. Gli n valori fuori dall'UCL e LCL rappresentano gli outliers di produzione.

FIG. 3

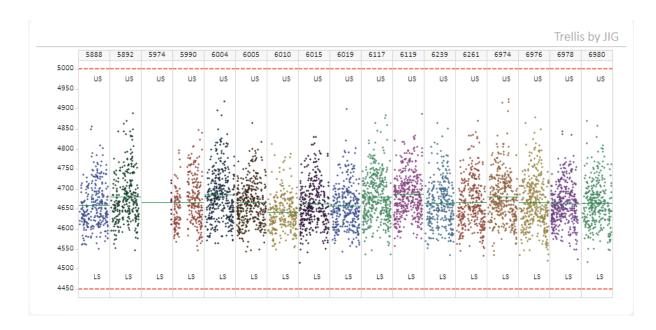


Immagine **FIG. 3** rappresenta come la figura precedente una carta di controllo con la definizione dei valori per ogni linea di produzione.

FIG. 4

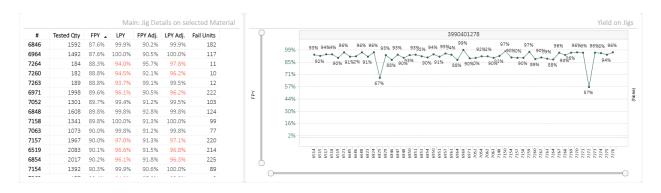


Immagine **FIG. 4** rappresenta colonna e relativo grafico dello Yield di produzione per ogni codice prodotto. FPY e LPY rappresentano rispettivamente First Pass Yield e Last Pass Yield. Ogni pezzo può essere risottoposto a test per svariati motivi collegati al dimensionamento, qualita, etc. F è lo yield calcolato con la prima misura fatta, L è lo yield calcolato con l'ultima misura. L'esito di una misura può essere Good, Warning e Fail. Nella colonna Adjustment i warning sono considerati Good.

#### **NEXT STEPS**

## **ANALISI PREDITTIVA CON RECURRENT NEURAL NETWORK**

L'obiettivo prossimo di KIWI Data Science insieme ad AcquaMel SpA è quello di effettuare future analisi di serie temporali e forecasting tramite le reti neurali.

Cosa sono le reti neurali artificiali?

Le reti neurali artificiali sono modelli matematici composti da neuroni artificiali di ispirazione alle reti neurali biologiche (quella umana o animale) e vengono utilizzate per risolvere problemi ingegneristici di Intelligenza Artificiale legati a diversi ambiti tecnologici come l'informatica, l'elettronica, la simulazione o altre discipline.

Volendo dare una definizione più dettagliata potremmo dire che le reti neurali sono modelli di calcolo matematico-informatici basati sul funzionamento delle reti neurali biologiche, ossia modelli costituiti da interconnessioni di informazioni; queste interconnessioni derivano da neuroni artificiali e processi di calcolo basati sul modello delle scienze cognitive.

Una rete neurale di fatto si presenta come un sistema "adattivo" in grado di modificare la sua struttura (i nodi e le interconnessioni) basandosi sia su dati esterni sia su informazioni interne che si connettono e passano attraverso la rete neurale durante la fase di apprendimento e ragionamento.

Le reti neurali sono formate da tre strati (che però possono coinvolgere migliaia di neuroni e decine di migliaia di connessioni):

1) *lo strato degli ingressi (I – Input):* è quello che ha il compito di ricevere ed elaborare i segnali in ingresso adattandoli alle richieste dei neuroni della rete;

- 2) *lo strato H hidden (strato nascosto*): è quello che ha in carica il processo di elaborazione vero e proprio (e può anche essere strutturato con più colonne-livelli di neuroni);
- 3) *lo strato di uscita (O Output):* qui vengono raccolti i risultati dell'elaborazione dello strato H e vengono adattati alle richieste del successivo livello-blocco della rete neurale.

Al fine di rendere il modello basato sulle reti neurali efficace ed efficiente è importante fare del machine learning appropriato.

Al giorno d'oggi i principali modelli che sono utilizzati nel mercato sono :

- ✓ apprendimento supervisionato (Supervised Learning): all'algoritmo vengono forniti sia set di dati come input sia le informazioni relative ai risultati desiderati con l'obiettivo che la rete identifichi una regola generale che colleghi i dati in ingresso con quelli in uscita; in altre parole vengono forniti degli esempi di input e di output in modo il sistema che impari il nesso tra loro e ne estrapoli una regola riutilizzabile per altri compiti simili;
- ✓ apprendimento non supervisionato (Unsupervised Learning): al sistema vengono forniti solo set di dati senza alcuna indicazione del risultato desiderato. Lo scopo di questo secondo metodo di apprendimento è "risalire" a schemi e modelli nascosti, ossia identificare negli input una struttura logica senza che questi siano preventivamente etichettati;
- ✓ apprendimento per rinforzo: in questo caso, il sistema deve interagire con un ambiente dinamico (che gli consente di avere i dati di input) e raggiungere un obiettivo (al raggiungimento del quale riceve una ricompensa), imparando anche dagli errori (identificati medianti "punizioni"). Il comportamento (e le prestazioni) del sistema è determinato da una routine di apprendimento basata su ricompensa e punizione;

✓ apprendimento semi-supervisionato: è un modello "ibrido" dove al fornito di computer viene set dati incompleti un per l'allenamento/apprendimento; alcuni di questi input sono "dotati" dei rispettivi esempi di output (come nell'apprendimento supervisionato), altri invece ne sono privi (come nell'apprendimento non supervisionato). L'obiettivo, di fondo, è sempre lo stesso: identificare regole e funzioni per la risoluzione dei problemi, nonché modelli e strutture di dati utili a raggiungere determinati obiettivi.

## **FUTURA COLLABORAZIONE CON MICROSOFT**

Sulla base di quanto esplicato nello studio del caso, l'analisi prodotta da KIWI Data Science per AcquaMel SpA è un ottimo caso di analisi di produzione industriale svolto con Machine Learning e inferenza statistica ha permesso di ottenere i risultati desiderati grazie all'integrazione della statistica avanzata.

Per poter ovviare alle problematiche che abbiamo precedentemente citato occore strutturare al meglio le analisi di produzione e pubblicarle correttamente al business al fine di comprendere quali scelte del business a livello strategico occorre svolgere per attuare miglioramenti.

L'incontro con KIWI DS durante un'evento in Microsoft mi ha permesso di comprendere la loro realtà e di come possano realmente portare un valore aggiunto nel tessuto manifatturiero italiano.

Nel prossimo futuro l'obiettivo è quello di collaborare con KIWI e trovare delle metodologie di analisi che possano essere utilizzate nelle aziende per poter collaborare e dare un valore aggiunto condiviso nel tessuto di imprese nel territorio.

Una potenziale collaborazione può essere tradotta nell'integrazione di analisi di KIWI nel cloud di Microsoft (Azure, ndr) al fine di integrare l'analisi con altre strutture avanzate di Microsoft.

#### CAPITOLO VI

## **CONCLUSIONE**

L'obiettivo principale del mio elaborato finale di Laurea Magistrale consisteva nell'analizzare le reali problematiche che riscontrano le aziende del territorio italiano nell'analisi della propria produzione industriale, sulla qualità e sulla successiva visualizzazione al business.

Grazie alla possibilità di lavorare presso Microsoft, che mi permette tutti i giorni di collaborare con grandi realtà industriali tramite un ruolo chiave nella trasformazione digitale, ho avuto la possibilità di indagare sul tema della trasformazione digitale in ambito manifatturiero. Da qui è scaturita la mia curiosità in ambito matematico-statistico sull'analisi dei dati di produzione industriale e non solo volti a migliorare da un punto di vista di efficacia ed efficienza il business degli attori finali.

Quanto definito nelle righe sopra citate si può tradurre nell'integrazione delle tre macroaree che ho esplicato durante la mia stesura:

- Onboarding dei clienti manifatturieri e percorsi esperenziali che può essere tradotto nella Manufacturing Experience. La Manufacturing Experience svolge un ruolo chiave nell'onboarding dei clienti di Microsoft che hanno interesse nel migliorare i propri processi industriali finalizzati a migliorarsi e a dare un ruolo chiave nel territorio.
- Supporto alle aziende Manifatturiere per approcciare l'industry 4.0 tramite percorsi di formazione e sviluppo.
- Creazione di analisi strutturate e approfondite basate su ammontare di dati di produzione industriale, volti a dare una definizione dettagliata delle problematiche e dei punti di forza, trasmissibili in linguaggio business al fine di

effettuare scelte strategiche efficaci ed efficienti a lungo termine, mantenendo la propria competitività nel territorio. (ACQUAMEL SPA case study)

## RINGRAZIAMENTI

Ed eccomi qui, alla fine di questo percorso duro, molto faticoso e altrettanto molto bello, fatto di momenti alti, ma altrettanti e numerosi momenti bassi.

Ringrazio di cuore il mio relatore di tesi Alessandro Chiaraviglio, che mi ha dedicato tempo e molta pazienza nella stesura della mia relazione di tesi conclusiva. Come in triennale è stato davvero un piacere e onore collaborare con un professore come Lei.

Ringrazio di cuore Giovanni Bocchia, a capo dell'intelligenza artificiale di KIWI DATA SCIENCE che mi ha permesso di interessarmi al mondo di data science, machine learning e intelligenza artificiale. Grazie a Giovanni ho avuto l'onore e il piacere di lavorare con una persona straordinariamente all'avanguardia e molto disponibile che mi ha condiviso dei casi di successo della loro realtà. E' stato davvero un piacere collaborare con te.

A mio padre Mohammed e mia madre Khadija, genitori con la G maiuscola. A voi devo davvero tutto! Siete la mia roccia, il mio pensiero costante, la presenza costante in ogni obiettivo della mia vita: dall'asilo alla laurea. A voi è dedicata la mia Tesi, i miei sacrifici, le mie soddisfazioni, i miei risultati. GRAZIE GRAZIE GRAZIE PER TUTTO! Vi voglio un bene così immenso che non è descrivibile a parole.

A Luby, la sorellona che mi ha accompagnato da vicino in tuttio il mio percorso universitario.. dal primo giorno, la mia spalla! Lei si che ha subito i pianti più duri, i momenti bui, le mie paure, le mie rinascite, le mie gioie e le mie vittorie. La sorella che tutti vorrebbero per la fragilità, la sensibilità, l'attenzione che volge verso i cari. Ti voglio un bene così immenso che nemmeno è descrivibile a parole.

A Ni, la mia sorella forte, e presente nel mio percorso complicato che ha saputo sempre supportarmi in ogni scelta. Ha vissuto con me i momenti più rappresentativi

della mia carriera personale e lavorativa. Sei la mia spalla, il mio pensiero! Ti voglio un bene così immenso che nemmeno è descrivibile a parole.

A Olly il mio dolcissimo fratellino, che ormai ora è diventato un uomo responsabile, che mi ha accompagnato con i suoi divertimenti sin dal 1997. Anche se non sembrerebbe sei il mio riferimento, vorrei che tutti i ragazzi fossero come te. GRAZIE! Ti voglio un bene così immenso che nemmeno è descrivibile a parole.

Grazie ad Adi, compagno di mia sorella, che ha vissuto con me ogni singolo momento della mia carriera univeritaria, posso dire con certezza che ho sempre potuto trovare affidamento su di lui. La Persona di fiducia di mia sorella, un fratello acquisito. Grazie, Grazie, Grazie!

Ci tengo a fare dei ringraziamenti e dediche particolari uno ad uno alle persone che ci sono sempre state, in tutto il mio percorso universitario e personale dei precedenti due anni.

Alla mia dolcissima Silvia, l'amica con la "A" maiuscola, l'amica delle chiamate infinite, del supporto e sopportazione, l'amica che ci è sempre stata. La persona di fiducia, alle numerose chiamate nei periodi più bui, fino all'ultimo momento. Senz'altro sei stata una parte integrante del mio percorso e hai fatto la differenza in tutto. Sei speciale.

A Sabrina, la mia amica pazza, senza di lei le risate alle 10 di sera a Milano Centrale per smorzare giornate lavorative roventi, non ci sarebbero mai state. A lei che nonostante tutto ci è sempre stata, la mia amica del cuore, la mia confidente e amica di avventure uniche e spaziali. Sei speciale!

A Biba, la mia amica milanese imbruttita che senza forse i due anni a Milano non sarebbero stati gli stessi; all'amica di risate, di aperitivi, di supporti psicologici e tanto altro.

A Francesca M., La mia spalla, la mia amica lontana ma sempre vicina, la mia amica dei consigli sinceri, banco e parte del mio cuore. Sei la persona più dolce e forte che

abbia mai conosciuto. GRAZIE per tutti i consigli, gli appunti, il supporto psicologico agli esami, il supporto nei momenti no e a tutti i sorrisi condivisi.

A Francesca C., la mia prima conoscenza e amica speciale del Politecnico. La mia compagna di avventure dal primo di esame di Analisi 1, Fisica fino alla laurea. Ti voglio bene!

A Giulia Cupani, la scoperta di un'amica davvero speciale, che è entrata nel mio cuore piano piano, senza fare rumore. La mia amica dei momenti no, dei momenti sì, la mia collega per eccellenza, l'amica fidata a cui rivelare tutto. Grazie, senza le tue giornate di relax, risate, aperitivi e momenti disagio.. probabilmente nemmeno sarei qui.

A Martina B., la mia HR del cuore per sempre. La mia persona delle lunghe pause in Microsoft, la persona che ci è stata nei momenti più duri e soprattutto la persona che mi ha sempre donato sorrisi e abbracci veri e sinceri.

A Yasmin, la dolcezza e la forza di una piccola e forte donna. La mia compagna di studi/tesi, la mia Technical Specialist PowerApps del cuore, la forza e l'energia che in un binomio si racchiudono in te. Grazie per tutte le belle parole che hai sempre speso.

A Eleonora L, Rossella, Anna, Ludo Zara, Andrea J. grazie per le vostre comprensioni, grazie per le pause caffè, per i lunghi pranzi, per le tantissime e leggere serate e per i momenti passati e quelli che verranno. #MicroGnocche

A Marija, amica e pezzo di cuore che nonostante la distanza ha sempre dedicato un momento, una serata speciale, un abbraccio e la spalla su cui contare.

Ad Annalisa, coinquilina del cuore che ha saputo sempre supportarmi in tutto il mio anno in Irlanda, senza di lei sarebbe stato senz'altro più difficile e duro da sopportare. Ti porto con me nel cuore. Ti voglio bene.

Ad Andrea L. e Dajana, alle persone che hanno inziato con me il tirocinio in Microsoft, che hanno visto tutto del mio percorso universitario, a voi vanno i ringraziamenti. Nonostante le distanze e i momenti no, ci siamo sempre ritrovati. #CompagniDiAvventura

Grazie di cuore a Marilena, Laura e Alessandra C, vi voglio bene ragazze! Grazie per le chiacchierate, le pause caffé, per il viaggio a Las Vegas, per le serate speciali, per i vostri sorrisi e consigli del cuore.

Grazie Vitto, Andrea A, Alessandro B, grazie per le risate, per i numerosi momenti trascorsi insieme in ufficio e non. Grazie per quello che avete fatto per me senza che ve ne rendeste conto, sia che fossero risate, momenti di leggerezza.

Grazie ad Angela, Floriana e Vincenzo, per il supporto morale/pratico durante la scrittura della mia tesi e per i meravigliosi consigli che sono stati preziosi in questi mesi. GRAZIE!

Grazie grazie grazie a tutta la famiglia ASPIRE e Steering Committee di Microsoft che mi ha sempre trasmesso tanta serenità, conoscenza, sorrisi, numerosi eventi e tanta tanta palestra di vita.

Alle persone conosciute al Politecnico, ai pochi momenti vissuti in questi ultimi due anni e ai numerosi momenti trascorsi in questi cinque anni, e senz'altro posso dire con certezza che chiunque abbia incrociato o con cui abbia vissuto esperienze, ho condiviso i momenti più belli della mia vita!

Grazie ai miei colleghi di team che mi hanno sempre capito e supportato: grazie al mio capo speciale Federico e grazie al mio team per il supporto durante questi due anni.

Grazie ai miei colleghi di Microsoft tutti da Enterprise a Corporate passando per il team dei Partner, ai colleghi stranieri, a tutti voi devo dire solo GRAZIE; in questi due anni mi avete spronata con una parola di conforto, con un sostegno concreto, con un abbraccio e un bacio. Grazie TEAM per quello che avete fatto per me in questi due anni per me importantissimi. Vi porto uno a uno nel cuore.

Grazie a chi c'è sempre stato, a chi con un saluto, con un abbraccio o con un semplice sorriso mi ha trasmesso forza e serenità. Grazie a chi ha capito i miei momenti no, i miei momenti bui, a chi ha sempre avuto una buona parola, perchè in fondo è quella serve che in momenti difficili.

In particolare ringrazio di cuore Anna, Franco, Mariachiara e Alvise, amici cari di famiglia, i quali sono sempre stati presenti in tutte le fasi della mia carriera universitaria e non. A voi va un ringraziamento vivo, unico, ed una dedica speciale nel mio elaborato finale.

A me stessa, alla mia costanza, alla mia perspicacia, alla mia voglia di fare e fare bene, di riscattarmi da tutte le critiche ricevute, alla mia corazza che mi ha protetto e forgiato.

## CAPITOLO VII

## **SITOGRAFIA**

#### **CAPITOLO I**

- MICROSOFT
  - www.microsoft.com
- KIWI DATA SCIENCE

www.kiwidatascience.com

#### **CAPITOLO II**

- SETTORE MANIFATTURIERO CONTESTO ODIERNO
   https://www.pmi.it/economia/mercati/268425/industria-italia-manifatturiero-crescita.html
- DIGITALIZZAZIONE INDUSTRIA MANIFATTURIERA
   https://www.insidemarketing.it/innovazione-imprese-settore-manifatturiero/
- QUALI SONO I PROBLEMI DELLE INDUSTRIE MANIFATTURIERE
   <a href="https://www.organizzazioneaziendale.net/produttivita-efficienza-produttiva/777">https://www.organizzazioneaziendale.net/produttivita-efficienza-produttiva/777</a>
- OPPORTUNITA' MONDO MANIFATTURIERO
   <a href="https://dirigentisenior.it/industria/le-opportunita-di-sviluppo-del-manifatturiero.html">https://dirigentisenior.it/industria/le-opportunita-di-sviluppo-del-manifatturiero.html</a>
- SOLUZIONI CHE UN'AZIENDA MANIFATTURIERA PUO' PRENDERE NELLA QUARTA RIVOLUZIONE INDUSTRIALE
  - https://www.press40.it/articoli/industry40.htm
- FUTURO DELLE SMART FACTORIES

https://www.pmi.it/economia/mercati/news/154294/smart-factory-levoluzione-digitale nel-manifatturiero.html

#### **CAPITOLO III**

- MICROSOFT
  - www.microsoft.com

# **CAPITOLO IV**

MICROSOFT SERVICES
 <a href="https://www.microsoft.com/en-us/industry/services">https://www.microsoft.com/en-us/industry/services</a>

# **CAPITOLO V**

- DATA LAKE
   <a href="https://blog.neodatagroup.com/che-cose-un-data-lake">https://blog.neodatagroup.com/che-cose-un-data-lake</a>
- SPOTFIRE www.spotfire.com