



**UNIVERSITÀ POLITECNICA DELLE MARCHE
FACOLTÀ DI ECONOMIA “GIORGIO FUÀ”**

Corso di Laurea triennale in
ECONOMIA E COMMERCIO

**L' INDUSTRIA 5.0 COME NUOVO PERCORSO DI
SVILUPPO UOMO-CENTRICO, SOSTENIBILE E
RESILIENTE**

**(THE INDUSTRY 5.0 AS A NEW HUMAN-CENTRIC,
SUSTAINABLE AND RESILIENT DEVELOPMENT
PATH)**

Relatore:

Prof. Aldo Bellagamba

Rapporto Finale di:

Marco Marini

Anno Accademico 2020/2021

A Manuela per il suo amore e la sua perseveranza

Ad Anna, Gilberto e Michela per il loro affetto e i loro sacrifici

Grazie

INDICE

INTRODUZIONE	1
1. GERMANIA, 2011: LE ORIGINI DI INDUSTRIE	3
2. ITALIA, 2016: PIANO NAZIONALE INDUSTRIA 4.0	7
3. (2017 – 2021) LE PMI MARCHIGIANE E LA ATTESTAZIONE DI CONFORMITÀ AD INDUSTRIA 4.0	12
4. INTERDIPENDENZA TRA TOYOTA PRODUCTION SYSTEM (TPS) E INDUSTRIA 4.0	15
5. EUROPA, 2021: INDUSTRIA 5.0	21
5.1 La visione di Industria 5.0 della UE	21
5.2 Da Industria 4.0 a Industria 5.0	21
5.3 Il binomio Industria 5.0 - Società 5.0	25
5.4 Definizione di Industria 5.0	32
6. IL LAVORATORE DI INDUSTRIA 5.0	35
6.1 Nuovo ruolo per il lavoratore dell'industria 5.0	35
6.2 Ambiente di lavoro sicuro e inclusivo	37
6.3 Competenze, aggiornamento e riqualificazione dei lavoratori Industria 5.0	38
7. L'INDUSTRIA EUROPEA 5.0	41
7.1 La nuova Forza Lavoro	41
7.2 Efficienza delle risorse per la sostenibilità e la competitività	43
7.3 La Resilienza	44
OSSERVAZIONI CONCLUSIVE	46
BIBLIOGRAFIA	48
SITOGRAFIA	49

INTRODUZIONE

Obiettivo del presente elaborato è quello di analizzare e concettualizzare il percorso e l'evoluzione di Industria 4.0 dagli albori tedeschi, al piano Calenda, dalla realtà marchigiana (2017-2021) al “Recovery and Resilience Facility”, che attraverso Industria 5.0 evidenzia, oltre agli aspetti tecnologici ed economici propri della IV Rivoluzione Industriale, anche quei fattori decisivi di natura ambientale, sociale e di diritti fondamentali che costituiranno le basi per un'industria radicata nella futura società europea.

In sequenza cronologica vengono approfondite:

- le cause e le modalità attraverso le quali Industria 4.0 ha avuto inizio nel 2011 in Germania;
- l'attuazione in Italia nel 2016 del Piano Nazionale Industria 4.0 come stimolo agli investimenti privati su tecnologie innovative e beni, propri di Industria 4.0;
- la reale applicazione, attraverso l'Attestazione di Conformità a Industria 4.0, della misura “Iper Ammortamento (ora Credito d'Imposta) – investire per crescere” in 50 PMI Marchigiane;
- l'interdipendenza tra la Lean Production (Toyota Production System) e Industria 4.0;
- le linee guida della Commissione Europea per far in modo che l'Europa diventi sia il primo continente al mondo a impatto zero sul clima, sia garante

e finanziatore dei paesi membri dell'Unione, con l'obiettivo di mitigare l'impatto economico e sociale della pandemia da coronavirus e di rendere le economie e le società europee più sostenibili, resilienti e meglio preparate per le sfide e le opportunità delle transizioni verdi e digitali.

L'approccio metodologico utilizzato per la stesura di questo elaborato, essendo di interesse sia l'intervallo temporale analizzato (2011 – 2021), sia gli studi e gli approfondimenti su questioni storico/concettuali e su argomentazioni scaturite da esperienze professionali dirette, è caratterizzato da una modalità di accesso a fonti di informazione e materiale documentale di provenienza eterogenea, ma al contempo complementare.

Eccezion fatta per il paragrafo 3, i cui dati esposti sono stati estrapolati da una archiviazione storica proveniente da fonti interne relative alla mia attività professionale, gli altri contributi e fonti di consultazione sono caratterizzate da una integrazione prospettica fra:

- letteratura accademica;
- documentazioni e articoli da riviste specializzate estratti dalla editoria accademica e da quella on-line;
- fonti provenienti dal sito web del MISE e dalla Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana;
- pubblicazioni ufficiali della UE e siti web relativi a studi di ricerca, sondaggi e report provenienti anche da workshop e seminari.

1. GERMANIA, 2011: LE ORIGINI DI INDUSTRIE 4.0

A causa della volatilità e della globalizzazione del mercato, della conseguente intensificazione della concorrenza e del basso costo della manodopera asiatica, le aziende manifatturiere affrontano nuove sfide in termini di costi e qualità.

Il numero crescente di concorrenti e il passaggio dal mercato del “venditore” a quello dell’”acquirente” ha permesso ai clienti/consumatori la scelta tra un’ampia gamma di prodotti con costi limitati ed elevati standard di qualità.

Per rimanere competitiva, l’industria manifatturiera tedesca, sempre all’avanguardia dal punto di vista tecnologico, deve ridisegnare processi e metodi lungo l’intera catena del valore.

Per far fronte alle suddette sfide, il “concetto” di Industrie 4.0 è stato presentato alla “Hannover Messe” nel 2011 dal comitato promotore della Industry Science Research Alliance, come un progetto futuro, “Zukunftsprojekt Industrie 4.0”, per la definizione delle linee guida di una strategia high-tech da adottare nel mondo industriale tedesco, non solo per soddisfare al meglio i valori tecnico-economici, ma anche quelli ecologici della "green production", per un’industria a zero emissioni di CO2 ed efficiente dal punto di vista energetico.

Il progetto era originariamente legato al “come” la Germania aveva avuto successo durante il primo decennio del 21° secolo e al “come” poteva essere più efficace e più efficiente nei decenni successivi al fine di riuscire a mantenere

inalterato, in ambito manifatturiero, sia il numero di dipendenti occupati sia i rispettivi salari (Kagermann H. e al., 2011, 1).

Negli anni immediatamente successivi al 2011, sempre in Germania, si è costituito un gruppo di lavoro in Acatech - National Academy of Science and Engineering, nel quale spiccano i nomi di Henning Kagermann e Wolfgang Wahlster, che ha presentato nel 2013 un report indirizzato al governo tedesco dal titolo “Securing the future of German manufacturing industry. Recommendations for implementing the strategic initiative industrie 4.0”, secondo il quale, il comparto manifatturiero tedesco doveva porsi come obiettivo l’integrazione delle strutture produttive della fabbrica tradizionale con le nuove e rivoluzionarie tecnologie di Information and Communication Technologies (ICT), in modo da garantire una posizione di leadership a livello europeo e porsi come modello di riferimento per gli altri paesi.

Affinché tali obiettivi venissero raggiunti era necessario, sia che le tecnologie ICT fossero adattabili a quei specifici ambienti industriali, sia che fossero messi in essere dei programmi di formazione e di ricerca specifica per sviluppare le nuove metodologie e applicazioni industriali nell’ambito dell’automazione e dei sistemi di ottimizzazione.

In un futuro prossimo, le imprese avranno al loro interno reti globali che integrano i loro macchinari, sistemi di magazzinaggio e impianti di produzione nella forma dei Cyber-Physical System (CPS).

Nell'ambito della struttura produttiva, questi Cyber-Physical System comprendono macchine intelligenti, sistemi di archiviazione e impianti di produzione in grado di scambiare autonomamente informazioni, attivazione di azioni e controllo reciproco ma indipendente (Acatec, 2013, 5).

L'altra parte del piano, definita Leading Market Strategy, aveva l'intento, mediante la creazione di una fitta rete di imprese, di creare un sistema di produzione integrato che coinvolgesse ciascun livello del processo di creazione del valore, le fasi del ciclo di vita dei prodotti e dei sistemi di produzione (Acatec, 2013, 29).

Sempre, Acatech ha presentato un'agenda di ricerca e raccomandazioni di attuazione, che sono state sviluppate su iniziativa del Ministero Federale della Ricerca (BMBF) e basate sulla "National Roadmap Embedded Systems" in cui ha descritto l'impatto che l'Internet delle cose (IoT) avrebbe avuto sulla organizzazione della produzione grazie ad una nuova interazione tra uomini e macchine e ad una nuova ondata di applicazioni digitali rivolte ai processi produttivi.

L'Industria 4.0 può essere definita come " un networking in tempo reale, intelligente e digitale di persone, attrezzature e oggetti per la gestione e l'ottimizzazione di processi aziendali e creazione di valore, un networking verticale dei sistemi "embedded" con il software gestionale aziendale pronto per offrire nuovi modelli di business (Dombrowski U. e al., 2017, 1062).

I principi cardini di questo nuovo paradigma sono la digitalizzazione e la connessione dei dispositivi in modo da ottenere benefici tecnico-economici quali:

- monitoraggio;
- autonomia;
- realtà aumentata;
- analisi;
- predizioni;
- simulazioni;
- gestione degli eventi in tempo reale;
- collaborazione tra macchine e uomo-macchina.

Nell'industria, questo approccio porta a un cambio di paradigma in cui il prodotto finito assume per la prima volta un ruolo attivo: è il prodotto che "dice" come deve essere eseguito nelle singole fasi del suo processo di produzione, che monitora i parametri ambientali rilevanti tramite sensori incorporati e in caso di malfunzionamenti attiva le contromisure appropriate.

Dal punto di vista comunitario il tema è stato poi affrontato dal Parlamento europeo col documento “Industry 4.0. Digitalisation for productivity and growth” del settembre 2015 (Davies R., 2015) e nel più ampio report “Industry 4.0” elaborato nel 2016 dalla Commissione per l'industria, la ricerca e l'energia del Parlamento europeo (European Parliament ITRE Committee, 2016).

2. ITALIA, 2016: PIANO NAZIONALE INDUSTRIA 4.0

A livello istituzionale, un primo contributo al concetto di Industria 4.0 si deve alla indagine conoscitiva, avviata nel febbraio del 2016 e terminata a giugno dello stesso anno, dalla Commissione attività produttive commercio e turismo della Camera dei Deputati con «l'obiettivo di concorrere alla definizione di una strategia italiana di Industria 4.0» anche «attraverso una migliore definizione del quadro normativo necessario a promuoverne la realizzazione» (Camera dei Deputati - XVII Legislatura - Bollettino delle Giunte e delle Commissioni parlamentari attività produttive commercio e turismo, 2016).

Alla indagine parlamentare ha poi fatto seguito la predisposizione di un “Piano nazionale Industria 4.0” che è stato presentato pubblicamente a Milano, il 21 settembre 2016, dal Ministro per l'economia e lo sviluppo Carlo Calenda e dal Presidente del Consiglio Matteo Renzi : non siamo di fronte alla predisposizione di un vero e proprio documento programmatico da parte del Governo italiano, il Ministero della economia e dello sviluppo ha reso disponibili unicamente le slide di presentazione del “Piano nazionale Industria 4.0”.

Le caratteristiche più qualificanti dell'annunciato “Piano nazionale Industria 4.0” sono prontamente confluite nelle misure della legge di bilancio per il 2017 “d.d.l. AC 4127 – bis, Bilancio di previsione dello Stato per l'anno finanziario 2017 e bilancio pluriennale per il triennio 2017 – 2019”, portando così il “Piano nazionale

Industria 4.0” su una maggiore concretezza e attenzione agli aspetti di “esecuzione operativa”.

Le direttive definite nella manovra di bilancio convergono nella categoria della così detta “norma – incentivo” nella forma del super - ammortamento e del credito d’imposta con riferimento:

- alle tecnologie abilitanti per l’Industria 4.0;
- agli investimenti sul personale impiegato nelle correlate attività di ricerca e sviluppo;

a cui si accompagnano altre eterogenee misure fiscali o di agevolazione per:

- investimenti innovativi;
- acceleratori d’impresa;
- industrializzazione di idee e brevetti ad alto contenuto tecnologico;
- infrastrutture di rete (banda larga);
- startup innovative;
- contratti di sviluppo per il potenziamento dei cluster e la diffusione dei dottorati industriali;
- forme di raccordo tra impresa, università e istituti tecnici superiori per la formazione di nuove competenze legate ai nuovi mestieri.

Carlo Calenda: *Il Piano Industria 4.0 è una grande occasione per tutte le aziende che vogliono cogliere le opportunità legate alla quarta rivoluzione industriale: il Piano prevede un insieme di misure organiche e complementari in grado di favorire*

gli investimenti per l'innovazione e per la competitività. Sono state potenziate e indirizzate in una logica 4.0 tutte le misure che si sono rivelate efficaci e, per rispondere pienamente alle esigenze emergenti, ne sono state previste di nuove.

Tab. 2.1: 2016 MISE – PIANO NAZIONALE IMPRESA 4.0, GUIDA AGLI INVESTIMENTI (MISE, 2016)

<u>1. INNOVAZIONE: INDUSTRIA 4.0</u>	
IPER E SUPERAMMORTAMENTO	Investire per crescere
NUOVA SABATINI	Credito all'innovazione
CREDITO D'IMPOSTA R&S	Premiare chi investe nel futuro
PATENT BOX	Dare Valore ai beni Immateriali
STARTUP E PMI INNOVATIVE	Accelerare l'innovazione
<u>2. COMPETITIVITÀ</u>	
FONDO DI GARANZIA	Ampliare le possibilità di Credito
ACE (AIUTO ALLA CRESCITA ECONOMICA)	Potenziare il Capitale in Impresa
IRES, IRI E CONTABILITÀ PER CASSA	Liberare Risorse
SALARIO DI PRODUTTIVITÀ	Incrementare il Salario per recuperare produttività

Il piano nazionale predisposto dal Ministro Calenda si segnala, in positivo, per l'abbandono della vecchia impostazione delle politiche industriali italiane fatte di finanziamenti diretti e intermediati dalla politica, bandi pubblici di complessa gestione burocratica e indicazioni specifiche di tecnologie e beni strumentali sui quali investire. Dalla lettura del piano emerge una filosofia di sostegno al sistema

produttivo caratterizzata dalla promozione delle tecnologie abilitanti, incentivi automatici facilmente accessibili e volti a superare quello che è stato da tempo denunciato come il “mercato politico” dei sussidi pubblici alle imprese.

Al tempo stesso, troviamo una quasi esclusività del “Piano nazionale Industria 4.0” del Governo italiano riferita alla produzione manifatturiera e incentrata sulla fabbrica in un momento storico nel quale, proprio grazie all’internet delle cose, industria e servizi sono sempre più interconnessi tra loro dando origine a modelli di business, mercati, processi, prodotti e dinamiche del consumo non solo nuovi ma anche integrati.

Manca insomma metà del ragionamento rispetto a quello che sarà la Quarta rivoluzione industriale, che non è certo l’automazione dei processi produttivi (che esiste da anni nelle moderne fabbriche) ma l’interazione costante e circolare, grazie a sensori e piattaforme interconnesse sulla rete internet, tra ricerca, progettazione, produzione, servizi e consumi, che incide sui fattori della produzione e sulle logiche della domanda in termini di condivisione e di reciprocità (sharing economy) rispetto ai vecchi processi (automatizzati o meno) di produzione industriale e di utilizzo dei beni (Tiraboschi e Seghezzi, 2016, 15).

Queste misure organiche e complementari hanno l’obiettivo principale di stimolare gli investimenti privati su tecnologie e beni propri di Industria 4.0, mediante la proroga del super-ammortamento e l’istituzione di un nuovo iper-ammortamento.

La vasta gamma di beni materiali e immateriali (software) che beneficiano di tale incentivo, elencata in dettaglio nella legge di bilancio (Cfr. l'art. 3 del già richiamato d.d.l. AC 4127 – bis e l'allegato A) conferma la volontà generale del provvedimento di operare in una logica di neutralità tecnologica che lasci alle imprese la facoltà di individuare lungo quali linee guida concentrare i propri investimenti.

3. (2017 – 2021) LE PMI MARCHIGIANE E LA ATTESTAZIONE DI CONFORMITÀ AD INDUSTRIA 4.0

È stato analizzato l’approccio al Piano Nazionale Industria 4.0, riguardo la misura “Iper e Super Ammortamento – Investire per crescere”, su un campione di piccole e medie imprese marchigiane, circa 50, dei settori manifatturiero, edile, agricolo/alimentare e medicale.

In primo luogo l’azienda vuole capire il significato e come riuscire a soddisfare i requisiti di “interconnessione ai sistemi informatici di fabbrica con caricamento da remoto di istruzioni e/o part program” e di “integrazione automatizzata con il sistema logistico della fabbrica o con la rete di fornitura e/o con altre macchine del ciclo produttivo” per accedere al beneficio fiscale che lo Stato mette a disposizione, attraverso la legge di stabilità 2017 (Legge 11 dicembre 2016, n. 232) in seguito ad investimenti sia in Beni Materiali sia in Beni Immateriali: dal 2017 al 2019 sotto forma di Iper e Super Ammortamento e dal 2020 sotto forma di Credito di Imposta.

Oggi giorno ci troviamo di fronte, visto il momento storico (a livello economico-finanziario, sociale e sanitario) e visto il beneficio economico che lo Stato concede, ad una reale propensione verso la certezza/sicurezza in termini di ritorno monetario immediato e tangibile di un investimento, rispetto al tradizionale ritorno in termini di produttività, sviluppo ed efficienza. La struttura del sistema manifatturiero marchigiano, suddiviso in una moltitudine di piccole realtà aziendali con bassi livelli di competenze digitali e di capacità di investimento, fa sì che l'adozione delle

tecnologie abilitanti 4.0 avvenga in maniera abbastanza graduale, anche se a fine 2020 ci siamo trovati di fronte ad una vero e proprio “boom” di richieste di attestazione di conformità su Investimenti - Industria 4.0.

Tutto ciò nonostante le rassicurazioni economiche e temporali pervenute grazie al Nuovo Piano Nazionale Transizione 4.0 del 2020, elaborato appositamente per dare maggiori certezze, stabilità e stimoli agli investimenti privati e ammettendo addirittura la così detta “compensazione immediata” (dall’anno fiscale in corso) del credito d’imposta relativo agli investimenti in beni strumentali.

Da una reale analisi sul campo delle caratteristiche tecnologiche e digitali relative a questi nuovi beni strumentali quali:

- unità di Controllo (PLC-CNC-PC INTEGRATO);
- rispondenza ai requisiti di “integrazione” e “interconnessione” con i sistemi informativi gestionali e di fabbrica;
- gestione della teleassistenza da remoto;
- “cyber-security”;
- monitoraggio continuo delle condizioni di lavoro e dello stato della macchina;
- sistemi “cyber fisici – digital twin”;

si evince che un ruolo decisivo viene giocato dalla abilità commerciale dei fornitori che vendono a “metà prezzo” i beni strumentali oggetto di investimento.

Nella stragrande maggioranza delle realtà produttive, quest’ultimi, sono dei corpi estranei rispetto ai Sistemi Informativi aziendali (Gestionali – Progettazione

– Qualità – Controllo Produzione), i quali risultano spesso inadatti/obsoleti oppure al contrario non ne vengono sfruttate appieno le potenzialità per mancanza di tempo, di operatori qualificati o di una adeguata formazione: per ogni nuovo investimento si deve far ricorso a sistemisti specializzati per le opportune modifiche, integrazioni e personalizzazioni.

Eccezion fatta per 5 realtà industriali, sulle 50 analizzate, le quali prima hanno configurato, all'interno della loro struttura produttiva, un MES (Manufacturing Execution System) per la gestione e il controllo della produzione e poi integrato con i nuovi investimenti in beni strumentali.

Il risultato finale della nostra analisi su un campione di 50 piccole e medie realtà produttive marchigiane è che : si investe perché si possa acquisire il macchinario nuovo a “metà prezzo”, cedendo addirittura il “bonus fiscale” all’azienda fornitrice; poi, automatizzare il processo produttivo, aumentare efficienza e produttività o il livello qualitativo dei prodotti, ottimizzare i costi, essere sostenibile, gestire il sistema informativo da remoto, predire la manutenzione dei macchinari o avere in tempo reale il magazzino è tutto di secondaria importanza.

4. INTERDIPENDENZA TRA TOYOTA PRODUCTION SYSTEM (TPS) e INDUSTRIA 4.0

Trattasi di tematiche cruciali per il manifatturiero italiano alle prese con le profonde trasformazioni tecnologiche e digitali proprie di Industria 4.0.

Il rischio maggiore è quello di interpretare questa quarta rivoluzione industriale solo come “digitalizzazione”, “robotizzazione”, “automatizzazione” dei processi produttivi. La grande sfida è quella di accompagnare la trasformazione tecnologica di Industria 4.0 favorendo una nuova cultura all'interno delle realtà produttive con la formazione di nuovo capitale umano, con l’obiettivo di rendere semplice intuitivo e sicuro l’uso consapevole di queste nuove tecnologie abilitanti.

Ci saranno quindi nuovi principi nella progettazione dei processi produttivi, una Smart Factory che si basa sulla classica visione olistica del Toyota Production System: il monitoraggio in tempo reale dei processi viene sempre effettuato durante il funzionamento e può essere utilizzato per fornire feedback nei modelli di pianificazione e nei processi di produzione reale. (Bauernhansl T., 2017, 19).

Come esempio di questa integrazione, il percorso delle aziende del Made in Italy verso l'Industry 4.0 può guardare al Toyota Production System.

Come “Il Sistema Toyota può essere un modello di riferimento per la via Italiana 4.0”? Che cosa è il Toyota Production System? Che cos’è il Toyota Way?

Il Professore Satoshi Kuroiwa, consulente della Toyota Motor Corporation, del Governo giapponese (METI- Ministry of Economy, Trade and Industry) nello

sviluppo delle misure di informatizzazione, dell'Istituto di Certificazione del Toyota Production System e Managing Director dell'associazione no-profit ESD21 (Economic Sustainable Development for 21st Century), in vari seminari, tra cui il 7 marzo 2018 nell'Aula Magna di Ateneo della Facoltà di Ingegneria dell'Università Politecnica delle Marche e nell'Ottobre 2018 al Toyota Product System Lean Seminar - M.P.E.C. at Yangon ha cercato di rispondere ai sopracitati interrogativi (Kuroiwa).

Il Toyota Production System, detto anche “Toyotismo”, è un metodo di organizzazione della produzione derivato da una filosofia diversa e per alcuni aspetti alternativa alla produzione in serie e su larga scala, basata sulla catena di montaggio di Henry Ford. Il Toyota Production System parte da quattro principi fondamentali nati in Toyota, da Sakichi Toyoda, da Kiichirō Toyoda, ed in particolare dal giovane ingegnere Taiichi Ōno negli anni tra il 1948 e il 1975:

- 1) Spirito di iniziativa dedicato alla ricerca delle soluzioni, prevista nella “Toyota’s platform”;
- 2) Principio del “genchi genbutsu (Go and see: 現地現物)” di Sakichi Toyoda: “Prova! Non preoccuparti di sbagliare”; Kiichiro Toyoda: “gli ingegneri che non si lavano le mani dall’olio almeno tre volte al giorno non sono veri ingegneri”;
- 3) Coinvolgimento totale, buoni prodotti, buoni pensieri (slogan aziendale sulla creatività);

4) Eiji Toyoda: “Making things is making people”, “Sono le persone a costruire le nostre auto, nulla può iniziare senza averli formati ed educati “

Il Toyota Production System ha come obbiettivi:

- ottenere un vantaggio competitivo attraverso la soddisfazione del cliente;
- aumentare il livello di “just in time” e di “heijunka”, ossia il livellamento della produzione e dei mix di prodotti, in modo da equilibrare il lavoro nel processo produttivo;
- aumentare il livello di Jidoka, una sorta di “autonomazione umana”, cioè dotare ogni macchina di un sistema specifico e formare ogni lavoratore in modo da poter fermare il processo produttivo al primo segnale di una qualsiasi condizione anomala, "Ferma la produzione in modo che la produzione non si fermi mai”, Proverbio di Toyota (Sugimory Y. e al. 2007, 555 – 557).

Un approccio, quello del Toyota Production System, che comporta benefici per i clienti, l’azienda e per gli stessi dipendenti. Se il Toyota Production System è un approccio incentrato sui processi produttivi, il focus del Toyota Way è sugli aspetti manageriali ed è basato su due pilastri: il miglioramento continuo e il rispetto per le persone. Nell’ottica Toyota, miglioramento continuo significa che il successo attuale non viene mai visto come un risultato finale.

Il mondo cambia in continuazione e con esso le sfide aziendali, personali e la definizione stessa di successo; il rispetto per le persone coinvolge non solo gli impiegati dell'azienda, ma anche le comunità e gli stakeholder.

Questo pilastro del Toyota Way riguarda non solo il rispetto in sé, ma anche il lavoro di squadra: la crescita professionale avviene sia a livello di singoli, sia di team di lavoro (Liker J.K., 2004, 6).

Da anni Toyota sta promuovendo l'integrazione fra "l'arte di fare prodotti" – "monozukuri", intesa come il complesso di attività espletate dalle funzioni aziendali di R&S-acquisti-industrializzazione-produzione, "l'internet delle cose" e "l'arte di fare persone" – "hitozukuri", quale elemento basilare per una innovativa rivoluzione industriale e quale chiave di volta per metabolizzare in profondità il Toyota Way.

Kuroiwa afferma: "In questa nuova era Toyota punta a ripensare e rivedere i processi human-centric con il supporto delle tecnologie abilitanti:

- AI (Intelligenza Artificiale);
- Robotica;
- Big Data and Analytics;
- Sistemi di realtà aumentata (augmented reality);
- Manifattura additiva (additive manufacturing);
- Integrazione delle informazioni lungo la catena del valore (Horizontal/Vertical Integration);

- tecnologie CLOUD;
- Cyber Security;
- IIOT (Industrial Internet of Thing).

Fig. 4.1: Tecnologie Abilitanti Industry 4.0 (classica immagine tratta dal web)



In questo senso, soprattutto in un contesto manifatturiero come quello italiano, le tecnologie e le soluzioni abilitanti ai nuovi paradigmi dell'Industria 4.0 non dovranno andare nella direzione di ridurre il contributo umano ai processi produttivi, bensì dovranno agevolarlo e sostenerlo secondo nuovi schemi e modalità di lavoro collaborative e interattive.

Per affrontare con successo la quarta rivoluzione industriale è indispensabile ripensare al proprio modello di business, di conseguenza ai processi ad esso correlati e solamente dopo investire in nuovi strumenti tecnologici.

Rispetto a qualche anno fa il mondo si è evoluto, l'approccio alle nuove tecnologie è diventato di uso quotidiano, la globalizzazione dell'economia non è più una novità e tutti conoscono i problemi legati all'ambiente e all'energia. Siamo impegnati a favorire la trasformazione digitale del nostro sistema produttivo che si prospetta come un vero cambio di paradigma nel modo di concepire, di progettare e di produrre. I processi vanno pensati e progettati in maniera sempre più stabile, flessibile e affidabile, le persone devono essere messe al centro: in un concetto Lean Organization. Industria 4.0 è un termine che nasce proprio dalla Germania, noi in Giappone abbiamo un approccio diverso lo abbiamo chiamato Società 5.0 il cui pilastro è la 'Connected Industry' come nuovo modo di vedere la tecnologia al servizio delle persone, perché questa nuova epoca in cui stiamo vivendo avrà sempre come centro l'uomo".

5. EUROPA, 2021: INDUSTRIA 5.0

5.1 La visione di Industria 5.0 della UE

Il 7 Gennaio 2021, Mariya **Gabriel**, Commissaria per l'innovazione, la ricerca, la cultura, l'istruzione e la gioventù, in concomitanza alla pubblicazione del rapporto UE “Industry 5.0 - Towards a sustainable, human-centric and resilient European industry”, ha dichiarato: “Il nuovo concetto di Industria 5.0 non potrebbe arrivare in un momento migliore. Molte industrie europee si stanno reinventando, adattandosi alla nuova realtà COVID, abbracciando sempre più tecnologie digitali e verdi per rimanere il fornitore di soluzioni per tutti gli europei. Ora è il momento di rendere i luoghi di lavoro più inclusivi, costruire catene di approvvigionamento più resilienti e adottare metodi di produzione più sostenibili.”

Il documento programmatico definisce i principali elementi costitutivi dell'approccio ad Industria 5.0, delinea i benefici per i lavoratori e per l'industria, fornisce una mappatura dei progetti di ricerca e innovazione in corso, finalizzati e pertinenti a Industria 5.0 (Official website of the European Union: NEWS - 7 January 2021).

5.2 Da Industria 4.0 a Industria 5.0

Affinché l'industria continui a portare prosperità all'Europa deve compiere quel processo di adattamento continuo ai repentini cambiamenti del mercato e della società attraverso l'innovazione: l'industria europea può migliorare ulteriormente la sua efficienza in diversi punti della catena del valore, aumentare la flessibilità dei

suoi sistemi di produzione e continuare ad essere un riferimento globale per la qualità.

Sensori a basso costo, Big Data, Intelligenza artificiale (AI) e le altre tecnologie abilitanti stanno sempre più automatizzando, interconnettendo, integrando e ottimizzando una vasta gamma di processi industriali.

Nei suoi dieci anni di vita, l'Industria 4.0 si è concentrata di più sulla digitalizzazione e sulle tecnologie abilitanti per aumentare l'efficienza e la flessibilità della produzione e meno sui principi di equità sociale e sostenibilità.

L'avvento di queste trasformazioni e le questioni strettamente legate all'innovazione tecnologica richiederanno all'industria di riconfigurare il suo ruolo nella società.

Attraverso “Recovery and Resilience Facility (RRF)” all’interno di “NEXT GENERATION EU” e “Horizon Europe 2020” l’Unione Europea si pone l’obiettivo di ridisegnare la nostra economia, di aggiornare la nostra politica industriale, di investire in ricerca e innovazione sempre con la garanzia che l'evoluzione dell'industria sia in linea con le seguenti priorità:

- “European Green Deal” per guidare una transizione verso un'economia più circolare e con una maggiore dipendenza da risorse sostenibili; (Il Green Deal europeo COM / 2019/640 definitivo: EUR-Lex - 52019DC0640 – EN)
- “Un'Europa pronta per l'era digitale” per rafforzare la propria sovranità digitale, plasmare il proprio futuro e pianificare questo decennio come il "decennio digitale" incentrato sui dati, la tecnologia e le infrastrutture.

La Direzione Generale della Ricerca e dell'Innovazione della Commissione Europea:

- analizza e cerca di tracciare le linee guida per come potrebbe essere questa "Industria 5.0" europea, per rendere le aziende a prova di futuro, resilienti, sostenibili e centrate sull'uomo;
- esamina i modi in cui l'innovazione tecnologica può essere impiegata per progettare una migliore interazione tra industria e società, spostando l'attenzione dal valore per gli azionisti a quello per gli stakeholder;
- indaga su come l'Industria 5.0 potrebbe portare benefici e vantaggi piuttosto che minacciare i lavoratori dell'industria, rispettando sempre i confini planetari e sociali;
- si pone l'obiettivo di avviare un programma esecutivo sulla formazione di Industria 5.0, modellato al contesto europeo, per un'industria del futuro;
- enfatizza il ruolo del lavoratore industriale, i valori europei e i diritti fondamentali dovrebbero essere principi vincolanti, compreso il rispetto della privacy, dell'autonomia, della dignità umana e dei diritti generali dei lavoratori.

Industria 5.0 integra ed estende le caratteristiche distintive di Industria 4.0, evidenzia quegli aspetti, non sono solo di natura economica o tecnologica, ma anche ambientali e sociali, che saranno fattori decisivi nel collocare l'industria nella futura società europea.

Il concetto di Industria 5.0 è stato discusso tra i partecipanti delle organizzazioni di ricerca e tecnologia e delle agenzie di finanziamento di tutta Europa in due workshop virtuali organizzati dalla Direzione "Prosperity" della Direzione Generale Ricerca e Innovazione della Commissione Europea, il 2 e il 9 luglio 2020.

L'attenzione si è concentrata principalmente sulle tecnologie abilitanti che supportano l'Industria 5.0 e sulla necessità di integrare al meglio le priorità sociali e ambientali europee nell'innovazione tecnologica.

Sono state identificate sei categorie, ognuna delle quali si ritiene possa sviluppare il suo potenziale anche combinata con le altre come parte di piattaforme tecnologiche:

- 1) interazione uomo-macchina individualizzata;
- 2) tecnologie bio-ispirate e materiali intelligenti;
- 3) gemelli digitali e simulazione;
- 4) tecnologie di trasmissione, immagazzinamento e analisi dei dati;
- 5) intelligenza artificiale;
- 6) tecnologie per l'efficienza energetica, le energie rinnovabili, lo stoccaggio e l'autonomia

(Müller J., 2020, 8 - 9).

5.3 Il binomio Industria 5.0 - Società 5.0

Il concetto di Industria 5.0 fornisce un focus diverso e sottolinea l'importanza della ricerca e dell'innovazione per sostenere l'industria nella sua interazione con la società e l'ambiente.

I concetti di Società 5.0 e Industria 5.0 sono correlati nel senso che entrambi i concetti si riferiscono a un cambiamento fondamentale della nostra società ed economia verso un nuovo paradigma.

La società 5.0 cerca di bilanciare lo sviluppo economico con la risoluzione dei problemi sociali e ambientali, non è limitata al settore manifatturiero, ma affronta sfide sociali più ampie basate sull'integrazione degli spazi fisici e virtuali.

La società 5.0 è una società in cui le tecnologie informatiche avanzate, l'Internet delle cose, i robot, l'intelligenza artificiale e la realtà aumentata sono utilizzati attivamente nella vita di tutti i giorni, nell'industria, nella sanità e in altre sfere di attività, non principalmente per un vantaggio economico ma per il beneficio e il benessere di ogni cittadino.

La Commissione UE per la Ricerca, Innovazione, Cultura, Istruzione e Gioventù prende in considerazione diversi parametri e caratteristiche socio-economiche, per definire il concetto di Industria 5.0:

1) analisi e studio delle evoluzioni sociali in corso in Europa e nel mondo, la globalizzazione avanzata ha aumentato la prosperità globale ma, al contempo, ha

causato un uso eccessivo delle risorse naturali e peggiorato l'inquinamento ambientale;

2) l'attuale impostazione politica a livello europeo tende a monitorare queste evoluzioni nel tentativo di massimizzare i benefici per la società europea e di rendere minimi i rischi emergenti, tutto ciò si riflette nelle due già citate priorità dell'attuale Commissione europea: il "Green Deal" e "Europa digitale";

3) il reale utilizzo delle tecnologie digitali nell'industria europea : nonostante le affermazioni sullo sviluppo esponenziale della tecnologia digitale e sulla sua natura sempre più dirompente, l'adozione della digitalizzazione nell'industria europea sembra essere di natura più graduale; anche se nuove tecnologie specifiche possono permettere nuovi approcci dirompenti, i grandi investimenti infrastrutturali richiesti per alcuni tipi di industria e la frammentazione in una moltitudine di piccole realtà (prive di competenze digitali o di capacità di investimento) in altre aree, fanno sì che l'attuale adozione delle tecnologie digitali nell'industria europea sia lineare piuttosto che esponenziale, e graduale piuttosto che dirompente.

La Commissione Europea pone l'accento sugli investimenti nelle nuove tecnologie e su iniziative politiche come “lo Spazio europeo della ricerca” che sono specificamente mirate ad accelerare la diffusione delle nuove tecnologie, assicurandosi che siano assorbite in modo inclusivo nell'economia e nella società di tutti gli Stati membri.

L'Industria 5.0 vuole fare i conti con le promesse della digitalizzazione avanzata, dei big data e dell'intelligenza artificiale, sottolineando il ruolo che queste tecnologie possono svolgere per affrontare nuove esigenze emergenti nel panorama industriale, sociale e ambientale. Impiegare i dati e l'intelligenza artificiale per aumentare la flessibilità della produzione, per rendere le catene del valore più robuste significa distribuire la tecnologia che si adatta al lavoratore, significa usare la tecnologia per la circolarità e la sostenibilità.

Al contempo, la UE deve però garantire che l'utilizzo dei Big Data e della IA sia rispettoso verso quei valori e diritti fondamentali, quali la dignità umana e la tutela della privacy, considerando l'impatto sulla società nel suo complesso.

Sono questi i principi sui quali l'Europa può sviluppare un ecosistema di IA che consenta alla società e all'economia di godere dei benefici apportati dalla tecnologia (Commissione Europea 2020, Libro Bianco IA, 2).

4) lo sviluppo della visione di Industria 5.0 fatto dalla Direzione Generale della Ricerca e dell'Innovazione della Commissione Europea, in particolare il rapporto "Radical Innovation Breakthrough Inquirer - RIBRI" (Publications Office of the European Union, 2019), che ha identificato 100 potenziali innovazioni in campi come l'intelligenza artificiale, la robotica o la biomedicina è di grande valore per chiunque cerchi di identificare tecnologie rilevanti per il futuro;

5) analisi degli obiettivi e dei risultati dei progetti di ricerca e di innovazione attraverso i programmi quadro europei Horizon 2020 che hanno sviluppato

indicazioni sugli elementi di trasformazione pertinenti all'Industria 5.0; anche se in contrasto con Industria 4.0, il focus di questi progetti va oltre i vantaggi economici che la digitalizzazione e l'ulteriore automazione potrebbero fornire alle aziende in termini di efficienza e profitto ma sviluppano soluzioni che rendono la produzione più sostenibile, resiliente e competitiva a lungo termine, affrontano le sfide associate alla benefica interazione uomo-macchina e alle relative competenze.

Progetti che mirano a cambiare i modelli di business che le aziende adottano, favorendo la produzione circolare:

- KYKLOS 4.0 Ecosistema di produzione circolare avanzato attraverso l'utilizzo intelligente dei sistemi cyber-fisici per la gestione/valutazione del ciclo di vita del prodotto e della realtà aumentata e intelligenza artificiale per aumentare l'efficienza operativa su prodotti riconfigurabili e riutilizzabili in settori divergenti;
- DRALOD individua un'ottima opportunità di business nel promuovere la valorizzazione del riutilizzo di alcuni rifiuti dell'industria alimentare e delle bevande caratterizzati per un alto contenuto di acqua e contenenti ingredienti nutrizionali di alto valore ricchi di bio composti funzionali e richiesti dall'industria nutraceutica e farmaceutica.

Progetti per lo sviluppo di fabbriche intelligenti, autonome e auto-apprendenti in grado di aumentare la produzione personalizzata di massa:

- SME 4.0 per l'identificazione dei fattori abilitanti per le applicazioni e l'implementazione dell'Industria 4.0 nella produzione e logistica delle PMI;
- RICAIP progetto congiunto di due istituti di ricerca cechi e due tedeschi per lo sviluppo di soluzioni nuove, intelligenti, sicure e sofisticate per la produzione distribuita nell'ambiente Industry 4.0;
- SYMBIO-TIC progetto per soluzioni in termini di adattabilità, flessibilità e integrazione verticale.

Progetti che esplorano l'interazione tra gli esseri umani, i robot e i cobot nel contesto manifatturiero, cercando modi sia per beneficiare ciascuno dei loro punti di forza sia per valorizzare il capitale umano:

- FACTS4WORKERS nell'integrazione degli abilitatori IT incentrati sul lavoratore per fabbriche intelligenti;
- EVRYON la Scuola Superiore Sant'Anna è capofila, analizza l'evoluzione delle morfologie per l'interazione simbiotica uomo-robot;
- HuMan Manufacturing per definire luoghi di lavoro in cui automazione e lavoratori umani operano in armonia per migliorare la produttività e la qualità, nonché la soddisfazione e la sicurezza dei lavoratori;
- CoLLaboratE progetto per dotare i robot di capacità collaborative, utilizzando algoritmi di apprendimento per rinforzo profondo e strategie di sicurezza;

- ROSSINI un progetto che mira a sviluppare una piattaforma hardware-software dirompente e intrinsecamente sicura per la progettazione e la distribuzione di applicazioni di collaborazione uomo-robot nella produzione.

Progetti che esaminano le implicazioni della digitalizzazione per il futuro del lavoro e del benessere degli individui e della società in generale:

- BEYOND4.0, progetto che si pone l'obiettivo di una società inclusiva, nonostante l'impatto delle nuove tecnologie sul lavoro, su modelli di business e sul welfare;
- PLUS mira ad affrontare le caratteristiche principali dell'impatto della "platform economy" sul lavoro, sul benessere e sulla protezione sociale attraverso un approccio urbano innovativo;
- SemI40 che si pone come obiettivi il bilanciamento tra sicurezza del sistema e flessibilità produttiva, una maggiore trasparenza delle informazioni tra i campi e l'ERP e una gestione del processo decisionale automatizzato basato su regole e conoscenze;

Quando si analizzano le precondizioni per una transizione di successo verso l'Industria 5.0, l'insieme delle competenze richieste ai lavoratori è un aspetto importante, che viene affrontato da diversi progetti di Horizon 2020 e ERASMUS+, sulle carenze di competenze emergenti e sulla formazione virtuale e simulata:

- SAM Sector Skills Strategy in Additive Manufacturing, in cui l'obiettivo principale è quello di far fronte all'attuale esigenza europea di sviluppare un

sistema efficace per identificare e anticipare le competenze necessarie per la manifattura additiva;

- FIT4FoF mira ad affrontare le esigenze dei lavoratori, analizzando le tendenze tecnologiche in 6 aree industriali di robotica, produzione additiva, mecatronica/automazione delle macchine, analisi dei dati, sicurezza informatica e interazione uomo macchina, per definire nuovi profili di lavoro, requisiti di istruzione e formazione.
- SAIS, l'obiettivo principale del progetto è lo sviluppo di un'agenda e una strategia europea per le industrie ad alta intensità energetica e per l'implementazione di nuove competenze in materia di economia circolare;
- TECHNEQUALITY il cui obiettivo è migliorare la comprensione della relazione tra le attuali innovazioni tecnologiche e le disuguaglianze sociali, in quanto le stesse innovazioni possono anche avere un impatto su caratteristiche sociali quali reddito, competenze, benessere e salute;

Progetti che analizzano l'impatto dell'ambiente di lavoro digitalizzato sulla sicurezza dei lavoratori, le condizioni di lavoro, la soddisfazione sul lavoro e il benessere fisico e mentale oltre ai già citati HuMan Manufacturing, SYMBIO-TIC, FIT4FoF, PLUS:

- MindBot mira ad identificare metodi e implementare soluzioni per promuovere una buona salute mentale nell'emergente industria 4.0 nel

contesto specifico della produzione di piccole e medie imprese (PMI) che adottano robot collaborativi (cobot) nelle loro linee di produzione;

- H-WORK le principali azioni del progetto riguardano lo sviluppo di un protocollo dedicato alla valutazione dei fattori di rischio psicosociale in ambito lavorativo, testare l'efficacia di un insieme di interventi multilivello e sviluppare un protocollo in grado di verificare gli aspetti procedurali degli interventi e l'impatto economico sulla vita dell'organizzazione coinvolta.
- EMPOWER il cui obiettivo è sviluppare e gestire una piattaforma di eHealth multimodale, integrativa e sensibile al genere, che esegua gli interventi più fattibili, brevi ed economici attualmente disponibili in Europa per promuovere la salute e il benessere, prevenire i disturbi mentali comuni utilizzando una varietà di strategie per ridurre l'impatto negativo dei problemi di salute mentale sul posto di lavoro.

5.4 Definizione di Industria 5.0

La Direzione Generale della Ricerca e della Innovazione della Commissione Europea definisce Industria 5.0:

- Un approccio umano-centrico nella applicazione delle nuove tecnologie abilitanti nell'industria, mette i bisogni e gli interessi umani fondamentali al centro del processo di produzione.
- Cosa la tecnologia può fare per la Società.

- Innovazione tecnologica per adattare il processo di produzione alle esigenze del lavoratore, per guidarlo e formarlo: l'uso delle nuove tecnologie non interferisca con i diritti fondamentali dei lavoratori, come il diritto alla privacy, all'autonomia e alla dignità umana.
- L'Industria deve essere sostenibile: ridurre il consumo di energia e le emissioni di gas serra onde evitare l'esaurimento e il degrado delle risorse naturali, deve sviluppare processi circolari che riutilizzino e riciclino le risorse naturali, riducano i rifiuti e l'impatto ambientale, garantire i bisogni delle generazioni di oggi senza compromettere i bisogni delle generazioni future. Tecnologie come l'IA e la produzione additiva possono giocare un ruolo importante in questo senso, ottimizzando l'efficienza delle risorse e minimizzando gli sprechi.
- L'Industria deve essere resiliente: si riferisce alla necessità di sviluppare una maggiore solidità nella produzione industriale, strutturandola in modo da far fronte al rischio di interruzioni e assicurandosi che possa fornire e sostenere infrastrutture critiche anche in tempi di crisi; la stessa pandemia di Covid-19 ha evidenziato la fragilità del nostro attuale approccio alla produzione globalizzata; sviluppare catene del valore strategico sufficientemente resilienti, capacità di produzione adattabile e processi aziendali flessibili, specialmente dove le catene del valore servono bisogni umani fondamentali, come la sanità o la sicurezza.

Come indicato in precedenza, il concetto di Industria 5.0, per la Commissione UE per la Ricerca, Innovazione, Cultura, Istruzione e Gioventù è un concetto aperto e in evoluzione, che fornisce una base per un ulteriore sviluppo di una visione collaborativa e co-creativa dell'industria europea del futuro:

“L'Industria 5.0 riconosce il potere dell'industria di raggiungere obiettivi sociali al di là dei posti di lavoro e della crescita, per diventare un fornitore resiliente di prosperità, facendo sì che la produzione rispetti i confini del nostro pianeta e mettendo il benessere del lavoratore industriale al centro del processo di produzione.” (Breque, e al., 2021, 13).

6. IL LAVORATORE DI INDUSTRIA 5.0

6.1 Nuovo ruolo per il lavoratore dell'industria

Una delle più importanti transizioni che caratterizzano l'Industria 5.0 è lo spostamento dell'attenzione dal progresso guidato dalla tecnologia a un approccio completamente centrato sull'uomo; ciò significa che l'industria deve considerare anche il vincolo della società civile, con l'obiettivo di non lasciare nessuno indietro e comporta una serie di implicazioni, che riguardano il rispetto dei diritti umani, le competenze richieste ai lavoratori e un ambiente di lavoro sicuro.

Nella Concezione di Industria 5.0, il lavoratore non deve essere considerato come un "costo", ma piuttosto come un "investimento" per l'azienda; per il datore di lavoro diventa essenziale investire nelle competenze, nelle capacità e nel benessere del suo Capitale Umano. È la tecnologia al servizio delle persone: in un contesto industriale, significa che la tecnologia usata nella produzione è adattata ai bisogni e alla diversità dei lavoratori dell'industria, invece di avere il lavoratore che si adatta continuamente alla tecnologia in continua evoluzione.

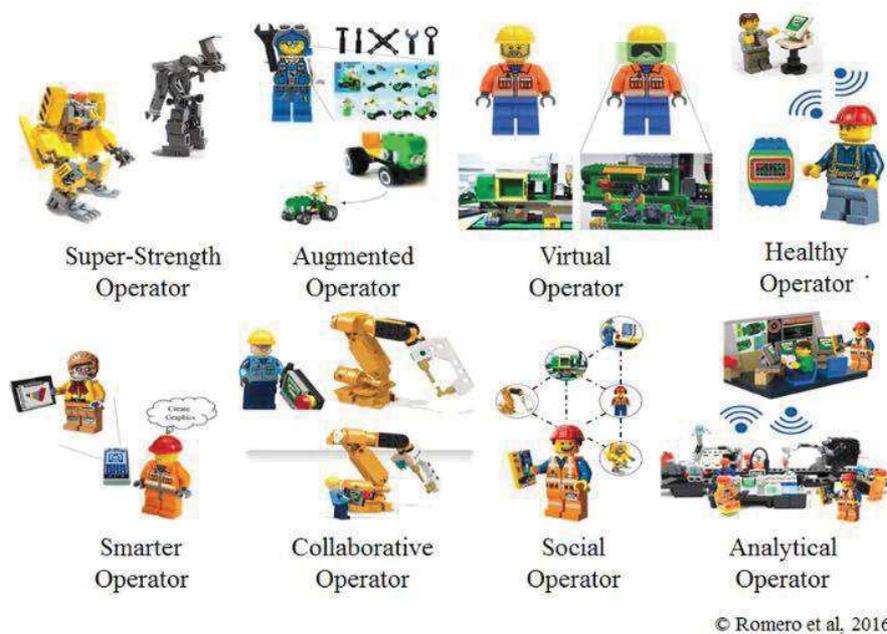
Nel 2016 è stata sviluppata una tipologia di Operatore 4.0 che include 8 proiezioni future di operatori estesi:

- Operatore Super-forte (operatore + esoscheletro),
- Operatore Aumentato (operatore + realtà aumentata),
- Operatore Virtuale (operatore + realtà virtuale),
- Operatore Sano (operatore + tracker indossabile),

- Operatore Smarter (operatore + assistente personale intelligente),
- Operatore Collaborativo (operatore + robot collaborativo),
- Operatore Sociale (operatore + social network),
- Operatore Analitico (operatore + analisi Big Data).

Con questo approccio, gli esseri umani rimangono al centro del processo di produzione, e la tecnologia massimizza i benefici sia per l'azienda che per il lavoratore. (Romero D. e al., 2016, 1 - 11)

Fig. 6.1: Operatore 4.0



6.2 Ambiente di lavoro sicuro e inclusivo

La robotica integrata con l'AI, così come i dispositivi di “realtà virtuale e aumentata” e le altre tecnologie abilitanti hanno la potenzialità di rendere i luoghi di lavoro più inclusivi e più sicuri per i lavoratori, oltre che ad aumentare la loro soddisfazione e il loro benessere:

- i robot mobili e gli esoscheletri hanno il potenziale di rendere alcuni compiti meno gravosi dal punto di vista fisico;
- la digitalizzazione dei processi industriali permette il lavoro a distanza aumentando la resilienza delle attività produttive (la recente crisi Covid-19 testimonia come il funzionamento di molte imprese è stato messo a rischio a causa delle misure di allontanamento fisico);
- le soluzioni digitali e i “wearable” potrebbero aprire nuove frontiere anche per allertare sulle condizioni di salute, oltre a sostenere i lavoratori nell'adozione di comportamenti sicuri all'interno della fabbrica;
- salute e benessere devono essere considerati anche per strutturare luoghi di lavoro digitalizzati e da remoto, per far fronte alla diffusione dell'ormai noto “burnout” dovuto alla cultura del lavoro sempre online e sempre disponibile.

Con l'aiuto delle nuove tecnologie e delle soluzioni digitali, le aziende e le altre organizzazioni dovrebbero promuovere una maggiore attenzione sui temi della sicurezza, della salute e del benessere, come parte integrante della cultura aziendale.

I suddetti miglioramenti delle condizioni di lavoro non possono, tuttavia, essere fatti a spese dei diritti fondamentali dei lavoratori.

L'autonomia, la dignità umana, la privacy, la salute fisica e mentale dei lavoratori non possono essere messe a rischio in nessuna fase dell'adattamento al progresso tecnologico. I principi fondamentali sanciti dalla “Carta Europea dei Diritti Fondamentali” devono servire come linee guida quando si progetta il nuovo ambiente di lavoro.

6.3 Competenze, aggiornamento e riqualificazione dei lavoratori Industria 5.0

La necessità di nuove competenze si sta muovendo di pari passo all'adozione delle tecnologie abilitanti nell'ambito di Industria 5.0.

Le industrie europee stanno lottando contro la carenza di competenze e questo vale sia per i requisiti di alto profilo tecnologico sia per le competenze digitali generali. Uno studio Deloitte del 2019 ha concluso che, il 70% dei Millennial ritiene che potrebbero avere solo alcune o poche delle competenze necessario per avere successo nell'Industria 4.0 e gli stessi ritengono che le aziende siano le principali responsabili della formazione dei lavoratori per far fronte alle sfide in evoluzione; mentre la generazione Z, ancora in gran parte a scuola o laureata di recente, attribuisce questa responsabilità al mondo accademico.

Ciò rappresenta un'interessante opportunità per le imprese e il mondo accademico di collaborare sempre più per risolvere le sfide della forza lavoro di domani (Deloitte research, 2019).

Una soluzione possibile potrebbe essere quella di adottare un diverso approccio allo sviluppo della tecnologia, in modo che sia più intuitiva, facile da usare e con una formazione del lavoratore contemporanea allo sviluppo della stessa.

I progetti Horizon Europe 2020 SAM e SAIS, sopra citati, stanno già adottando questo approccio. È importante capire che è impossibile garantire l'aggiornamento delle competenze di ogni singolo lavoratore dell'industria ma è essenziale “riqualificare”, soprattutto per le competenze digitali, attraverso la divulgazione di un livello base di conoscenza e comprensione per tutti.

Le competenze digitali non sono le uniche competenze che saranno pertinenti per i lavoratori dell'industria nelle fabbriche del futuro.

Il World Manufacturing Forum ha identificato una “Top 15 skills for 2025” di competenze che saranno necessarie nella produzione futura e solo alcune di esse si riferiscono alle competenze digitali, le altre sono competenze più trasversali legate al pensiero creativo, imprenditoriale, flessibile e aperto:

- Analytical thinking and innovation
- Active learning and learning strategies
- Complex problem-solving
- Critical thinking and analysis
- Creativity, originality and initiative
- Leadership and social influence
- Technology use, monitoring and control

- Technology design and programming Source
- Resilience, stress tolerance and flexibility
- Reasoning, problem-solving and ideation
- Emotional intelligence
- Troubleshooting and user experience
- Service orientation
- Systems analysis and evaluation
- Persuasion and negotiation

(World Economic Forum, 2020).

Il ruolo più importante in questa fase dovrebbe essere assunto dalle stesse imprese poiché hanno l'esperienza, la conoscenza e il legame più diretto con la tecnologia e sanno già a priori, in relazione anche ai propri investimenti, quali competenze saranno necessarie ora e quali saranno richieste in futuro.

7. L'INDUSTRIA 5.0

7.1 La nuova Forza Lavoro

Attrattività per una forza lavoro qualificata, risparmio energetico, aumento della resilienza, maggiore competitività sono i benefici a lungo termine per l'industria europea, anche se inizialmente gli investimenti richiesti potrebbero esporre al rischio di perdere temporaneamente competitività a favore di quelle aziende che ancora non investono in Industria 5.0.

La Commissione Europea per la Ricerca, Innovazione, Cultura, Istruzione e Gioventù crede che i rischi maggiori per l'industria si materializzerebbero se non si cercasse di attuare quella transizione verso la sostenibilità, la centralità dell'uomo e la resilienza.

Una sfida crescente per le aziende è attrarre e riuscire a mantenere una forza lavoro qualificata con competenze digitali e/o multidisciplinari. Entro il 2025 le generazioni "Y" e "Z" (persone nate tra il 1985 e il 1995), i veri nativi digitali anche così detti "self-learner", cresciuti nell'era della digitalizzazione saranno il 75% della forza lavoro.

Un sondaggio del 2016 di Cone Communication, un'agenzia di pubbliche relazioni e marketing, nell'ambito del Corporate Social Responsibility (CSR) riguardo i millennial ha concluso che:

- il 75% accetterebbe una riduzione dello stipendio pur di lavorare in un'azienda socialmente responsabile;

- l'83% sarebbe più fedele a un'azienda che li aiuta a sostenere iniziative sociali e a trovare soluzioni a problematiche legate all'ambiente;
- l'88% afferma che il proprio lavoro è più soddisfacente quando vengono fornite opportunità per un impatto positivo su questioni sociali e ambientali;
- il 76% considera gli impegni sociali e ambientali di un'azienda prima di decidere di lavorarci;
- Il 64% non accetterà un lavoro da un'azienda che non ha solide pratiche di CSR

(Cone Communications, 2016).

I valori sociali dell'azienda diventano un fattore importante per i “millennials”: vogliono che il loro lavoro abbia uno scopo, vogliono far parte di un'azienda socialmente responsabile e rispettosa dell'ambiente.

Il Third Annual “Future Workforce Report” di Upwork ha fatto emergere in che modo i manager appartenenti alle generazioni più giovani stanno plasmando il futuro del lavoro:

- vedono la necessità di un migliore accesso a competenze in rapida evoluzione e di una costante riqualificazione;
- danno la priorità alla pianificazione della forza lavoro e abbracciano un futuro agile;
- maggiore utilizzo di contratti “freelance”;
- Sostegno a smart working

(Upwork, 2019).

Le aziende per essere competitive e attrattive nel mercato del lavoro, soprattutto quelle che stanno introducendo soluzioni digitali nelle loro catene di valore, dovranno assimilare e applicare questi importanti concetti relativi all'ambiente, alla società e nuovi modelli di approccio alla attività lavorativa.

7.2 Efficienza delle risorse per la sostenibilità e la competitività

Il concetto di Industria 5.0 promuove la performance economica delle industrie rispettando i bisogni e gli interessi dei lavoratori, garantendo la sostenibilità ambientale e rendendo il tutto “attraente” sia per gli investitori che per i consumatori.

Le tecnologie energetiche per la sostenibilità, così come un quadro politico europeo che sostiene Progetti di Ricerca & Innovazione, sono necessari per gestire la transizione energetica:

- EMB3Rs con l'obiettivo di valorizzare il “calore di scarto” e fare un uso migliore delle fonti energetiche rinnovabili; sarà sviluppato entro agosto 2022 uno strumento che consentirà alle industrie ad alta intensità energetica di riutilizzare la loro energia termica in eccesso con una ottimizzazione delle loro prestazioni energetiche e un forte contributo per un futuro più sano per tutti;
- SO WHAT con l'obiettivo principale di sviluppare un software integrato che supporterà le industrie e le aziende energetiche nella selezione, simulazione

e confronto di tecnologie di sfruttamento del calore residuo e del freddo, che potrebbero bilanciare in modo economico con l'integrazione delle fonti di energia rinnovabile;

- INCUBIS Energy Symbiosis Incubator attraverso il quale la vendita e l'acquisto di energia in eccesso può portare a miglioramenti dell'efficienza energetica, riduzione di CO2 e costi, nuove entrate, posti di lavoro e investimenti locali.

L'efficienza delle risorse consiste nel fare "meglio con meno": il progetto RE-CIRCLE dell'OCSE fornisce una guida per l'efficienza delle risorse e per la transizione verso un'economia circolare, che non sarà solo vantaggiosa per la gestione quantitativa dei materiali utilizzati, ma porterà anche benefici per l'ambiente e risultati economici positivi (OCSE).

7.3 La Resilienza

La resilienza si riferisce alla capacità di far fronte in modo flessibile a qualsiasi circostanza mutevole e dirompente, con il fine di garantire all' Industria del futuro il suo ruolo di motore sostenibile per la prosperità:

- tecniche innovative, tra cui linee di produzione più modulari;
- fabbriche gestite a distanza;
- uso di nuovi materiali;
- monitoraggio continuo, raccolta dati e analisi automatizzata dei rischi;
- sviluppo della sicurezza informatica

possono aiutare l'industria a raggiungere la resilienza di cui ha bisogno per affrontare sia cambiamenti geopolitici (Brexit, guerre commerciali, protezionismo, ecc.) sia emergenze naturali (pandemie, impatto dei cambiamenti climatici, ecc.).

Con il Recovery and Resilience Facility, la Commissione europea sostiene economicamente i paesi membri nella attuazione di tutte quelle riforme strutturali per assicurare una ripresa sostenibile.

Realizzare le riforme e investire nelle priorità di resilienza industriale, verde, digitale e sociale aiuterà a creare posti di lavoro, a garantire una crescita sostenibile e permetterà una ripresa equilibrata e lungimirante.

La ripresa e la resilienza saranno supportate finanziariamente attraverso uno strumento europeo di emergenza: il Next Generation EU, che mette a disposizione 672,5 miliardi di euro. Per accedervi gli Stati membri sono tenuti a preparare piani di ripresa e di resilienza che definiscano i loro programmi di riforma e di investimento (Official website of the European Union - Business Economy – Euro, 2021).

OSSERVAZIONI CONCLUSIVE

Vuoi per proteggere il proprio sistema economico dalla potenziale minaccia asiatica causata dalla globalizzazione, vuoi per le innumerevoli possibilità di integrazione e interconnessione fra IOT, sensoristica intelligente a basso costo, ambiente industriale e mondo dei servizi, che gli alti vertici accademici e istituzionali del settore tecnologico tedesco si è mostrata pronta a delineare, nel 2011, i principi fondamentali della IV rivoluzione Industriale.

Solo nel 2016 il governo italiano ha cercato di porre rimedio, sia per difendere la competitività delle proprie imprese, sia per rimanere al passo degli altri paesi industrializzati nei termini specifici di quella struttura innovativa, derivante dalla diffusione di internet/digitalizzazione e dalla conseguente interconnessione tra dimensione reale/materiale e dimensione digitale/immateriale.

Dal 2017 a oggi, su un modello analizzato di PMI marchigiane entrate nell'ambito di Industria 4.0, si evince che, nel 90% dei casi, si è cercato di porre l'enfasi sul nuovo investimento più in termini di risparmio, grazie al beneficio fiscale, rispetto alla ideale occasione per rimodulare ed integrare tutto il flusso informativo aziendale all'interno della Fabbrica. È proprio qui che entra in gioco la filosofia del Toyota Product System che si sposa con la “nuova Epoca del Mondo Digitale”: prima ripensare al proprio modello di business, poi ai processi ad esso correlati e infine investire in nuovi strumenti tecnologici.

Non ce ne siamo accorti ma la transizione verso l'Industria 5.0 è già iniziata:

la General Data Protection Regulation (GDPR) è in vigore dal 2018, la rivoluzione digitale è in piena fase di attuazione anche grazie ad Horizon Europe 2020, il Recovery and Resilience Facility di Next Generation EU è in fase di avvio; stiamo già affrontando quel cammino lungimirante attraverso il quale un'industria, uomo-centrica – sostenibile – resiliente, e la società europea con i propri bisogni, tendenze ed esigenze, un bel giorno potranno coesistere.

BLIOGRAFIA

- Acatech,- National Academy of Science and Engineering,
Kagermann, H., Helbig, J., Hellinger, A., & Wahlster, W. (2013). *Recommendations for implementing the strategic initiative INDUSTRIE 4.0: Securing the future of German manufacturing industry; final report of the Industrie 4.0 Working Group*. Forschungsunion.
- Bauernhansl, T. (2017). Die vierte industrielle Revolution–Der Weg in ein wertschaffendes Produktionsparadigma. In *Handbuch Industrie 4.0 Bd. 4* (pp. 1-31). Springer Vieweg, Berlin, Heidelberg.
- Breque, M., De Nul, L., & Petridis, A. (2021). Industry 5.0. towards a sustainable, human-centric and resilient european industry. *Publications Office of the European Union, Luxembourg*.
- Camera dei Deputati, XVII Legislatura, Bollettino delle Giunte e delle Commissioni parlamentari attività produttive, commercio e turismo (2016) - Indagine conoscitiva della Commissione X deliberato il 2 febbraio 2016 Titolo: *Quale modello applicare al tessuto industriale italiano. Strumenti per favorire la digitalizzazione delle filiere industriali nazionali*.
- Commissione Europea, Bruxelles (2020) *LIBRO BIANCO sull'intelligenza artificiale - Un approccio europeo all'eccellenza e alla fiducia*.
- Dombrowski, U., Richter, T., & Krenkel, P. (2017). Interdependencies of Industrie 4.0 & lean production systems: A use cases analysis. *Procedia Manufacturing, 11*, 1061-1068.
- Liker, J. K. (2004). *Toyota way: 14 management principles from the world's greatest manufacturer*. McGraw-Hill Education.
- Müller J., (2020): Enabling - Technologies for Industry 5.0; Results of a workshop with Europe's technology leaders 26/11/2020
- Romero, D., Stahre, J., Wuest, T., Noran, O., Bernus, P., Fast-Berglund, Å., & Gorecky, D. (2016, October). Towards an operator 4.0 typology: a human-centric perspective on the fourth industrial revolution technologies. In proceedings of the international conference on computers and industrial engineering (CIE46), Tianjin, China.
- Sugimory Y., Kusunoki K., Cho F. & Uchikawa S. (2007): *THE INTERNATIONAL JOURNAL OF PRODUCTION RESEARCH -Toyota production system and Kanban system Materialization of just-in-time and respect-for human system*.
pubblicazione online
- Tiraboschi, M., & Seghezzi, F. (2016). Il Piano nazionale Industria 4.0: una lettura lavoristica

SITOGRAFIA

Cone Communications (2016): *Millennial Employee Engagement Study*
<https://www.conecomm.com/research-blog/2016-millennial-employee-engagement-study>

Davies Ron (2015), Tipo di pubblicazione: Riunione - Area politica Industria.
https://www.europarl.europa.eu/thinktank/en/document.html?reference=EPRS_BRI%282015%29568337

Deloitte research (2019): *Growing up in a world of accelerated transformation leaves Millennials and Gen Zs feeling unsettled about the future.*
<https://www2.deloitte.com/global/en/pages/about-deloitte/press-releases/deloitte-millennial-survey-research-reveals-gen-z-unsettled.html>

European Parliament ITRE Committee (Industry, Research and Energy) (2016) *report "Industry 4.0"* -
[https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2016/570007/IPOL_STU\(2016\)570007_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2016/570007/IPOL_STU(2016)570007_EN.pdf)

Kagermann, H., Lukas, W. D., & Wahlster, W. (2011). Industrie 4.0: Mit dem Internet der Dinge auf dem Weg zur 4. industriellen Revolution. *VDI nachrichten*, 13(1), 2-3.
https://www.dfki.de/fileadmin/user_upload/DFKI/Medien/News_Media/Presse/Presse-Highlights/vdinach2011a13-ind4.0-Internet-Dinge.pdf

Kuroiwa Satoshi
(Marzo 2018) Seminario UNIVPM
<https://www.youtube.com/watch?v=srwOjeEG8Wk&t=52s>
Ottobre 2018. Presentazione seminario Toyota Product System Lean
<https://www.esd21.jp/news/Satoshi%20Kuroiwa%20NO.1.pdf>
Sito Internet Economic Sustainable Development for 21st Century
<https://www.esd21.jp/gaiyou.html>

Legge 11 dicembre 2016 , n. 232, Articolo 1, commi da 8 a 13,
<https://www.gazzettaufficiale.it/eli/id/2016/12/21/16G00242/sg>

MISE (2016), Slide di presentazione Piano Nazionale Industria 4.0
https://www.mise.gov.it/images/stories/documenti/guida_industria_40.pdf

Nuovo Piano Nazionale Transizione 4.0, 2020
<https://www.mise.gov.it/index.php/it/transizione40>

OCSE - *Progetto RE-CIRCLE: efficienza delle risorse ed economia circolare*
<https://www.oecd.org/fr/environnement/dechets/recircle.htm>

Official website of the European Union: NEWS - 7 January 2021, Brussels, Belgium - Research and Innovation
https://ec.europa.eu/info/news/industry-50-towards-more-sustainable-resilient-and-human-centric-industry-2021-jan-07_en

Official website of the European Union - Business Economy – Euro, (2021) : *Recovery from the coronavirus - Recovery and Resilience Facility*
https://ec.europa.eu/info/business-economy-euro/recovery-coronavirus/recovery-and-resilience-facility_en#the-facility-and-nextgenerationeu

Publications Office of the European Union, Luxembourg: (2019)
100 Radical Innovation Breakthroughs for the future - Radical Innovation Breakthrough Inquirer (RIBRI) Global Value Networks (GVNs)
https://ec.europa.eu/info/sites/default/files/research_and_innovation/knowledge_publications_tools_and_data/documents/ec_rtd_radical-innovation-breakthrough_052019.pdf

World Economic Forum (2020) - *Future of Jobs Survey*.
<https://www.weforum.org/reports/the-future-of-jobs-report-2020>

Upwork (2019): *Third Annual “Future Workforce Report” Sheds Light on How Younger Generations are Reshaping the Future of Work*
<https://www.upwork.com/press/releases/third-annual-future-workforce-report>