



RAPPORTO BEST PRACTICE IN INDUSTRIA 4.0

Giugno 2019



Report realizzato dal Dr. Nicola Papi nell'ambito delle attività di animazione INNENWORK 2019 "Creare un ambiente favorevole all'innovazione del sistema regionale attraverso la partecipazione a piattaforme e a reti di specializzazione tecnologica." Azione 1.2.1. POR-FESR 2014-2020, WP 3 D3.3.

INDICE

1. INTRODUZIONE.....	Pag.4
2. IL RUOLO DELLE TECNOLOGIE ABILITANTI.....	Pag. 8
3. IL LIVELLO DI ATTUAZIONE DI INDUSTRIA 4.0	Pag. 13
3.1 Indagine Conoscitiva Vendor-Rise	Pag. 13
3.2Alcuni esempi di best practice	Pag. 16
4. INDUSTRIA 4.0 E UOMINI	Pag. 24
5. INDUSTRIA 4.0 E MANIFATTURA AD ALTO VALORE AGGIUNTO UMANO.....	Pag. 33
5.1 Il caso Cucinelli	Pag. 33
5.2 Il settore calzaturiero.....	Pag. 36
CONCLUSIONI	Pag. 38

1. INTRODUZIONE

Il sistema industriale, in Italia, come nel mondo, sta affrontando una sfida di cambiamento di grandi proporzioni che, secondo l'opinione generale, sarà una trasformazione radicale sia dei prodotti che del modo di produrre. È un cambio di paradigma che ha al cuore una rottura tecnologica senza precedenti: la fusione tra mondo reale degli impianti industriali e mondo virtuale di quello che viene chiamato "internet of things", ossia un sistema integrato di dispositivi intercomunicanti e intelligenti che mette in contatto, attraverso la rete, oggetti, persone e luoghi.

È il concetto di interconnessione che costituisce l'elemento caratterizzante del nuovo paradigma produttivo. In primis l'interconnessione tra uomo e macchina sia nella declinazione della macchina operatrice classica che in quella del robot "collaborativo" che potranno interagire in modo sicuro con gli esseri umani. Ci sarà anche interconnessione tra elementi costitutivi di una macchina e tra questi e il centro di controllo della fabbrica nell'ottica del concetto di "manutenzione predittiva" cioè di valutazione dello stato costante di funzionamento di ogni parte del dispositivo compresi i problemi di funzionamento. A ciò si aggiunge la simulazione al computer del funzionamento del ciclo produttivo prima dell'avvio nella realtà. Altra caratteristica fondamentale sono le KET ossia le tecnologie abilitanti. In particolare la stampa tridimensionale o manifattura additiva che utilizza le stampanti 3D per trasformare in oggetti i modelli progettati al computer. A queste si può aggiungere la tecnologia della "realtà aumentata" come gli occhiali speciali per la gestione delle merci di magazzino. Nel ragionamento su Industria 4.0 c'è anche tuttavia una questione altrettanto capitale rappresentata dalla forza lavoro e da come si potrà porre di fronte al cambiamento epocale. Al momento non ci sono risposte definitive nella forchetta che va dai catastrofisti che vedono in fondo al tunnel la fabbrica totalmente automatica oppure quelli che pensano che la trasformazione sarà indolore. Sicuramente la verità si pone a metà ma con una questione fondamentale da affrontare che è quella della formazione delle nuove generazioni e della riqualificazione di quelle esistenti. Dell'adeguamento della scuola al nuovo volto dell'impresa 4.0 fino alla domanda se e come l'attuale sistema della formazione sia in grado di gestire una transizione di queste proporzioni. Secondo il sociologo industriale Butera l'azienda del futuro richiederà un operaio propositivo, partecipativo proattivo con un'attitudine da manager di processo le cui mansioni saranno molto più interessanti e caratterizzate da una importante dose di creatività, responsabilità e coinvolgimento. A questo proposito è stata coniata l'interessante definizione di "operaio aumentato" in grado di gestire una pluralità di operazioni e di "connettersi agli altri" come se davvero dovesse "rinascere digitalmente" a nuova vita lavorativa.

A questo punto emergono diverse questioni di capitale importanza per valutare correttamente l'impatto di industria 4.0 sul sistema economico-produttivo. La prima riguarda il limite massimo raggiungibile dal livello di automazione all'interno delle imprese cioè se è concepibile pensare ad un'impresa completamente automatizzata con la presenza umana limitata al minimo. Probabilmente questa opzione resterà confinata nei libri di fantascienza il che non esclude però che, in alcuni settori specifici, si possa arrivare a livelli molto avanzati e pervasivi di automazione dei processi. Sarà più probabile un processo evolutivo per gradi tenendo anche conto che, in Italia, la struttura del sistema imprenditoriale vede una larghissima maggioranza di medie e piccole imprese, dove la componente umana rimane fondamentale anche nel determinare la qualità e la flessibilità produttiva nonché indispensabile per "incorporare" nel prodotto quella dose di creatività che, molto spesso rappresenta uno dei vantaggi competitivi fondamentali dei nostri prodotti.

Ciò che sembra necessario in questa fase delicata di transizione è un ruolo ancora più attivo delle politiche economiche pubbliche nel gestire il processo. Non tanto sul lato dell'incentivazione economica perché in questo senso si è già fatto molto attraverso la leva fiscale (super ammortamento ed iper ammortamento) per spingere le aziende sulla strada dell'innovazione. Ciò che viene sollecitato dalle imprese è un'azione di più

sostenuta di sensibilizzazione ed informazione che dovrebbe coinvolgere tutto l'ecosistema imprenditoriale (enti pubblici, associazioni datoriali, banche, sindacati) per consentire alle imprese di "capire" l'importanza dell'innovazione per restare competitivi sui mercati e non adottare i cambiamenti semplicemente per convenienza momentanea sollecitata dalla presenza di incentivi economici. Il cambiamento deve essere maturo e consapevole altrimenti non sortisce gli effetti virtuosi desiderati ma rischia di provocare diseconomie ed inefficienze.

Il piano industria 4.0, oltre ad aver fatto crescere gli investimenti e spinto all'acquisizione di competenze avanzate ha il grande merito di "aver spinto all'azione" che, ha significato spingere imprese, università e centri di ricerca a agire, sperimentare, provare per sviluppare un modello italiano per quarta rivoluzione industriale che tenesse conto delle peculiarità del sistema produttivo italiano, della varietà di dimensioni delle imprese, dei distretti industriali e dei sistemi produttivi locali. Il lavoro del cluster nazionale Fabbrica Intelligente ha svolto un grande lavoro di analisi, ricerca e sperimentazione perché, senza sperimentazione, si rischiava di un'applicazione inefficace del nuovo sistema. L'Italia ha un sistema produttivo fatto di piccole e medie imprese, grandi player mondiali in settori di nicchia ad altissima specializzazione e alcuni colossi. La Germania ha tarato l'applicazione del nuovo paradigma sul sistema automobilistico che ha dimensioni notevoli. In Italia il 4.0 deve necessariamente adattarsi alle esigenze di settori molto variegati che vanno dalla meccanica di precisione, al food, al modo, al turismo fino all'alto artigianato. In questo senso uno dei primi imprenditori a raccogliere la sfida è stato uno dei big del made in Italy, Brunello Cucinelli che ha avviato il progetto Fabbrica Contemporanea per testare gli eventuali benefici del 4.0 nell'industria dell'abbigliamento di lusso. Su questo progetto il presente lavoro prevede un approfondimento specifico. Ma la scelta coraggiosa del cluster Fabbrica Intelligente è stata quella di sviluppare nuovi progetti che utilizzassero appieno le vantaggiose misure previste dal Piano governativo a favore della transizione all'Industria 4.0. per fare ciò sono stati selezionati i Lighthouse Plants, ossia impianti faro, dove sperimentare il nuovo sistema produttivo.

I Lighthouse Plant non sono progetti pilota, ma veri impianti produttivi da realizzare ex novo o con una profonda rivisitazione di quelli già esistenti in chiave Industria 4.0. Sono concepiti come sistemi produttivi che evolvono nel tempo di pari passo con le tecnologie emergenti e con i risultati di ricerca e innovazione.

Questi impianti aspirano ad essere un punto di osservazione per risolvere problemi pratici delle aziende, punti di contatto fra ricerca, innovazione e produzione e fari di diffusione della fabbrica intelligente. Ogni Lighthouse Plant sarà dotato di tecnologie abilitanti dello Smart Manufacturing in grado di dialogare tra loro.

Il programma dei Lighthouse Plant sviluppato dal Cluster Fabbrica Intelligente prevede tre fasi:

- la prima prevede la realizzazione dell'impianto con beni strumentali nuovi, in linea con i criteri indicati dal Piano nazionale Impresa 4.0, che saranno acquisiti o presi in leasing sfruttando l'incentivo fiscale dell'iperammortamento;
- Seguirà una fase di ricerca e innovazione con la collaborazione di diversi attori, fornitori, integratori, istituzioni ed enti di ricerca, sfruttando l'incentivo del credito d'imposta per le spese in R&S e i diversi bandi regionali di agevolazione;
- La terza fase sarà quella dell'evoluzione continua e si propone l'obiettivo di proseguire nel miglioramento continuo di impianti e soluzioni, anche attraverso partnership internazionali.

Il programma prevede che i Lighthouse Plant evolvano in un network e ad essi saranno associati dei "club" con compiti di promozione e diffusione, di modo che queste fabbriche diventino esempi di best practice e casi di studio. I club costituiranno un supporto strategico e operativo per le imprese che vogliono puntare a ricerca e innovazione in ambito manifatturiero.

I primi quattro progetti sono stati selezionati dal Cluster Fabbrica Intelligente per conto del Ministero dello Sviluppo Economico, con l'obiettivo di realizzare, nel triennio 2018-2020, un Piano di R&S Industriale finalizzato a introdurre innovative applicazioni digitali nell'ambito dei processi produttivi.

Un progetto interessa gli impianti produttivi di **ABB**, leader mondiale dell'automazione ed energia, a Dalmine (BG), Frosinone e Santa Palomba (RM). Qui il focus è creare linee multi prodotto flessibili. E' centrale anche il tema dell'integrazione lungo la filiera e della sicurezza del lavoro. ABB ha lanciato recentemente a livello internazionale la sua strategia digitale e l'Italia rappresenta un'avanguardia in questo scenario. In particolare, il sito di Dalmine è un esempio di implementazione delle tecnologie digitali in ambito manifatturiero. Le soluzioni vengono offerte ai clienti a supporto del loro percorso verso la digitalizzazione affinché possano migliorare – attraverso un uso smart delle informazioni – i loro processi produttivi in ambito industriale, infrastrutturale e dei trasporti. Il progetto prevede per ABB un programma chiaro di investimenti e progetti di ricerca che porteranno, nel breve-medio termine, a realizzare una produzione industriale sempre più automatizzata e interconnessa, e alla costruzione di una supply chain dinamica e collaborativa.

Il secondo progetto è quello dell'impianto bresciano di **Tenova e Ori Martin**, che insieme hanno voluto creare la "cyber factory dell'acciaio", un impianto ad alta integrazione verticale, orizzontale e trasversale. Tema centrale in questo caso è la circular economy e l'elevata integrazione. Si vuole realizzare un magazzino intelligente in ottica di tracciabilità del prodotto, dal suo ingresso sotto forma di rottame fino all'acciaio pronto per essere consegnato al cliente. Sensoristica (di non facile applicazione quando si tratta di materiali ad elevate temperature) e robot collaborativi davanti ai forni, muletti servoassistiti e analisi dei dati stanno alla base del progetto da circa 6 milioni di euro. Obiettivo, l'aumento di competitività, sicurezza e sostenibilità.

Sono tre le aree in cui si articola il progetto di ricerca e innovazione di **Hitachi Rail**, che ha l'obiettivo di apportare un notevole miglioramento agli impianti presenti nel territorio italiano di Hitachi per la produzione di vagoni ferroviari (Pistoia, Napoli e Reggio Calabria). L'attività di ricerca proposta mira a supportare lo sviluppo di una nuova generazione di sistemi robotizzati industriali che siano in grado di rispondere cooperativamente, in modo intelligente e largamente autonomo a lacune nella conoscenza preordinata e a situazioni o contesti che non sono stati chiaramente e completamente specificati durante la fase di design. Nella seconda area progettuale è previsto lo sviluppo, in partnership col CNR, di una nuova generazione di attuatori a rigidità variabile e impiego degli stessi per la realizzazione di una nuova generazione di esoscheletri per la movimentazione di carichi pesanti e ingombranti all'interno di strutture con spazi limitati (veicoli ferroviari). Infine, in collaborazione con l'Università di Napoli, Hitachi Rail punta a migliorare la gestione dei dati di produzione per migliorare e facilitare la configurazione degli impianti produttivi in base alla tipologia di prodotto che deve essere costruita.

Il progetto di **Ansaldo Energia** di Genova, produttore di turbine a gas, riguarda un impianto greenfield (che prevede reshoring dall'estero in Italia) e uno brownfield. In questo caso sono cruciali il tema della supply chain e del rapporto tra prodotto e servizio. Il 15 febbraio 2018 è stato firmato l'Accordo di Innovazione tra Ministero dello Sviluppo Economico e Regione Liguria relativo a tale progetto. L'accordo consentirà ad Ansaldo Energia di investire 14 milioni di euro in un piano triennale di ricerca e sviluppo industriale basato sullo sviluppo e l'applicazione delle principali tecnologie digitali del Piano Impresa 4.0 all'intero processo manifatturiero dei suoi due siti produttivi di Genova. Tra gli interventi previsti nei due stabilimenti di Campi e Cornigliano ci sarà, per esempio, la possibilità di fare il "refitting" di macchinari che, attraverso l'internet delle cose, possano prevedere il momento della manutenzione, ma anche interventi sulla formazione e sulla Cyber Security. Ansaldo Energia, oltre a coinvolgere alcuni dei principali centri di competenza della trasformazione digitale (quali l'Università di Genova e il Politecnico di Milano) e alcuni importanti partner tecnologici (fra cui figurano Siemens, SAP, Microsoft), ha deciso di selezionare alcune startup e PMI

innovative in grado di progettare e realizzare soluzioni tecnologiche avanzate e applicabili ai propri processi produttivi.

L'Industry 4.0 rappresenta una trasformazione digitale che deve essere accompagnata e sostenuta da una trasformazione culturale. Essa ha introdotto nuovi valori e nuove opportunità grazie anche allo sviluppo di nuove logiche e concetti nuovi che devono essere recepiti dagli imprenditori per sviluppare tutta la loro efficacia. Non è un caso che il Piano Industria 4.0 del Governo Italiano attribuisca tanta importanza alla formazione e parli di sviluppo culturale se non, ancora meglio, di "rivoluzione culturale". Questa rivoluzione riguarderà il modo di disegnare e produrre i beni industriali, il modo di lavorare negli uffici, il rapporto tra operatore umano e robot, la morfologia e la sintassi delle fabbriche che diventeranno sempre più flessibili, sostenibili, ergonomiche, intelligenti ossia SMART. Secondo i teorici del cambiamento 4.0 la capacità di comunicazione delle macchine tra di loro e con gli operatori darà alla linea di produzione importanti capacità autodiagnostiche. I processi produttivi saranno simulati in ambiente virtuale per individuare eventuali problemi e risolverli prima della produzione fisica. Lo stesso addestramento del personale avverrà in ambiente virtuale e si porrà estrema cura al risparmio e all'efficienza energetica incrementando l'uso di fonti rinnovabili e gas free.

Un aspetto importante di questo studio riguarderà proprio l'impatto che Industria 4.0 avrà sulle persone, uomini e donne, impegnati nei processi produttivi. Questo impatto sul capitale umano verrà analizzato dal punto di vista dell'organizzazione del lavoro, della formazione legata al salto di professionalità e di ruolo, che infine dei nuovi orizzonti legati al benessere in fabbrica ed al mantenimento in efficienza di una forza lavoro sempre più "anziana". Non è un caso che l'approccio italiano, meno verticistico e non esclusivamente tecnologico sin da subito, si sia rivelato più corretto e meno impattante sul capitale umano. In ogni caso un'applicazione rigida e standard del 4.0 non si sarebbe adattato alla struttura varia e diversificata del sistema industriale italiano che è strutturato con una pluralità di sistemi produttivi ed organizzativi e con numerose nicchie di eccellenza. Così il piano strategico previsto per il nostro paese si svilupperà in un periodo compreso tra 5 4 10 anni.

2. IL RUOLO DELLE TECNOLOGIE ABILITANTI

Prima di fare considerazioni sullo stato dell'arte dell'applicazione del paradigma di Industria 4.0 occorre fare riferimento alle tecnologie abilitanti che consentono l'applicazione del paradigma stesso. Questo perché è proprio dalle caratteristiche e dalla complessità delle tecnologie stesse che può derivare l'estensione, i tempi ed il grado/profondità di applicazione del nuovo sistema produttivo. Ciò con particolare riferimento alla struttura ed alle caratteristiche delle MPMI italiane dove l'elemento umano è tuttora preponderante, dove la cultura del prodotto è alta e il livello di informatizzazione è ancora basso e soprattutto dove esiste una spiccata governance familiare non sempre pienamente ricettiva all'innovazione tecnologica che tende a limitare il fattore umano. Il nostro paese è anche quello dei Distretti e dei Sistemi Produttivi Locali in cui si sono realizzate le interdipendenze produttive e le economie esterne Marshalliane e dove il prodotto finito (scarpa, mobile, rubinetto, divano) è il frutto di una fitta trama di fasi produttive che coinvolgono una miriade di aziende, ciascuna detentrici di una porzione di processo che viene poi ricomposto mirabilmente nella fase di assemblaggio finale del prodotto. Questo sistema fa sì che il prodotto italiano sia unico al mondo perché incorpora la creatività e la manualità umana e artigiana

La domanda legittima che si pone è la seguente: come applicare le tecnologie abilitanti di industria 4.0 a questo sistema produttivo?

In industria 4.0 parliamo innanzitutto di nuovo rapporto tra modo fisico degli esseri umani e mondo del digitale.

È stato coniato, per meglio rappresentare questa fusione, il concetto di *cyber physical system* ossia "un mondo composto da una complessa rete di macchine, beni fisici, oggetti virtuali, strutture di calcolo e di memorizzazione, device di comunicazione (video, sonora e anche olfattiva), contenitori di energia, che interagiscono tra loro e con gli operatori economici" (Magone e Mazali, 2016). Di fatto quindi siamo di fronte ad una rivoluzione industriale ed un apparato di tecnologie che la sostengono e determinano di tipo *disruptive*, ossia dirompente (Bower e Christensen, 1995). Un complesso di innovazioni di tipo radicale in grado di modificare le regole del gioco e il funzionamento dei mercati.

Tecnologie abilitanti principali

Internet of Things (IoT) - Sensori, apparati, oggetti intelligenti, progettati per essere integrati in un network in grado di fornire dati e informazioni relative all'ambiente nel quale sono collocati. L'IoT può essere applicato a qualsiasi contesto nell'industria, nel building, nella sanità, alle persone (attraverso wearable) alle auto e ai mezzi di trasporto in generale o ai prodotti sia durante la fase di produzione sia nel ciclo di vita presso i clienti finali.

Big Data: l'insieme delle tecnologie che consentono di raccogliere ed elaborare quantità incredibili di dati dalla rete e che vengono usati per valutare meglio i trend di mercato, valutare le abitudini dei consumatori per progettare i prodotti più adatti, misurare la reputazione dei brand, gli andamenti della domanda dei vari beni. Quando le piattaforme tecnologiche saranno pienamente attive per elaborare questi dati si può ben immaginare quale arma avranno gli strateghi di impresa e gli esperti di marketing.

Additive manufacturing: è la tecnologia di più immediato livello di conoscenza e consiste nella creazione al computer di un modello digitale tridimensionale del componente da produrre. Il file viene poi trasferito alla stampante che provvede a "formare" il pezzo stendendo sottili strati di polvere che vengono fusi e aggregati progressivamente uno sull'altro, creando il prodotto finale. Da qui il significato del termine che significa

“produzione per aggiunta” e si differenzia da quella tradizionalmente svolta dalle macchine utensili (torni, frese) che “tolgono” il materiale da un blocco di metallo preformato. Questo tipo di tecnologia consente innanzitutto la personalizzazione del prodotto, la produzione di forme complesse superando i limiti tecnici dell’uso dello stampo, la flessibilità della linea produttiva e quindi una risposta veloce ai cambiamenti del mercato.

Augmented reality: consente, attraverso dispositivi indossabili di aumentare le informazioni a disposizione dell’utente in contesti reali e non virtuali. Le applicazioni industriali sono ancora a livello sperimentale ma possono essere anche ampie ad esempio nel settore delle manutenzioni, delle riparazioni guidate, i magazzini e i centri logistici.

Robot di nuova generazione: si tratta di robot maggiormente capaci di interagire con gli uomini senza barriere. Per questo vengono definiti come “collaborativi” in quanto capaci di interagire, in autonomia e sicurezza, con gli operatori umani. Vengono impiegati principalmente nella logistica, nei grandi magazzini automatizzati, come quello di Amazon.

Digital manufacturing: indica un processo produttivo che comporta l’interazione di molte delle tecnologie sopra descritte. La peculiarità di questa tecnologia è quella di poter “simulare” l’intero processo produttivo in ambiente virtuale con l’interazione dei singoli attori: le macchine, i lavoratori, le materie prime, i semilavorati e i componenti.

Parole chiave e declinazioni di KET

Advanced Automation - grazie agli sviluppi nei sistemi di produzione automatizzati, e grazie allo sviluppo di capacità cognitive, con adattamento dei sistemi al contesto, con interazione, con forme di auto-apprendimento e riconfigurabilità. L’Advanced Automation prevede lo sviluppo di tecnologie come i robot collaborativi o cobots, progettati per affiancare le persone fisiche nelle operazioni più complesse.

Advanced HMI (Advanced Human Machine Interface) - grazie a wearable e alle nuove interfacce uomo/macchina e alle interfacce conversazionali che permettono l’acquisizione e/o la veicolazione di informazioni in formato vocale, visuale e tattile la Human Machine Interface arriva a uno stadio avanzato che include sistemi consolidati, come i display touch, gli scanner 3D per la lettura gestuale o come i visori per la realtà aumentata con visione sovrapposta e periferica. L’Advanced HMI permette lo sviluppo di Performance Support System o di Manuali tecnici interattivi, nella forma di soluzioni che supportano le attività operative e la formazione degli operatori.

Bluemix (IBM Bluemix) - è la piattaforma di servizi cloud di IBM che permette di sviluppare, eseguire e gestire applicazioni in cloud con la massima velocità e flessibilità, senza affrontare la gestione e la manutenzione delle macchine fisiche o virtuali, del networking associato alle macchine, piuttosto che dei sistemi operativi o dei db legati alle macchine stesse. Grazie a Bluemix imprese e sviluppatori possono concentrarsi interamente su aspetti di business senza dover affrontare quelli relativi all’infrastruttura. E’ inoltre la piattaforma cloud che mette a disposizione i servizi più innovativi in ambito Cognitive Computing, Internet of Things, Analytics e Mobile.

Cloud Computing - Rappresenta un modello di erogazione di risorse di calcolo e digitali in modalità on-demand attraverso la rete Internet. Il Cloud Computing prevede l’assegnazione dinamica delle risorse in funzione delle esigenze e dei carichi di lavoro dell’utente e permette di gestire la variabilità delle richieste con flessibilità e scalabilità. Il Cloud Computing permette inoltre l’accesso a un’ampia gamma di servizi, spostando all’esterno dell’azienda la gestione della complessità infrastrutturale e offrendo la possibilità di disporre delle capacità di calcolo mirate alle specifiche esigenze aziendali.

Cloud Manufacturing - Con Cloud Manufacturing si intende il metodo che abilita, grazie alla rete, l'accesso delle risorse dedicate alla manifattura e alla produzione. Il Cloud Manufacturing prevede la erogazione di servizi e prevede il passaggio verso una nuova interpretazione della manifattura come MaaS o Manufacturing as a Service. Il Cloud Manufacturing si declina in diverse forme di produzione come il Collaborative Manufacturing, come il Virtual Manufacturing. La struttura logica del Cloud Manufacturing prevede la gestione di risorse produttive all'interno di servizi Cloud e il Cloud manufacturing permette inoltre di erogare risorse di produzione in modalità 'on demand'.

Cognitive Computing - la capacità di alcune soluzioni software di affrontare situazioni complesse che sono caratterizzate da una grande quantità di dati non strutturati, ambigui, incerti, contrastanti e soggetti a cambiamenti frequenti e rapidi; l'obiettivo, passando da un approccio programmatico (deterministica) ad un approccio probabilistico, è quello di aggregare e organizzare i dati per permettere alle persone e alle macchine di lavorare insieme in modalità semplici e intuitive trasformando i dati in informazioni utili a prendere decisioni consapevoli. Lo sviluppo di soluzioni di Cognitive Computing è strettamente collegato con gli sviluppi in alcuni ambiti associati all'Intelligenza artificiale come ad esempio il machine learning, natural language processing, machine perception, computer vision, speech recognition.

Cognitive Manufacturing - Sistemi di produzione e di automazione basati su apparati sviluppati per raccogliere dati, elaborarli a livello locale, trasformarli in conoscenza e applicarla in azioni destinate alla produzione. Si tratta di soluzioni automatizzate che seguono regole di produzione legate alla produzione stessa e al contesto (Context-Driven).

Collaborative manufacturing - Il Collaborative Manufacturing prevede una forma di produzione basata su principi collaborativi in cui operatori, sistemi di produzione, organizzazioni, fornitori e partner, reti di vendita dirette e indirette collaborano, grazie e piattaforme di produzione comuni, al raggiungimento di obiettivi comuni per semplificare o eliminare i passaggi intermedi e creare una produzione in forma end-to-end. La Fully Integrated Supply Chain consente a più gruppi di operare assieme aumentando la reattività, l'agilità e la centralità del prodotto o del servizio in relazione al cliente.

Context-Driven testing - Grazie alla metodologia Context Driven Testing è possibile velocizzare il testing dei prodotti e il rilascio sul mercato di nuovi prodotti. Con questa impostazione il testing non è più un momento di verifica delle specifiche fissati a priori ma diventa una parte integrante del processo progettuale e produttivo.

Cyber Physical Systems (CPS) - E' il digitale che entra a far parte della produzione dell'automazione in particolare grazie all'integrazione tra processi fisici e sistemi computazionali con una soluzione software specificatamente dedicata al monitoraggio, al controllo del processo di produzione e alla gestione delle regole di produzione. I Cyber Physical Systems rappresentano una delle basi concettuali e logiche per lo sviluppo di smart factory.

Fog Computing o Edge Computing - E' una forma di decentralizzazione a livello di Cloud per la elaborazione in locale di dati che devono provvedere a gestire azioni che a loro volta devono svolgersi a livello locale. Questa soluzione prevede che i dati non vengano inviati completamente al cloud ma si sfrutta la possibilità di elaborare a livello locale e comunicare di alcuni dispositivi IoT. in grado di farlo. La logica classica del Cloud computing prevede che nella comunicazione tra due dispositivi, ci sia sempre un invio di dati al cloud stesso. Il Fog o Edge Computing, permette di mantenere una certa quantità di dati a livello locale per una elaborazione locale.

Industrial IoT - E' la declinazione dell'IoT espressamente focalizzata a portare e gestire intelligenza sulle Smart Machine e nelle Smart factory attraverso networked sensor e soluzioni di sensor analytics che stanno alla base della Fully Integrated Supply Chain Industrial Analytics - Tool e metodiche per la gestione di Big Data

provenienti da apparati Internet of Things direttamente connessi all'ambito manifatturiero o relativi alla integrazione dei dati tra i sistemi IT per la pianificazione e la sincronizzazione dei flussi produttivi e logistici. L'Industrial Analytics comprende la Business Intelligence, la Data Analytics, la Data Visualization, la Simulation, il Forecasting ovvero gli strumenti necessari per supportare decisioni rapide dai dati IoT.

Intelligent IoT Smart sensors - Sensori Internet of Things dotati di capacità di calcolo e oltre a raccogliere e trasmettere dati dall'ambiente fisico, o dagli apparati ai quali sono associati, eseguono funzioni di calcolo. E' un IoT in grado di restituire dati elaborati o con una sorta di "pre" elaborazione e possono già essere utilizzati per eseguire azioni sulle macchine stesse o per trasmettere informazioni più elaborate ai sistemi centrali.

IT/OT Integration - L'Integrazione tra Information Technology e Operational Technology è uno dei fattori abilitanti all'Industry 4.0 nelle imprese di produzione, in particolare nelle imprese con una elevata intensità e concentrazione di asset e prevede un cambiamento radicale del tradizionale paradigma che prevede la tradizionale separazione tra IT e OT. Nell'Industry 4.0 il digitale non si ferma all'IT ma è integrato strutturalmente e logicamente con l'OT.

Machine learning - Logiche e servizi di apprendimenti applicati alle macchine che possono essere programmate per apprendere e per modificare le proprie azioni in funzione dei dati e dell'analisi dei dati che arrivano da IoT e da wearable. Il Machine Learning identifica delle analisi che utilizzano algoritmi di diverse tipologie per apprendere dai dati. In particolare il Machine Learning va integrato con la Artificial Intelligence (AI) e consente alle macchine di svolgere azioni anche senza l'intervento diretto di programmatori.

Manutenzione predittiva - E' il risultato congiunto della connessione, della integrazione, del Real-Time Analytics e permette di monitorare e gestire lo stato di salute dei singoli componenti dei vari prodotti con la possibilità di intervenire preventivamente per evitare fermi macchina.

Manufacturing Big Data - E' la specializzazione delle metodologie e degli algoritmi legati ai Big Data Analytics indirizzati ad applicazioni nell'ambito manifatturiero. Il Manufacturing Big Data lavora sia con layer fisici come i sensori, sia con sistemi IT convenzionali.

Predictive Behavioral Analytics - La Predictive Behavioral Analytics permette di gestire Real-Time le analitiche relative al comportamento degli utenti e di sviluppare delle azioni di business o di produzione direttamente conseguenti a queste analitiche. Nell'Industry 4.0 la Predictive Behavioral Analytics serve per attuare una metodica progettuale direttamente agganciata al comportamento degli utenti. Il primissimo risultato della Predictive Behavioral Analytics è nella Predictive Maintenance che analizza il comportamento dei mezzi di produzione e dei prodotti e il comportamento degli operatori e dei consumatori nell'utilizzo dei prodotti. L'analisi comportamentale si concentra sulla comprensione del rapporto tra i consumatori e i prodotti.

RFID Radiofrequency Identification - C'è chi li considera come i precursori dell'IoT e rappresenta una tecnologia per la identificazione e la lettura in automatico di dati associati a determinati prodotti, L'RFID prevede la memorizzazione di dati grazie ai tag o vere e proprie etichette elettroniche (o trasponder) che dialogano a distanza con i Reader, ovvero con apparati radio che scrivono e leggono dati direttamente sulle etichette.

Smart Factory - Impresa manifatturiera che implementa soluzioni digitali pensate per monitorare tutti i processi produttivi, per tracciare lungo la Fully Integrated Supply Chain sia i semilavorati sia i prodotti finiti. La Smart Factory è basata sull'IoT e sulla Real-Time Analytics e permette di aumentare l'efficienza e modificare il rapporto con i clienti e i business model.

Smart Grid - Nuovo concetto di produzione e gestione dell'energia. La smart grid è una rete elettrica intelligente che grazie a sensori IoT misura l'efficienza energetica degli apparati presso gli utilizzatori e monitorizza il consumo ne "corregge" il consumo e gestisce la produzione di energia in funzione della quantità realmente necessaria.

Smart Manufacturing - E' una nuova interpretazione della manifattura che grazie alle tecnologie digitali possono aumentare la propria competitività ed efficienza con la interconnessione digitale di tutti gli asset: macchine, risorse umane e conoscenza aziendale.

Supply Chain 4.0 - Altrimenti definita Fully integrated supply chain si riferisce a una catena del valore totalmente integrata con una connessione completa che unisce produttori, produttori, integratori, distributori, rivenditori e clienti permettendo una visibilità su tutti i passaggi.

Watson (IBM Watson) - E' la piattaforma cognitiva di IBM che consente di sviluppare e integrare funzionalità cognitive di analisi dei dati all'interno di qualsiasi applicazione. Grazie alla disponibilità di "servizi" e API (Application Programming Interface) Watson su IBM Bluemix, ogni applicazione digitale può essere messa nella condizione di apprendere, capire, gestire azioni legate a forme di conoscenza incrementale legata al contesto o alle relazioni con altri oggetti o con persone fisiche.

3. IL LIVELLO DI ATTUAZIONE DI INDUSTRIA 4.0

3.1 Indagine Conoscitiva Vendor-Rise

Le questioni e gli interrogativi posti in precedenza riguardo alle possibilità offerte dal nuovo paradigma produttivo e sulle possibilità/capacità delle aziende di affrontate e vincere la sfida della digitalizzazione, trovano sicuramente chiarimento e conforto nella ricerca *Best Practice 4.0*, realizzata da Vendor e dal Laboratorio Rise dell'Università degli Studi di Brescia, che fornisce indicazioni pratiche su come affrontare i progetti di Industria 4.0, raccontando anche i casi reali di successo realizzati da alcune PMI della Lombardia.

I risultati della ricerca sono stati presentati durante l'evento *News Deals Sirmione 2018*, organizzato in collaborazione con i Giovani Imprenditori di Confindustria Lombardia. La prospettiva su cui si basa la ricerca è direttamente quella degli imprenditori che stanno affrontando in azienda il cambiamento 4.0. Un fatto importante emerso dalla ricerca è che non esistono modelli precostituiti per tutte le imprese. Ciascuna di esse deve costruire la sua ricetta partendo dalle proprie caratteristiche e peculiarità tecniche e organizzative.

Nelle premesse del lavoro di ricerca si rileva un dato interessante cioè che, da dati ufficiali del MISE (*La diffusione delle imprese 4.0 e le politiche: Evidenze 2017*), l'Industria 4.0 non ha ancora fatto breccia nelle aziende italiane. Dai dati del Ministero si scopre infatti che l'87% delle nostre imprese "non pensa alla digitalizzazione" e meno del 10% utilizza concretamente almeno una delle tecnologie inserite all'interno del perimetro dell'Industria 4.0. Se la trasformazione digitale è già entrata nelle agende delle grandi imprese e in quelle più manageriali, è nelle PMI che si segnala un ritardo da colmare. Comunque nella stessa indagine emerge anche che anche le aziende più piccole hanno grande attenzione e sensibilità nei confronti del 4.0.

Il lavoro di ricerca, focalizzato sulle aziende lombarde, soprattutto PMI, ha fatto emergere diversi casi di successo sottolineando comunque il fatto che esiste un forte deficit di informazioni e che molto spesso le imprese non conoscono i reali vantaggi che potrebbero ottenere dell'innovazione.

Altro punto importante da considerare è che Industria 4.0 non significa semplicemente l'applicazione di nuove tecnologie ma è necessario che le nuove tecnologie siano integrate tra loro e inquadrate correttamente in un più generale rinnovamento dei processi organizzativi e gestionali interni. Le imprese, per cogliere appieno gli effetti positivi della rivoluzione tecnologica devono avere una strategia precisa da seguire e la coscienza di essere di fronte ad un nuovo modo di produrre e di gestire, essendo coscienti che intraprendere la strada del cambiamento comporta una rivisitazione completa dei processi produttivi e dei flussi informativi.

Un dato importante da sottolineare nei risultati della ricerca è che il grado reale di conoscenza del concetto di Industria 4.0 come nuovo paradigma produttivo è molto frammentario e incompleto. Il fenomeno viene percepito essenzialmente sotto l'aspetto tecnologico, come un "nuovo" che si inserisce in un "vecchio", di tecnologie IT e OT tradizionali e nuove tecnologie digitali che le affiancano senza per questo sostituirle.

Per quanto concerne il posizionamento delle imprese in base al livello di utilizzo delle tecnologie abilitanti emerge una spaccatura importante tra un 57% non conosce, non applica o non ritiene importante il nuovo modello. Del restante 43% solo il 18% dichiara di attuare un'applicazione avanzata e sono tutte grandi imprese. Per quanto concerne il posizionamento delle imprese verso Industria 4.0 si continua a rilevare una forte propensione all'innovazione per le imprese medie e grandi (l'80% dichiara di avere progetti in corso). Le micro e piccole pur spiccando per lo scarso orientamento verso il nuovo modello, tuttavia, in buone percentuali (18% delle micro e 50% delle piccole) hanno comunque dichiarato di avere progetti di

innovazione e di implementare le tecnologie abilitanti. Tutto ciò però con percorsi che prevedono step intermedi e ancora senza integrazione con il sistema di gestione complessivo (amministrazione e business).

Sul livello di adozione delle tecnologie abilitanti, la questione è stata posta sotto tre aspetti: la **rilevanza** rispetto al tipo di business, la **conoscenza** effettiva delle stesse e l'effettivo **utilizzo**. Tra le tecnologie considerate non rilevanti sono da annoverare la manifattura additiva e la realtà aumentata con percentuali del 50% e oltre. Risultati leggermente superiori, in fatto di importanza li registrano la realtà virtuale e la robotica collaborativa con percentuali sopra il 50%. Decisamente considerate più rilevanti, con più del 70% di interesse sono il cloud computing e i sistemi di analisi e processamento dei Big Data. L'interesse maggiore lo registra l'IOT con oltre l'80% del campione. Per quanto concerne la conoscenza i dati sono abbastanza critici perché il campione rivela una conoscenza molto superficiale delle tecnologie abilitanti. Anche in questo caso è l'IOT che risulta essere la tecnologia più conosciuta mentre la manifattura additiva, pur essendo una delle T.A. più "antiche" essendo nata nel 1985, si ritiene più adatta ad applicazioni "di nicchia" piuttosto che nella produzione in serie. Arrivando all'utilizzo delle T.A. aumenta di molto la percentuale delle aziende che non hanno ancora adottato progetti di Industria 4.0. Tra le imprese che hanno adottato le T.A. prevale ancora di gran lunga l'IOT soprattutto per quanto riguarda il RFID, la tracciabilità del prodotto ed il monitoraggio delle attività produttive.

Molto interessante risulta l'analisi sintetica dei benefici attesi dalle aziende e al primo posto risulta la riduzione dei costi derivante dall'applicazione delle nuove tecnologie, in particolare le tecnologie IOT. In particolare si registra un aumento dell'efficienza produttiva attraverso la riduzione dei consumi energetici e il monitoraggio puntuale e preciso della produzione. A ciò si aggiunge l'aumento della qualità dei prodotti e dei processi attraverso la maggiore flessibilità produttiva che consente di soddisfare al meglio le esigenze, anche le più particolari della clientela.

Per quanto riguarda i **vantaggi concreti** rilevati dalle aziende lombarde censite nel campione sulla base delle esperienze già realizzate di Industria 4.0 troviamo: la maggiore possibilità di accesso a nuove nicchie di mercato attraverso la maggiore flessibilità produttiva consentita dalle tecnologie. Queste consentono anche di aumentare la salvaguardia della salute e della sicurezza delle persone. Anche la formazione diviene più efficiente attraverso nuovi metodi di apprendimento che consentono di simulare situazioni reali senza l'intervento di personale esperto e già qualificato. Altro vantaggio importante è il miglioramento dell'immagine aziendale derivante dall'adozione delle tecnologie avanzate che denota un'attenzione particolare all'innovazione, vista come propensione ad agire nell'ottica del miglioramento continuo del processo e del prodotto. La disponibilità e la possibilità di gestione di una grande massa di dati consente agli organi decisionali una massa di informazioni impensabile per conoscere meglio la propria azienda e prendere con maggiore cognizione le decisioni importanti. Alcune T.A., come la Stampa 3D permettono di velocizzare lo sviluppo e ridurre il costo dei prototipi, riducendo i tempi di passaggio dalla progettazione alla costruzione del prototipo.

In ogni caso dalla ricerca è emerso che ci sono **quattro fattori chiave** di cui tener conto per valutare al meglio l'impatto dei processi di innovazione, ribadendo che ciascun processo fa storia a sé all'interno dell'impresa ed i benefici sono sempre specifici di una realtà e non è detto che possano essere calati in altre. Si tratta quindi di un "abito su misura" da calare in ciascuna azienda per rispondere ad una "visione" specifica che deve essere fatta propria dal capo dell'azienda:

1. Innanzitutto è importante che i **processi aziendali siano efficienti**, inoltre, è necessario **definire un percorso che sia coerente** con le specifiche caratteristiche aziendali. Per raggiungere buoni risultati, le imprese devono quindi **pensare alla digitalizzazione concentrandosi sull'organizzazione**, sulle **procedure** e sui **processi interni**, oltre che sulla **tecnologia**, che rimane sempre uno strumento;

2. Il progetto 4.0 deve essere sempre sostenuto da un forte impegno da parte dei vertici aziendali e del management per avere successo perché sono determinanti i mutamenti nei processi “evoluiti” di gestione interna e i nuovi modelli di business.
3. **L’implementazione** delle soluzioni deve avvenire con un percorso “step by step” attraverso **progetti di piccole dimensioni e investimenti contenuti** che possono generare importanti risultati in termini di **vantaggi competitivi**. Inoltre **l’elemento chiave per il successo** dei progetti è legato alla **corretta predisposizione dei processi e alla cultura digitale**.
4. Fondamentale è anche la **definizione di una roadmap** che affronti le diverse **fasi di trasformazione dell’organizzazione** in modo strutturato ed efficace. Il ‘percorso’ deve però essere definito dall’azienda stessa in base alle proprie capacità e ambizioni, partendo dalla **valutazione e ottimizzazione dei processi** accompagnati da consulenti esterni indipendenti.

Dall’indagine son emersi anche gli **ostacoli** all’implementazione dei progetti. Il primo in ordine di importanza è il timore, da parte delle imprese, di non avere le competenze adeguate a gestire i processi legati a Industria 4.0, segue poi la percezione di una complessità ed entità degli investimenti necessari ad implementare il nuovo paradigma. Terzo in ordine di importanza viene il limitato sviluppo delle tecnologie mentre l’ostacolo meno rilevante è rappresentato dalla difficoltà a reperire fornitori tecnologici adeguati.

L’ultimo elemento di valutazione è stato l’analisi delle previsioni di investimento in ambito industria 4.0. Le risposte hanno evidenziato che la priorità delle imprese sarà quella di provvedere alla rivisitazione e reingegnerizzazione dei propri processi produttivi per allinearli ai nuovi strumenti ed ai nuovi modelli disponibili. Quindi ottimizzazione dei processi ma anche necessità di adeguare i livelli di formazione e competenza professionale legata non solo alle competenze tecniche specifiche o alla conoscenza delle T.A., quanto piuttosto ci sarà bisogno di competenze gestionali di processo e di coordinamento di team di lavoro con un approccio mirato più al risultato che al corretto svolgimento della singola mansione.

È stata rilevata anche una propensione a fare gli investimenti, nel 2018, anche da parte delle piccole e medie imprese dopo che a partire, nel 2017, erano state le grandi. Questa tendenza è stata confermata dai dati del MISE sull’utilizzo degli incentivi fiscali (super e iper ammortamento).

3.3 Alcuni esempi di best practice

Multitel Pagliero, robot per lavori pesanti

Nata nel 1911 come 'bottega artigianale' per la produzione di utensili agricoli, Multitel Pagliero si è poi evoluta divenendo sin dagli Anni 70 un marchio e un punto di riferimento per la fornitura di attrezzature per il lavoro aereo. A guidarla oggi sono Renzo e Sandro Pagliero, nipoti del fondatore dell'organizzazione che vanta oltre 50 anni di esperienza nel campo dell'oleodinamica applicata ad apparecchi di sollevamento: risale agli Anni 90 però la decisione dell'azienda di concentrarsi sulle piattaforme per il lavoro aereo montate su autocarro, come conferma lo stesso Amministratore Delegato.

Attualmente l'azienda ha un fatturato consolidato di circa 80 milioni di euro e impiega 250 persone. Tra le competenze maturate da Multitel Pagliero, con sede a Manta in provincia di Cuneo (l'azienda è presente anche in Francia, Multitel International Sas, e in Germania, Multitel Export Sales GmbH), c'è la capacità di proporre al mercato prodotti interamente composti da alluminio: una scelta, quest'ultima, che ha permesso all'organizzazione di diventare leader in Italia e tra le top a livello europeo.

L'introduzione dei robot in Multitel Pagliero, risale al 2013, per far fronte a una nuova necessità: Già nel 2011 è stato compiuto un ulteriore sviluppo nell'utilizzo dell'alluminio arrivando a proporre controtelai più leggeri che i hanno permesso di proporre nuovi modelli che hanno avuto un successo immediato. Proprio il successo ha costretto l'azienda a costruire un nuovo stabilimento produttivo ma la difficoltà dell'azienda di reperire sul mercato di saldatori specializzati, ha determinato la scelta dell'introduzione di robot.

I robot hanno concesso di 'umanizzare un lavoro' di certo usurante, faticoso e pure pericoloso. Da tempo l'azienda stava studiando l'impiego di robot in saldatura, anche per motivi etici e non solo per la mancanza di figure qualificate. La costruzione del nuovo sito produttivo è stata la molla che ha consentito di compiere la scelta. Molte aziende concorrenti si sono sempre più affidate all'outsourcing per restare competitive, la Pagliero invece ha deciso di produrre tutto all'interno e per resistere alla concorrenza dei Paesi a basso costo di manodopera sono stati automatizzati alcuni processi e la robotica ha consentito di abbassare notevolmente i costi di produzione.

E' inoltre migliorata molto la qualità della produzione e per i clienti esiste la possibilità di osservare lo stabilimento produttivo e la gestione del lavoro in modo che possono convincersi che l'azienda è in grado di far fronte alle loro richieste. I numeri confermano la bontà della scelta dell'azienda che nel 2016 è cresciuta del 30% rispetto al 2015 e nel 2017 del 10% rispetto all'anno precedente. A chi teme che i robot sottrarranno lavoro all'uomo, il caso Multitel Pagliero non lascia adito a polemiche: negli ultimi quattro anni l'azienda è cresciuta dai 170 addetti del 2013 agli attuali 250.

Dopo l'introduzione dei robot per i processi di saldatura una parte del personale con la giusta esperienza maturata viene ora impiegata per sviluppare nuove applicazioni. I saldatori più esperti vengono ora impiegati per la programmazione dei robot grazie a programmi di formazione sviluppati con i fornitori stessi. Nonostante la presenza di robot il personale è cresciuto molto a causa dell'aumento del fatturato determinata dalla svolta innovativa. L'introduzione del Piano Nazionale Industria 4.0 ha stimolato l'azienda a progettare i nuovi investimenti per usufruire di sgravi fiscali e proseguire sulla strada della digitalizzazione.

Velp Scientifica, PMI diventata Industria 4.0

La Velp Scientifica è un'azienda con sede a Usmate Velate, in provincia di Monza Brianza, che progetta e produce strumenti da laboratorio e soluzioni analitiche avanzate. Con 18 milioni di fatturato, contando solo su 60 dipendenti, è arrivata ad essere leader globale nel proprio settore.

Come molte imprese innovative, anche l'azienda brianzola è nata in un sottoscala. L'azienda è stata fondata nel 1983 da un tecnico del CNR di Monza con la passione per la scienza. Aveva spesso problemi a trovare gli strumenti di analisi adeguati e pensò di cominciare a costruirseli. È stata un'intuizione felice, perché la sua azienda è in piedi da 30 anni e ha vissuto serenamente il passaggio generazionale". Il successo Velp Scientifica lo deve a un processo organizzativo molto efficace che consente di gestire 300 fornitori nel mondo e una partecipata negli Stati Uniti.

Seguiamo i nostri prodotti dall'ideazione al post vendita e possiamo farlo perché non solo ci fidiamo delle tecnologie che abbiamo introdotto in azienda, ma anche del nostro team di lavoro, fatto di persone talentuose con una forte spinta verso l'innovazione". L'anno prossimo Velp Scientifica introdurrà elementi di IoT con un progetto ideato da un gruppo di lavoro, formato da varie figure, dal capo progetto, un ingegnere che proviene dalla Ricerca e Sviluppo, a persone che lavorano nell'IT, nell'Operation e nel Marketing.

La necessità di mettere in piedi una formazione eterogenea nasce dall'esigenza di gestire un cambiamento epocale infatti con l'IoT migliorerà la qualità della ricerca e la vita dei ricercatori nei laboratori, questo consentirà di sviluppare nuovi prodotti e servizi grazie all'elaborazione dei dati in termini statistici e all'accesso alle macchine anche da remoto. Tutti, soprattutto chi cura il marketing, sono chiamati a sfruttare al meglio questo cambiamento". Altro punto di forza di Velp è l'export. L'azienda vende infatti più dell'80% dei prodotti in 90 Paesi.

Buffoli Transfer

Buffoli Transfer è tra i principali costruttori europei di macchine utensili a elevate prestazioni per la produzione di componenti metallici che richiedono lavorazioni da più direzioni contemporaneamente e torniture di precisione. Le macchine Buffoli realizzano prodotti finiti per autoveicoli, impianti di riscaldamento/elettrici/ refrigerazione, elettrodomestici, serrature, ecc. Il gruppo fa perno attorno alla **Buffoli Transfer Spa di Brescia e dà lavoro a circa 100 persone con un fatturato di oltre 20 milioni di euro e installazioni quasi in ogni parte del mondo.** The total value of production 2018 was **35 million euros with 110 employees.**

Fino a pochi anni fa il mercato principale era quello estero, oggi invece lo scenario è profondamente cambiato. Fino al 2000 le macchine erano installate quasi interamente fuori dai confini nazionali; Poi l'azienda si è riorientata verso il mercato interno presentando in Italia tutte le specialità sviluppate per i clienti tedeschi, danesi e americani. **Le aziende italiane hanno iniziato ad apprezzare la precisione e la flessibilità dei prodotti e l'originalità delle soluzioni brevettate; così la quota di mercato italiana è cresciuta rapidamente fino al 30% ed ora, grazie alle iniziative per l'Industria 4.0, ha raggiunto quasi il 50%.**

Nel frattempo però anche l'azienda è cresciuta globalmente, per cui il fatturato estero è praticamente sempre lo stesso, e ai tradizionali mercati del Nord America e del Nord Europa si è aggiunto il mercato italiano. Una conferma, insomma, della bontà del **Piano Calenda** che, argomenta il manager, è stato **apprezzato inizialmente per i consistenti vantaggi fiscali**, ma che ora inizia a funzionare come **"motore di un processo di rinnovamento dei sistemi produttivi**, tale da fare dell'Italia nuovamente una grande nazione manifatturiera". Grazie al Piano Calenda e a una marcata attenzione al tema Industria 4.0, Buffoli Transfer ha potuto conquistare nuovi clienti che hanno riconosciuto che l'azienda è interamente strutturata secondo i dettami di industria 4.0 ed è in grado di mettere sempre al centro il cliente, le sue esigenze e la sua soddisfazione.

Il Piano Nazionale Industria 4.0 ha permesso di diffondere una **nuova cultura produttiva, persino nelle imprese più piccole**, da sempre attente all'innovazione di prodotto ma che da oggi sono supportate nei loro piani di sviluppo dei processi. Ma non solo, le aziende italiane stanno iniziando a **percepire che i vantaggi non riguardano esclusivamente l'ammortamento dei macchinari e dei software, quanto la crescita dell'efficienza globale del sistema**, nel momento in cui tutto viene integrato e i dati diventano facilmente fruibili". In questi anni l'azienda ha **sviluppato la manutenzione preventiva e predittiva, la reportistica dei dati di produzione, la diagnostica locale e in remoto.**

Inoltre è stata posta l'attenzione sull'efficienza energetica e integrato Smart product di vario genere e sistemi di modellazione e simulazione. Industria 4.0 ovviamente porta con sé anche **il tema delle competenze**, che Buffoli Transfer ha già affrontato con una precisa strategia, coinvolgendo il proprio personale, i centri di assistenza esteri, gli agenti (oltre al canale di vendita diretto c'è anche quello indiretto) e i clienti. Una **buona formazione** del personale che opera sulla macchina, oppure che cura la manutenzione e l'assistenza, è **essenziale per l'uso efficiente di macchinari così sofisticati, la cui produttività è massimizzata e la cui flessibilità viene messa alla prova costantemente.**

È bene dire incisivamente che, anche su macchine in grado di produrre milioni di pezzi in un anno, i lotti di produzione spesso sono solo di alcune migliaia di pezzi, perché la **produzione just-in-time è diventate un obbligo in molte realtà**, data l'incertezza dei piani di produzione, la volontà di ridurre i magazzini e la variabilità di prodotto. La conoscenza degli strumenti, delle loro potenzialità e della loro flessibilità è alla base della trasformazione in atto e per questo Buffoli Transfer propone macchinari unici, spesso brevettati, e software in grado di semplificarne l'uso, la programmazione, la manutenzione e la raccolta ed analisi dei dati.

Nonostante il ruolo attivo nell'evangelizzazione delle potenzialità dell'Industria 4.0, in Buffoli Transfer – che tra le varie attività propone anche intere linee automatizzate 'chiavi in mano' – la componente umana resta ancora al centro dell'azienda. Nella produzione, dicono i vertici aziendali, **conta soprattutto l'uomo, la sua capacità di cercare sempre il meglio**, tanto a livello di progettazione quanto a livello di montaggio e di messa a punto dei macchinari. I tecnici specializzati della Buffoli si confrontano ogni giorno con macchine che sono, a tutti gli effetti, dei prototipi che non richiedono l'applicazione di soluzioni e procedure standard, ma creatività ed esperienza, oltre a tanta voglia di fare, ma soprattutto di fare bene per la soddisfazione propria e del cliente. In sintesi, alla Buffoli, Industria 4.0 viene declinata con la **diffusione del know how e la partecipazione attiva alla realizzazione di prodotti unici**".

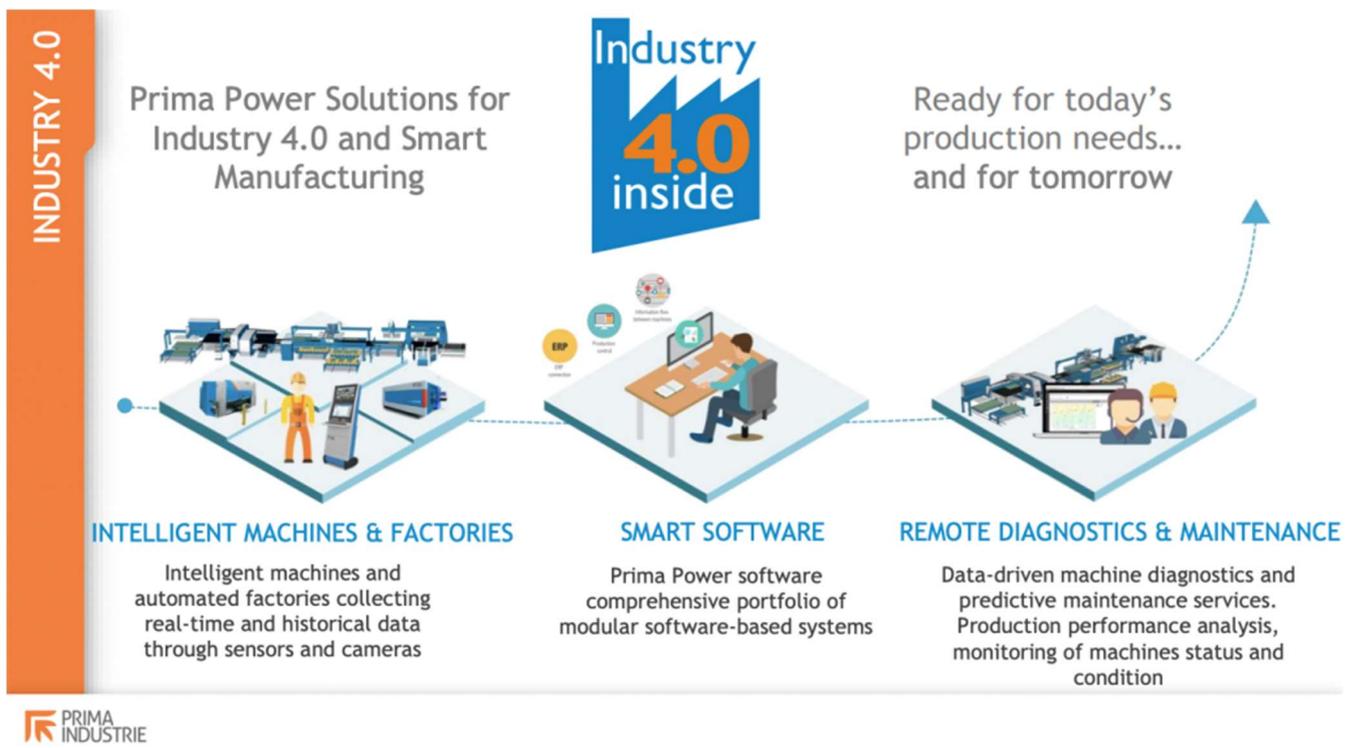
Prima Industrie

Prima Industrie è la società italiana leader nello sviluppo, produzione e commercializzazione di **sistemi laser** per applicazioni industriali e macchine per la lavorazione della **lamiera**.

Il Gruppo, fondato più di 40 anni fa dall'attuale presidente **Gianfranco Carbonato**, ha chiuso il 2018 con un fatturato record di **466,9 milioni** di euro, in aumento di 4 punti percentuali rispetto al 2017, impiega **1.800** dipendenti, vanta più di **13.000** macchine installate in oltre **80** Paesi, ha stabilimenti produttivi in Italia, Finlandia, Cina e USA, investe dal **5** al **6%** delle revenue annue in ricerca e sviluppo ed è fra i primi costruttori mondiali nel proprio mercato di riferimento.

Sono tre le divisioni in cui è strutturata Prima Industrie: **Power**, **Electro** e la neonata **Additive**, istituita nel 2018. Il primo settore sviluppa, genera e commercializza **macchine laser** e per la lavorazione della lamiera: macchine laser 2d e 3d, sistemi di foratura laser, punzonatrici e sistemi combinati, piegatrici e pannellatrici. Le apparecchiature dell'azienda di Carbonato sono ampiamente impiegate nelle industrie dell'**auto**, dell'**aerospazio** ed **energia**, dei **macchinari agricoli** e del **bianco**.

I sistemi laser hanno subito un grande cambiamento circa dieci anni fa, quando i generatori laser si sono trasformati da sistemi a gas a **laser in fibra**, che utilizzano una tecnologia che permette di aumentare la potenza con consumi energetici ridotti. In futuro, le macchine saranno sempre più autonome ed interconnesse con sistemi di gestione della produzione e di manutenzione preventiva, che si baserà sui **big data**: diventeranno sempre più degli oggetti automatici in cui l'operatore tenderà concettualmente a sparire e avrà sempre più importanza chi programma la produzione. Questa visione così interconnessa di macchinari sempre più sofisticati, che in futuro non saranno più presidiati e potranno modificare automaticamente i parametri del lavoro, è in pieno accordo con la roadmap dello sviluppo tecnologico **Industria 4.0**.



Prima Electro si occupa di elettronica embedded, motion control e cnc, sorgenti laser ad alta potenza, progetta la meccanica e il software del prodotto; l'hardware è pensato in sintonia con le necessità della produzione di serie e l'utilizzo dei sistemi operativi più diffusi permette ai progettisti di sviluppare sistemi embedded e real-time.

La terza ed ultima divisione, Prima Additive, sviluppa, produce, vende e distribuisce sistemi industriali per applicazioni metalliche di additive manufacturing tramite tecnologie **Powder Bed Fusion** e **Laser Metal Deposition**; questa nuova tecnologia di Prima è richiesta in modo particolare dai comparti aerospaziale, automotive ed energetico, in cui la manifattura additiva sta velocemente prendendo piede. Prima Additive fornisce una serie di servizi che possono essere personalizzati a seconda dei diversi bisogni: training avanzati, consulenze tecniche orientate alle applicazioni per manifattura additiva, additive product design e ottimizzazione di processo.

1177

Già conosciuta sul territorio per la sua vocazione a innovare, dal 2014 Ileana Spa, la storica azienda di calze nata a Castel Goffredo in provincia di Mantova dall'idea della fondatrice Ileana Pinelli (oggi la sede è a Carpenedolo in provincia di Brescia), ha creato 1177 (ElevenSeventySeven), il marchio che propone al mercato calze essenziali, tecniche e performanti per uomo, donna e bambino. E che oltre a utilizzare tessuti innovativi, propone un packaging unico e un modello di business originale, che di recente si è arricchito di un'ulteriore novità: è Pepper, il robottino-commesso destinato a rivoluzionare il Retail.

La prima peculiarità dell'azienda è costituita dalla qualità e dall'innovatività dei tessuti che caratterizzano i prodotti di 1177. Tra i materiali utilizzati nella produzione c'è il Dryarn Aquafil, una fibra altamente performante, più isolante della lana, ma più traspirante del poliestere, che permette al piede di autoregolare la temperatura. L'uso di questi materiali è il risultato di una precisa filosofia aziendale che punta dritto sull'innovatività e sull'esclusività delle caratteristiche dei materiali. Tale filosofia ha fatto sì che l'azienda ha sempre posto attenzione alla scelta dei fornitori impostando con essi dei rapporti di collaborazione molto stretti sia per quanto riguarda la progettazione che per quanto concerne la ricerca e l'innovazione. Accanto a questi aspetti, 1177 ha brevettato un singolare packaging che caratterizza i prodotti del marchio. Infatti le calze vengono confezionate ed inserite in lattine e poi vendute sia nel retail classico sia in impianti vending, come fossero bibite.

Questa vending machine, studiata e realizzata con Softec Spa, digital platform company appartenente al Gruppo Fullsix, in collaborazione con Cisco, ha richiesto un investimento di circa 2 milioni di euro supportato interamente da Banca dei Territori di Banca Intesa Sanpaolo. In pratica un distributore automatico dalle dimensioni contenute che può essere posizionato ovunque e che consente l'acquisto attraverso il pagamento contactless o pagamenti digitali oppure di sfogliare il catalogo sullo schermo e farsi mandare le calze a casa o ancora di utilizzare la macchina come punto di ritiro dopo aver ordinato via web. Per capire le reazioni del mercato le macchine sono state installate in varie location, per poi arrivare agli shopping mall in modo da vendere un prodotto di fascia medio-alta sottraendo quote di mercato ai competitor che puntano ai prezzi bassi.

Il progetto "Vending Machine Connesse" di 1177 rappresenta una milestone strategica che rivoluziona il *go-to-market* dell'azienda, reinterpretando l'intero modello di relazione e interazioni con clienti e prospect. La tecnologia diventa così una leva per ripensare e trasformare il canale Retail, riconciliando esperienza fisica e digitale in una Continuum Experience in cui il Journey fisico continua sui canali digitali, attivando nuovi cicli d'acquisto. Questi impianti sono collegati direttamente in azienda fornendo istantaneamente i dati di vendita dei vari modelli integrando le vendite con la gestione del magazzino...

In un contesto in cui i consumatori sono sempre più connessi ed esigenti verso i brand, Softec ha studiato una soluzione omnichannel in grado di supportare 1177 nel conoscerli e convertirli in clienti in tutte le fasi del Customer Journey: dall'engagement al customer service, fino alla vendita del prodotto.

Questo progettando un'esperienza "Digical" in cui i touchpoint fisici (aeroporti, centri commerciali, luoghi pubblici, punti vendita) e digitali possono riconciliarsi in un'unica esperienza cliente di Retail 4.0.

La soluzione "Connected Vending Machine", affiancata a Pepper, il social robot in grado di capire e dialogare con i consumatori, offre un'innovativa esperienza di acquisto 4.0, che va dall'erogazione delle informazioni sul prodotto fino alla vendita.



Pepper, l'umanoide di 1177 che guida i consumatori nel percorso di acquisto con la vending machine.

I vantaggi della vending machine sono tanti. Per esempio la macchina occupa uno spazio ben più contenuto di un negozio e quindi i suoi costi sono ridotti. Inoltre la vending machine è uno strumento tecnologicamente all'avanguardia. Si tratta di una macchina connessa che consente di personalizzare l'offerta, comunicare il prodotto in modo innovativo, di monitorare costantemente il corretto riempimento e di interagire con le persone e l'ambiente circostante. Essa è anche in grado di riconoscere il passaggio delle persone e questo consente di capire se il posizionamento è corretto o profilare i clienti per fascia di età o provenienza. Le potenzialità offerte dalla connessione sono numerose non a caso si sta valutando la possibilità di proporre, dopo l'acquisto, offerte ad hoc per altri prodotti da acquistare online, creando quindi un ecosistema che metta al centro il consumatore.

Senza considerare la possibilità di creare sinergie con marketplace o altri brand, magari proprio quelli dei negozi accanto alla vending machine che, tra le altre funzioni, permette persino di fare acquisti e ritirare il prodotto in un'altra macchina. Come non considerare l'ultima novità in casa 1177 rappresentata da Pepper, l'umanoide connesso alla macchina, la cui funzione è di ingaggiare le persone per spiegare e vendere loro il prodotto e scaricarlo in automatico dalla vending machine. Il robot è in grado di rispondere a ogni domanda sui prodotti grazie alla sua capacità di parlare 20 lingue; è il primo esempio di applicazione di umanoide nel Retail a livello mondiale.

Il tablet posizionato su Pepper permette di ottenere ogni informazione sui prodotti: i primi clienti possono già sperimentare le potenzialità dell'umanoide e della V-Machine nel centro commerciale di Arese, alle porte di Milano, a partire da fine novembre 2017. Nel futuro, sono pronte altre novità come la possibilità di scansionare la misura del piede e arrivare direttamente all'acquisto profilato del cliente in brevissimo tempo.

4. INDUSTRIA 4.0. LAVORO E UOMINI

Alla luce di quanto sopra sintetizzato emerge chiara la questione del ruolo della componente umana nella fabbrica di domani. Industria 4.0 non significa solo automazione. Quest'ultima è insita nel concetto di processo produttivo a partire dagli anni '80 del secolo scorso, crescendo di influenza e di importanza in maniera progressiva quanto inesorabile. Questo processo ha comportato un profondo cambiamento nel modello di organizzazione del lavoro, dal modello fordista al post-fordismo, dall'operaio-massa all'operatore qualificato fino al gestore di sistemi. La fabbrica del futuro unisce l'automazione con la cultura del digitale: "sistemi knowledge-based, uso pervasivo di sensoristica, flessibilità ed adattabilità dei processi, passaggio dalla specializzazione (verticale) al processo (orizzontale)" (Magone e Mazali, 2016), con un aumento della complessità sia dei processi produttivi che dei prodotti. È ovvio e scontato che, con queste premesse, riemerge con forza la questione cruciale, sin dall'avvento della "Rivoluzione Industriale", delle conseguenze dell'automazione, sia essa meccanica o digitale, sulla presenza umana in fabbrica. Con la domanda capitale se le innovazioni comportino necessariamente conseguenze dirette sull'occupazione e di quale entità esse siano. Senza evocare il luddismo o le questioni sollevate al momento dell'introduzione dei robot in fabbrica il problema, data anche l'enorme complessità del nuovo paradigma produttivo non può non suscitare dubbi e interrogativi importanti.

A questo ragionamento si lega necessariamente quello sulle capacità e sui tempi di adattamento delle imprese ai dettami tecnologici e organizzativi di Industria 4.0 e, andando ancor di più nello specifico, quale sarà l'estensione e la profondità di applicazione? Quanto dipenderà dalla tipologia di prodotto e/o di processo produttivo? Si potrà adattare allo stesso modo a tutti i processi produttivi?

Molto probabilmente ci troveremo di fronte ad un processo di adattamento graduale e selettivo che terrà conto delle differenze di processo, di prodotto, di scala e di livello di automazione e, paradossalmente, o forse no, con un ruolo "aumentato" del fattore umano.

Non a caso in alcuni documenti strategici elaborati dall'EFFRA (European Factories of the Future Association) che è una associazione non-profit che promuove lo sviluppo di nuove e innovative tecnologie di produzione, la fabbrica è "un'entità che si basa su un'innovazione tecnologica finalizzata a stabilizzare la produzione manifatturiera locale e globale, per assicurare il mantenimento dell'occupazione in Europa". Quindi le parole chiave sono innovazione e mantenimento da non interpretare come un ossimoro ma come un segnale chiaro che il progresso tecnologico deve essere comunque a servizio del progresso sociale di cui il lavoro è un caposaldo irrinunciabile. Quindi l'innovazione ha una funzione "ancillare" del lavoro, non sostitutiva. Al lavoratore tuttavia è richiesto un salto di qualità per continuare ad essere protagonista del lavoro e della funzione di produzione. Deve acquisire la capacità cognitiva di gestione di processi complessi, di interazione con macchinari e sistemi, di organizzazione del lavoro di squadra in autonomia. Nella fabbrica del futuro, dove la comunicazione sarà fattore decisivo, il lavoratore dovrà avere anche capacità di comunicare con livelli superiori ed inferiori. In sostanza deve espandere le proprie potenzialità e capacità soggettive nell'ottica di un complessivo arricchimento qualitativo del lavoro. Alcuni studiosi sono arrivati a teorizzare l'applicazione del concetto di "autonomia" del lavoratore coniando anche il concetto estremo del lavoratore-imprenditore responsabile della organizzazione e gestione della singola fase del processo produttivo. Concretamente si avrà una riconfigurazione delle gerarchie interne della fabbrica che diventerà un luogo dove si parteciperà sempre più soggettivamente al processo produttivo con un cambio sostanziale del modo di lavorare. Si tratta quindi di una possibilità per il lavoratore di mettere in campo le proprie potenzialità e capacità soggettive. Per raggiungere questo risultato si pone tuttavia il problema dell'aggiornamento del capitale umano, in particolare quello di età media avanzata, per cui emergerà come decisiva la questione della riqualificazione dei lavoratori per evitare che l'innovazione porti con sé il problema della disuguaglianza sociale frutto della

disuguaglianza digitale. Rischio che cresce quanto e dove più è forte la penetrazione della rivoluzione digitale dei processi produttivi.

Occorre quindi conciliare lo sviluppo tecnologico con il rispetto della dignità umana e professionale dei lavoratori che devono essere messi in grado di “accedere” allo sviluppo tecnologico attraverso la costruzione, l’adeguamento delle competenze o la loro “manutenzione”. Ciò consentirebbe di inserire in maniera armonica e articolata il nuovo paradigma tecnologico nelle aziende, rendendo il lavoratore protagonista dell’innovazione e non succube.

Nel nuovo paradigma la centralità dell’uomo deve coesistere con la pervasività dell’innovazione, anzi la tecnologia deve servire a “liberare” l’intelligenza e la creatività dell’uomo che deve essere sempre il motore primo dei processi di crescita della società così come lo è stato nelle grandi “svolte” della storia della civiltà, dall’invenzione della ruota alla Prima Rivoluzione Industriale passando per l’Umanesimo e il Rinascimento fino ad arrivare alla Quarta Rivoluzione Industriale.

Questa centralità dell’uomo all’interno di questa ultima grande “svolta tecnologica” della storia è ben testimoniata da un passaggio del prof. Tullio Tolio, del Politecnico di Milano e Presidente del Cluster Tecnologico Nazionale Fabbrica Intelligente: *“Abbiamo sempre parlato di fabbrica dell’uomo, perché l’interazione dell’uomo con la fabbrica sarà sempre più forte. A lungo abbiamo pensato che una cosa la poteva fare l’uomo e un’altra l’automazione, ma io credo che in futuro l’uomo e l’automazione lavoreranno insieme. Se penso alla fabbrica evolutiva penso all’uomo, perché solo lui può garantire il cambiamento, le macchine non sanno cambiare”*. In questo senso è giunto il momento di dare conto di alcune ipotesi legate alle trasformazioni della figura classica dell’operaio, del tecnico e dell’ingegnere che potranno configurarsi all’interno della fabbrica del futuro, tenendo conto che la transizione al nuovo paradigma, molto probabilmente potrebbe non seguire traiettorie lineari ed uniformi anche perché sta mancando un disegno strategico di politica industriale in grado di accompagnare le imprese, tutte le imprese, nel percorso di cambiamento. Questo deficit di politica industriale non è stato compensato dai pur importanti interventi fiscali (super e iper ammortamento), introdotti dal Piano Calenda. Quello che sta mancando è un serio e approfondito intervento di informazione, sensibilizzazione ed accompagnamento delle imprese ai cambiamenti ed alle trasformazioni di Industria 4.0.

La svolta tecnologica ha fatto nascere due categorie di osservatori delle ripercussioni di industria 4.0 sul lavoro, i catastrofisti e gli innovatori militanti, cioè il confronto è tra coloro che sostengono che l’automazione spinta porterà ad una “distruzione” di forza lavoro e non solo nei livelli intermedi ma anche, con il progresso delle tecnologie, anche in quelle superiori. Non solo, ma tra le tecnologie abilitanti, la blockchain minaccia” di rendere superflue molte posizioni lavorative nel settore dei servizi reali e finanziari, ivi comprese le banche. Si tratta di una tecnologia che consente scambi all’interno di una rete virtuale eliminando completamente forme di controllo o soggetti terzi deputati a valutare le transazioni. Sarà possibile quindi non solo eseguire compravendite ma validare relazioni economiche, accordi di collaborazione e rapporti professionali senza una terza parte che certifichi questa validità (notai, avvocati, commercialisti).

Gli innovatori sostengono che siamo di fronte ad una lunga transizione che comporterà da un lato una “distruzione creativa” di che porterà a posti di lavoro più evoluti e gratificanti. Il profilo operaio del futuro potrebbe essere quello del *knowledge worker* dove la dimensione creativa e cognitiva del lavoratore qualificherà la nuova forza lavoro a tutti i livelli della gerarchia aziendale.

Entrambe le categorie concordano tuttavia nella dimensione e nella portata del cambiamento che sarà differente dalle grandi ristrutturazioni del Novecento e che comporterà comunque un’eccedenza tenendo conto che già la terza rivoluzione industriale, negli anni 70-90 aveva già rivoluzionato il modo di produrre merci e servizi con l’introduzione dei robot e dei computer e determinato un costante calo dell’occupazione industriale in senso stretto. In ogni caso è importante sottolineare che tutte le valutazioni degli impatti di

industria 4.0 sul lavoro devono anche tener conto che il numero degli occupati industriali diviene sempre più un indicatore con sempre minore rilevanza legato a valutazioni di ordine statistico. La verità è che nell'industria attuale e sempre più nell'industria 4.0 sarà sempre più difficile distinguere quanta quota di terziario esiste a monte e a valle della manifattura per cui diventa sempre più complicato delimitare il confine tra produzione di beni e servizi.

Secondo recenti ricerche (Magone e Mazzali, Industria 4.0) si stanno delineando due forme di evoluzione delle tradizionali figure della fabbrica ante Industria 4.0, il "blue collar aumentato" e "l'ingegnere di nuova concezione".

Il nuovo colletto blu, ossia l'operaio del futuro, non sarà di fatto una forma, riveduta e corretta, di profili professionali che si sono già evoluti progressivamente nel corso degli ultimi decenni. Da conduttore/controllore di sistemi diventerebbe "gestore" di flussi produttivi con una "visione d'insieme" del processo produttivo all'interno di una fase ben definita (cella) come alla Avio Aero di Cameri dove si producono parti di turbine per motori d'aereo con stampanti 3 D. Comunque sarà un operaio che non dialogherà con una singola macchina ma si occuperà del "monitoraggio di più fasi, di più macchinari, di frazioni più ampie del processo produttivo" (Magone e Mazzali, Industria 4.0). Questo concetto di operaio aumentato è testimoniato anche dall'esperienza della Ducati in cui nell'operatore, che prima svolgeva operazioni limitate, vengono concentrate una serie di mansioni che comportano molteplici competenze (attrezzaggio, controllo qualità, cambio utensili e gestione processo) in modo da accrescerne l'autostima e le motivazioni e quindi migliorarne il rendimento.

Occorre tuttavia fare una distinzione importante legata alla scala produttiva, ossia nelle aziende dove il ritmo di produzione non è elevato (tempo ciclo), la complessità delle operazioni da svolgere limita di fatto l'automazione dei processi. Dove si lavorano pezzi unici (Ferrari) la polivalenza delle mansioni rimane strettamente legata al sapere operaio e la riproducibilità automatica dei processi è ancora limitata. Nella Ducati i sistemi IOT ancora non sono considerati un investimento redditizio e vigono i principi della lean production puntando sulla massimizzazione dei risultati riducendo gli sprechi di tempo, senza scarti e rilavorazioni. Produrre solo ciò che viene richiesto dal cliente. Uno dei presupposti della fabbrica intelligente è la gestione della variabilità delle sequenze produttive passando dalla linea continua alla possibilità di intervenire nel ciclo produttivo attraverso la tecnologia IOT. È necessaria quindi una "forte integrazione tra produzione e funzioni che "danno intelligenza" alle macchine, l'ingegneria dei processi e il settaggio, ossia l'applicazione delle informazioni che istruiscono il ciclo sono la seconda grande questione alla base delle fabbriche intelligenti" (Magone e Mazzali, Industria 4.0). il sapere operaio e l'esperienza acquisita in anni di lavoro devono essere incorporati nella progettazione dei processi produttivi e per integrare tra loro processi, macchine e persone.

Abbiamo quindi di fronte un "operaio aumentato" che, attraverso i tablet sia in grado di guidare e monitorare i flussi produttivi, che nei magazzini sia dotato di dispositivi wearable, che conosca bene l'inglese.

I mutamenti tecnologici e organizzativi coinvolgono anche le strutture tecniche e le attività di engineering che tendono sempre di più a lavorare in una **dimensione collaborativa (reti cooperative orizzontali)** accanto a ricercatori e ingegneri di imprese partner, ricercatori universitari e ricercatori nell'ambito di piattaforme collaborative per la gestione di progetti di ricerca e sviluppo. Non solo ma nella progettazione dei nuovi processi produttivi gli ingegneri dovranno lavorare in stretta collaborazione con i responsabili di funzioni a valle come la produzione e la manutenzione e integrando strettamente disegno e progettazione (**collaborative engineering**). Ci saranno sempre di più ingegneri multitasking che accorperanno funzioni prima separate come il progettista e il disegnatore contemperando l'aspetto puramente progettuale e quello di assemblaggio e di meccanica.

Altra funzione fondamentale, all'interno dell'azienda del futuro, sarà quella degli **istruttori delle macchine** ossia coloro che opereranno a ridosso dei macchinari in termini di conferimento di memoria, programmi, sistemi di interfaccia. Stiamo parlando del tecnologo cioè l'esperto di programmazione del sistema che fornisce le istruzioni operative alle macchine. Come sarà importante, in un contesto di aumento esponenziale delle informazioni da gestire derivanti dalle nuove modalità di produzione e dai prodotti smart che incorporano sensori di comunicazione, una figura in grado di analizzare la massa enorme di informazioni generate sia di carattere tecnico che commerciale e di marketing. Il management dei big data sarà una delle funzioni strategiche del futuro.

Ovviamente la questione delle trasformazioni che l'introduzione delle tecnologie in fabbrica determina sulla quantità e qualità del lavoro necessario è antica e produce sempre una accesa discussione tra catastrofisti e ottimisti (o realisti) dimenticando che il lavoro delle persone è sempre cambiato nelle varie "rivoluzioni industriali" anche perché sono cambiate le persone e soprattutto il loro livello di preparazione tecnica e di atteggiamento culturale. Anche tenendo conto che l'evoluzione dei sistemi di produzione ha già prodotto fatalmente una fabbrica con una componente operaia fortemente diminuita ma con capacità e competenze via via aumentate, l'operaio fordista addetto a mansioni ripetitive è divenuto un tecnico sistemista che gestisce processi con un grado di autonomia fortemente cresciuto.

Questo perché l'evoluzione e l'accelerazione delle dinamiche di mercato richiede all'azienda di combinare volumi e qualità, flessibilità e riproducibilità e compressione del time to market. Ai lavoratori quindi vengono richieste maggiori abilità in tempi drasticamente minori (tre mesi in luogo dei due anni canonici del CFL) e in particolare una maggiore polifunzionalità a scapito forse della marcata specializzazione ma con una maggiore capacità di visione più ampia del ciclo produttivo. In alcuni casi specifici (Porsche e Alstom) si verifica anche il caso di un ribaltamento della relazione tra macchine e operai con in veicoli automatici di trasporto che "chiedono" pezzi ai magazzinieri per portarli sulla linea di produzione sulla quale dei supporti multimediali (tutor digitali) guidano gli operai nelle operazioni di montaggio, dove le fasi sono più complesse, anche se gli operai stessi non hanno tutte le competenze necessarie ma sono impiegati in maniera temporanea per far fronte a picchi di produzione.

La stessa modalità di trasferimento delle informazioni tecniche dagli uffici appositi alla linea non richiederà più soggetta con competenze alte in grado di interpretare le informazioni. I supporti informatici consentiranno di veicolare gli input tecnici in maniera fruibile anche per chi non ha competenze specifiche della struttura di un treno (Alstom Savigliano).

Rispetto all'operaio fordista il nuovo operaio sarà più polivalente, dotato di un livello di competenze più elevato, avrà un rapporto molto intenso con le nuove tecnologie. Tutto ciò in un contesto di generale "ricomposizione delle mansioni" a fronte di un ruolo mutato e accresciuto delle macchine che ricolloca il sapere operaio e la specializzazione in informazioni replicabili da incorporare nelle macchine e nei database per una potenziale fruizione più larga e una minore dipendenza dalla diretta conoscenza del prodotto finale e della sua struttura. Il "deposito della conoscenza" sarà nel database e meno nella persona per garantire una sua conservazione e fruibilità a prescindere dal detentore, evitando così di perdere informazioni quando il detentore stesso esce dal ciclo produttivo.

Emerge chiaramente per le fabbriche la necessità di standardizzare ed omogeneizzare i linguaggi tra macchine e tra macchine e uomini perché comunque industria 4.0 vedrà protagoniste le persone che lavorano all'interno con ruoli e modalità differenti all'interno di modelli organizzativi che privilegeranno sempre di più i concetti di relazione e interrelazione. In particolare si profilerà una dimensione orizzontale che vedrà la cooperazione sempre più stretta tra la struttura tecnica e le altre strutture aziendali ma anche con analoghe strutture di altre imprese nei processi di co-progettazione lungo la medesima supply chain addirittura con competitor di altre imprese all'interno di piattaforme condivise. Ci sarà poi la dimensione

verticale che interconnette progettazione, sviluppo tecnologico e produzione in cui le gerarchie verranno attenuate nell'ottica dell'obiettivo di accrescere conoscenze e informazioni. In ultimo, e questa forse è la novità più interessante, ci sarà la gestione delle relazioni e delle informazioni provenienti dal dialogo con i mercati e con i prodotti (big data e IoT) da cui verranno gli input più importanti per l'innovazione di prodotto e di processo.

Le nuove gerarchie aziendali saranno legate alla conoscenza ed ai saperi richiesti e acquisiti in un contesto di superamento del concetto di sequenzialità delle fasi del ciclo di produzione in favore dell'integrazione dei processi. Tutto ciò con l'obiettivo primario di ridurre drasticamente il time to market ossia la risposta dell'azienda alle richieste del mercato.

In ogni caso nelle fabbriche intelligenti la questione del ruolo della figura umana sembra comunque mal posta perché, di fatto, il ruolo dell'uomo sarà comunque e sempre decisivo. Eventualmente la questione aperta sarà quella che riguarda quali funzioni resteranno comunque in possesso del lavoro umano ma questo sarà sempre l'uomo a deciderlo e non le macchine.

Un aspetto ulteriore della rivoluzione 4.0, vista dal lato della componente umana della fabbrica, è la relazione con i trend demografici e pensionistici della popolazione che si riflettono sulla composizione della forza lavoro, sull'età di entrata al lavoro e sull'età di quiescenza. Come è oramai noto il mix tra trend demografici e variabili economiche fanno sì che l'entrata al lavoro avviene in età avanzata e la vita lavorativa si prolunga fino alla soglia dei settanta anni. Questo significherà che le fabbriche innovative dovranno adattarsi, con l'ausilio della tecnologia e dei modelli organizzativi, al mutamento delle capacità fisiche e cognitive di una forza lavoro sempre più anziana. Alcune azioni prioritarie saranno orientate verso l'uso delle tecnologie abilitanti per mettere i lavoratori nelle condizioni di operare in modo competente ed efficiente indipendentemente dalle condizioni di età, sesso e condizioni fisiche o patologiche.

Le priorità di ricerca e innovazione individuate per **la valorizzazione delle persone nelle fabbriche** sono:

✓ **Soluzioni ICT per la valorizzazione e condivisione della conoscenza all'interno delle fabbriche**

La condivisione e la codifica della conoscenza all'interno delle fabbriche richiede da un lato lo sviluppo di modelli di rappresentazione della conoscenza e dall'altro la possibilità di condividere tra diversi addetti impegnati in diverse funzioni aziendali gli aspetti legati alla conoscenza del processo produttivo o di progettazione. Per l'effettiva valorizzazione della conoscenza non strutturata all'interno delle fabbriche è necessario sviluppare ricerche multidisciplinari che fanno riferimento sia al settore dell'ICT che a quello del *machine learning* e in cui diverse competenze dell'area, ad esempio psicologica ed ingegneristica, devono convergere in modelli a supporto della gestione della conoscenza.

✓ **Tecnologie e metodi per la fabbrica per le persone**

Tecnologie per rendere attrattivo ed accogliente il lavoro tenendo in considerazione le diverse tipologie di target e di addetti che confluiscono nell'ambiente fabbrica: giovani, anziani, persone provenienti da altri paesi e culture, ragazzi ed adolescenti che devono scegliere il proprio percorso formativo o la tipologia di impiego, ecc. Nuove soluzioni basate su strumenti ICT e sull'automazione volte a garantire luoghi di lavoro ad elevata accessibilità, usabilità, ergonomia e sicurezza in particolare per lavoratori anziani e diversamente abili. Ad esempio, interfacce adattive, intuitive e mobili, postazioni di lavoro appositamente progettata per anziani e disabili, ecc.

✓ **Nuovi materiali e nuove tecnologie per la sicurezza sul posto di lavoro**

Sviluppo e applicazione di nuovi materiali e nuove tecnologie per la sicurezza sul posto di lavoro basate sull'interazione tra l'operatore e l'ambiente di lavoro nel quale è chiamato ad operare possono essere sviluppate per migliorare la qualità del lavoro. Nuovi materiali, ad alta capacità di assorbimento di energia meccanica e termica, prodotti (sensori, abiti di lavoro) e strumenti per la sicurezza sul posto di lavoro.

✓ **Tecnologie e applicazioni di Realtà Virtuale/ Aumentata per la gestione del prodotto-processo-sistema**

La realtà aumentata permette di aggiungere alla realtà informazioni digitali fruibili potenzialmente da ogni categoria di utente. È principalmente utilizzata nel campo della visione, ma non mancano applicazioni per l'udito o la percezione tattile. Queste applicazioni hanno già trovato largo impiego in molti prodotti. Ora la sfida si sposta sullo sviluppo di applicazioni a supporto di servizi innovativi dove può essere utilmente sfruttata per fornire le informazioni di prodotto, processo e avanzamento della produzione sia all'operatore che ai responsabili di linea in maniera più naturale ed efficace.

✓ **Tecnologie e metodi per la formazione**

Tra le tecnologie ICT assume una grande importanza l'adozione della Realtà Virtuale e della Realtà Aumentata (AR/VR) quali metodologie di formazione per promuovere l'interesse dei giovani talenti per il Manufacturing e supportare la loro formazione. Anche l'utilizzo dei social media grazie all'utilizzo di APP per smartphone, tablet etc. accompagnate a metodologie innovative, può rendere disponibili funzioni di supporto all'utente, gestire la conoscenza e la formazione per classi di utenti quali i giovani e le persone anziane, tutto ciò al fine di sviluppare/ incrementare competenze nel settore manifatturiero. Inoltre possono essere sviluppate nuove metodologie da utilizzare per la formazione nel contesto manifatturiero come per esempio i serious games, teaching factories, ossia fabbriche progettate come ambiente di formazione e ricerca che possono dare origine a nuovi frame pedagogici per aumentare l'attrattività del mondo manifatturiero e l'efficacia della formazione. Inoltre, la realtà virtuale, quale espressione più avanzata della computer graphics, è ormai una tecnologia matura che può trovare applicazione in una serie di applicazioni/servizi all'interno della fabbrica. Essa può inoltre essere la base tecnologica per lo sviluppo di ambienti digitali o serious game per diverse finalità: factory layout design, monitoraggio/controllo, training, etc.



Il progetto Human di Holonix, uno spin off del politecnico di Milano, presentato al convegno IoTItaly, Cnr di Genova e I3VLab il 9 febbraio 2018 al Cnr di Genova è tarato sul miglioramento del benessere del lavoratore in fabbrica di fronte ai cambiamenti portati da industria 4.0 proprio attraverso le tecnologie abilitanti.

Il focus del progetto di Holonix che opera nel settore dell'IoT e dell'innovazione tecnologica ad ampio spettro, è sulla sostenibilità sociale connessa al miglioramento del benessere del lavoratore. In sostanza l'obiettivo è quello di migliorare le condizioni di vita e di operabilità del lavoratore in fabbrica per ridurre o azzerare la percentuale di errore, dovuti a stress, affaticamento e condizioni dello spazio di lavoro. In questo modo migliorano sia il rendimento del lavoratore che l'efficienza dell'azienda con vantaggi per tutti gli attori in gioco.

Il concetto di occupational stress è lo stress associato all'attività lavorativa dovuto a responsabilità non allineate alle competenze, attività nuove non adeguate alle competenze e conoscenze dell'operatore oppure attività fisiche impegnative o troppo pesanti per le condizioni del lavoratore (età, problemi fisici). Tra gli obiettivi della fabbrica del futuro esiste quello di rendere il luogo di lavoro più inclusivo nel senso di consentire alle persone di svolgere il proprio lavoro al meglio anche se le capacità fisiche e cognitive sono cambiate oppure, per i lavoratori appena entrati, per metterli in condizioni di apprendere prima e di inserirsi più rapidamente. Nelle fabbriche del futuro sempre più interconnesse ed integrate, dove cambieranno profondamente ruoli e meccanismi di relazione orizzontale e verticale e dove le attività svolte saranno sempre più complesse e ad elevato valore aggiunto, i lavoratori, Attraverso la tecnologia saranno molto più facilitati ad apprendere, operare e raggiungere gli obiettivi riducendo il rischio di stress correlato. Anche la sempre più stretta interrelazione tra uomini e macchine sarà meglio gestibile con un approccio intelligente che vedrà comunque sempre l'uomo al centro del sistema.

Il robot umanoide non vedrà la luce se non tra trenta o quaranta anni per cui la centralità dell'operatore umano anche nella fabbrica più avanzata e connessa sarà tale per molto. L'obiettivo quindi è quello di porre l'uomo nelle condizioni migliori per lavorare anche attraverso l'utilizzo di dispositivi wearable in grado di misurare i parametri fisiologici legati allo stress da lavoro. Questi dispositivi sono in grado di raccogliere dati che poi vengono elaborati per vedere se ci sono situazioni critiche e suggerire soluzioni per l'operatore. Se le problematiche riguardano più persone si può arrivare a ripensare l'organizzazione dei turni, il layout della produzione e modificare la relazione tra l'uomo e la macchina nel momento in cui l'automazione non è più in simbiosi con la componente umana.

Considerando alcuni vincoli di base come la non invasività, la sicurezza del lavoratore, la completezza ed accuratezza dei parametri raccolti e, ovviamente, l'accessibilità del dato raccolto, ecco un elenco di device applicabili in azienda per migliorare le condizioni di lavoro e massimizzare l'efficienza dello stesso tutelando la salute:

- Esoscheletro: si tratta di un supporto di fronte a mansioni che comportano sforzo fisico e rischio di incidenti.



- Device indossabili per monitorare costantemente le condizioni di salute della persona come lo smart watch e le termocamere:



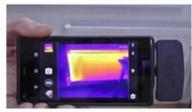
- Accelerometer
- Gyroscope
- Compass
- Barometer
- Ambient light
- IR (Infrared Sensor)
- Capacitive sensing (Multi-touch)
- Heart rate
- GNSS
- GPS
- NFC
- LTE/Wireless/Bluetooth connectivity
- 4 GB, 768 MB RAM
- Quad-core 1.1 GHz



- PurePulse® Heart Rate
- Multi-Sport Tracking & Connected GPS
- Call, Text & Calendar Alerts
- Cardio Fitness Level
- Guided Breathing Sessions
- Large OLED Screen



- Photoplethysmography sensor
- Electrodermal activity sensor
- 3-axis accelerometer
- Optical thermometer*
- Blood volume pulse, @64Hz
- Inter beat interval: time, IBI(time) pair
- Electrodermal activity @4 Hz
- XYZ raw acceleration @32Hz
- Skin temperature @4Hz*



- Identify heat loss, energy inefficiency, and water leaks
- Measure the temperature of invisible heat sources
- See at night to observe wildlife or other warm objects
- Capture and share thermal images and videos
- Blends thermal and visible spectrum for more detail and enhanced resolution

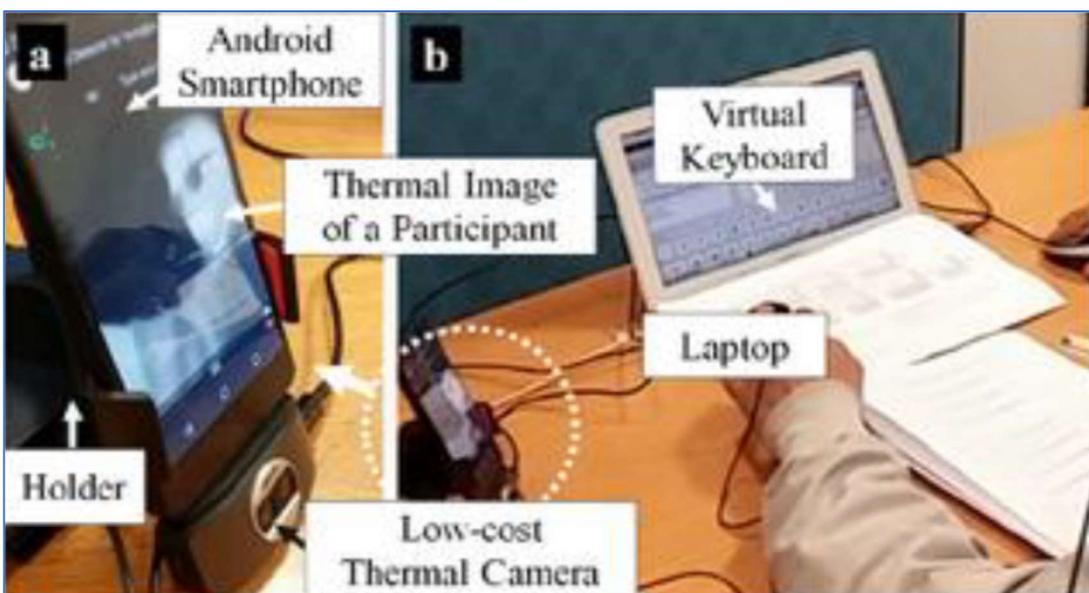


- 206 x 156 Thermal Sensor
- 36° Field of View
- < 9 Hz Frame Rate
- 1,000 ft. Detection Distance
- Focusable Lens
- -40F° to 626°F Detection
- Waterproof Case Included
- Photos & Videos
- Spot Temperature
- High-Low Temperature
- Threshold Mode
- 9 Color Palettes
- Auto Mode Only
- Auto Emissivity



- Accurate temperature measurement
- Manual and auto temperature scales
- Video and sound recording
- Full thermographic data export
- Professional PC analysis and reporting Software
- Digital zoom
- Line, Spot, High/Low, Area Temperature Measurements
- Customized text and video annotations

Alcune soluzioni sono ancora in fase di sperimentazione:



- Thermal camera (temperatura narici)
- Movimenti oculari
- Frequenza cardiaca
- frequenza/pattern respiratorio

Stress cognitivo



Stress fisico

- Frequenza cardiaca
- Pressione arteriosa
- Temperatura della pelle
- Conduzione della pelle

5. INDUSTRIA 4.0 E MANIFATTURA AD ALTO VALORE AGGIUNTO UMANO

5.1 Il caso Cucinelli

L'esperimento che sta portando avanti l'azienda umbra Brunello Cucinelli S.p.a. è proprio fondato sul concetto di centralità dell'uomo nel processo di innovazione dell'impresa. La premessa necessaria al ragionamento sulla Cucinelli è che siamo di fronte ad uno di quei possibili "casi limite" su cui il paradigma di Industria 4.0 potrebbe incontrare problemi di applicazione. Siamo di fronte cioè non ad una semplice azienda del settore tessile abbigliamento ma ad uno dei brand più importanti del fashion system italiano. Un marchio conosciuto in tutto il mondo e diffuso, anche attraverso punti vendita monomarca, nelle principali città del pianeta. L'azienda si è posta l'obiettivo di introdurre Industria 4.0 in una struttura produttiva e in una filiera dove è fondamentale la componente artigianale e centrale la figura umana come artifex del prodotto. Non solo ma l'obiettivo dell'imprenditore che sin da subito ha manifestato un elevatissimo commitment nel progetto, era anche quello di sviluppare ed integrare la complessa ed articolata filiera della subfornitura che comprende 357 aziende delle più svariate dimensioni e specializzazioni. Il tutto legato ad una vision di progetto con un'alta matrice culturale che si riassume nello slogan "Manifesto della fabbrica contemporanea con al centro l'essere umano". L'obiettivo è porre al centro dell'impresa l'uomo attraverso le tecnologie che devono avere il compito rivoluzionario di liberare la creatività umana facilitandone l'espressione piena, quindi svolgendo in maniera rapida e facile quelle funzioni che, normalmente, potrebbero rubare tempo utile all'uomo per espletare appieno le sue capacità creative. In sintesi si potrebbe affermare che la tecnologia "aumenta" l'ingegno umano che è indispensabile nella produzione di manufatti ad altissimo valore aggiunto e in cui un'introduzione non armonica delle innovazioni tecnologiche rischierebbe di danneggiare la componente umana. Per questo la scelta è stata quella di introdurre le tecnologie abilitanti di Industria 4.0 in modo importante ma non invasivo, Cucinelli stesso ha usato l'aggettivo "garbato". Quindi il progetto prevede che l'innovazione tocchi i processi di progettazione, produzione, controllo di qualità, logistica e distribuzione con modalità dirette verso l'obiettivo di sgravare le persone da perdite di tempo e migliorare il controllo della produzione e i livelli di qualità. Il tempo guadagnato diventa risorsa da dedicare alle attività a più alto indice di creatività.

SINTESI DEL PROGETTO FABBRICA CONTEMPORANEA

Tecnicamente il progetto ha coinvolto la capofila Brunello Cucinelli S.p.a., uno dei partner principali, Max Vannucci S.r.l. e la software house ST Technology. La Cucinelli ha avuto il ruolo di progettazione e sviluppo degli aspetti più innovativi delle tecnologie digitali implementate, la società Max Vannucci ha avuto il ruolo di anello industriale in cui declinare alcuni aspetti delle tecnologie sviluppate, con il ruolo aggiuntivo di sviluppare, in collaborazione con l'azienda Software Technology, il prototipo di un sistema MES (**Manufacturing Execution System**) adeguato alla propria realtà produttiva e integrato con il sistema Cucinelli dal punto di vista di gestione degli ordini e della continuità del flusso dati.

L'insieme degli interventi tecnologici a supporto del complesso di progetto, ha comportato anche lo sviluppo di un software in grado di gestire dati provenienti dai processi di digitalizzazione dei bozzetti e integrazione nel sistema PLM (Product Lifecycle Management) ed in correlazione alle fasi a monte ed a valle dello sviluppo della collezione che ha portato alla realizzazione di dimostratori tecnologici. Sul fronte degli operatori sono state definite strategie innovative di tracciabilità, di visual inspection per il controllo qualità, di controllo integrato di tutta la filiera nelle fasi produttive con sistemi di digital asset management, che consentiranno, a regime, l'affrancamento da mansioni a basso valore, verso un impiego valorizzante delle qualità creative e umane in tutte le fasi della creazione della collezione e produzione.

Il progetto e le tecnologie sono stati adattati alla numerosità e complessità della filiera dei fornitori di Cucinelli che ammonta 357 aziende con dimensioni e caratteristiche molto diverse tra loro pensando ad una ricaduta specifica potenziale sui soggetti della filiera, contribuendo alla crescita della 'manifattura umbra' e nazionale.

Oltre allo studio dei 357 fornitori sono state sviluppate piattaforme di condivisione e dibattito che rappresentano un laboratorio permanente ove la filiera e i fornitori saranno monitorati consensualmente nel loro evolversi, permettendo un'indagine longitudinale e permanente sugli impatti delle tecnologie digitali nella filiera.

Presupposto concettuale alla base di tutto il programma di ricerca è stato quello della *"Digital Augmented Economy"*. Questo concetto definisce l'impiego di tecnologie digitali innovative in ambiti di business tradizionali e comunque dove la catena del valore non è sostenuta dalle tecnologie informatiche. Ad esempio, si pensi all'artigianato del mobile, le filiere alimentari dei prodotti di pregio, il settore della moda di lusso basata su contenuti artigianali o di alta qualità intrinseca come nel caso di specie di Cucinelli. In tutti questi casi il ruolo delle tecnologie digitali è quello di sostenere ed aumentare il valore generato senza danneggiare il sistema di valori e i processi che hanno contribuito a creare il valore (tipicamente premium) percepito dai clienti. Nella filosofia complessiva alla base del progetto complesso si parte dall'assunto base che la componente umana è centrale nella definizione, progettazione e lavorazione del prodotto finito e ne determina il valore aggiunto e il premium price. Grandissima importanza assume anche il luogo di produzione, la filosofia di gestione delle risorse umane e il territorio dove producono i fornitori per determinare la qualità del prodotto ed il successo dell'azienda. Nel prodotto finito, al di là della materia prima, è incorporato il *genius loci* fatto di professionalità tramandate a livello familiare, di una filiera di fornitura fatta di imprese micro, spesso a struttura familiare che lavorano in casa integrando l'economia domestica ed i tempi del vivere quotidiano con la lavorazione dei prodotti. La tecnologia ha una presenza anche essenziale ma mai preponderante perché sono fondamentali i rapporti umani, i ritmi di vita e di lavoro ben scanditi e distinti. Alla Cucinelli il territorio con la sua storia, il suo retaggio di conoscenza, arte, cultura e buon vivere sono componenti essenziali del successo mondiale di un'azienda tenacemente e fortissimamente locale.

Le innovazioni principali introdotte a livello tecnologico:

- L'integrazione delle tecnologie sviluppate è abilitata dal prototipo di SUPPLY CHAIN PLATFORM che è lo strato di integrazione che integra, in forma complessa, tutti gli interventi del progetto Fabbrica Contemporanea;
- sono stati elaborati metodi per la digitalizzazione dei bozzetti, che poi hanno abilitato la piattaforma di Supply Chain per l'impiego dei bozzetti digitali alla variazione delle forme e di alcune caratteristiche, per poi poter passare le informazioni al PLM;
- sono stati sviluppati software per il trattamento di bozzetti, e un algoritmo, basato su modelli ad apprendimento, utilizzabile sia nelle fasi iniziali di design e sviluppo dei capi, sia successivamente per la catalogazione e la classificazione dei capi. È stata quindi integrata, con un'interfaccia dedicata, l'interazione tra il bozzetto e la sua forma digitale. Tale interfaccia è dotata di temporizzazioni sincronizzate che determinano le priorità di accesso ai dati e di modifica. Tale sezione del progetto risulta particolarmente innovativa in quanto la digitalizzazione è concepita in modo da poter realizzare il bozzetto da supporto digitale, quale un iPad, o su carta 'digitale', mediante ad esempio Moleskine che riporta l'immagine digitale sulla piattaforma, o da fotocamera, e che può caricare le immagini da uno schizzo;
- Sono stati studiati metodi per la associazione di tag embedded, con lo studio e la realizzazione di un tag a filo associato all'etichetta tecnica cucita nei capi e definito come tag solidale. Tale filo è stato sottoposto a test mediante l'ausilio del personale interno che ne ha verificato la resistenza e compatibilità. Sono stati fatti test con t-shirt, abiti, maglie, identificando le tipologie di prodotto in cui il filo potrebbe essere impiegato. Sono stati svolti molteplici test sul tag a filo anche impiegando metodologie avanzate come i raggi X, per verificare le risposte alle sollecitazioni termiche e meccaniche.

La Supply Chain Platform integra strumenti innovativi per la presentazione in ottica B2B/B2C, pensati nell'ottica del mercato americano, che rappresenta attualmente circa il 40% del fatturato del gruppo. Il layout degli strumenti applicativi è stato quindi improntato alla ricezione delle specifiche del mercato americano. Tali strumenti permettono ai clienti la visualizzazione delle varianti di tessuto e di prodotto, mediante rendering interattivi del capo a video. Nello sviluppo di tali applicativi sono stati intensamente coinvolti gli addetti agli uffici stile, modelleria, distinta base e campionario per la definizione dei requisiti da cui partire per lo sviluppo.

Dal punto di vista delle applicazioni realizzate, un importante ruolo è rivestito dalla digitalizzazione dei processi di movimentazione dei capi. Grazie all'impiego di tecnologie RFID, a valle della conclusione del progetto, saranno ridotti i picchi di impegno delle persone in base a rientro/spedizione/operazioni interne al magazzino. Se prima si andava a verificare il capo, si apre oggi la possibilità di una lettura massiva dei capi con varchi e postazioni di lettura dei tag RFID applicati ai capi. Tale innovazione logistica permette agli addetti un consistente risparmio di tempo dedicato ad attività ripetitive a scarso valore.

La Supply Chain Platform si interfaccia con il PLM nei termini realizzativi della realizzazione della scheda tecnica dei prodotti. La scheda tecnica può nascere in ambito PLM o essere acquisita da scambio dati tra PLM e "digitalizzazione dei bozzetti" che fornisce le idee innovative.

L'interfaccia del PLM con la Supply Chain Platform costituisce un elemento caratterizzante il progetto Fabbrica Contemporanea in quanto integra funzioni complesse in un ecosistema di tecnologie digitali abilitanti in grado di interconnettersi con la filiera produttiva.

5.2 Il Settore Calzaturiero

Anche nel settore calzaturiero il paradigma di fabbrica intelligente può portare degli effetti positivi pur essendo, come nel caso di Cucinelli, un settore produttivo dove il ruolo dell'operatore umano ha una rilevanza enorme in termini di creatività, design e manualità, oltre naturalmente alla qualità dei materiali impiegati.

Altro fattore di grande rilevanza da considerare è che il settore calzaturiero è un sistema produttivo su base distrettuale con elevata specializzazione delle diverse fasi del processo produttivo e localizzazione geografica ben definita. Un campo ideale dove testare le potenzialità di Industria 4.0 in rapporto alle peculiarità del sistema distrettuale italiano che unisce artigianalità, innovazione ed elevata capacità di penetrazione sui mercati esteri, che costituisce un unicum a livello internazionale.

All'interno dei distretti operano diverse tipologie di imprese, da quelle che hanno conservato e privilegiato il ruolo di fornitore specializzato nell'ambito della catena di produzione del valore, in un rapporto commerciale business to business, a quelle che si sono orientate verso un'estensione del proprio ruolo fino alla produzione per il consumo con un marchio proprio.

La prospettiva di applicazione delle tecnologie 4.0 ad un settore manual intensive si configura nei termini sopra descritti per il caso Cucinelli. Non si tratta, e ci mancherebbe altro, di tradire o abbandonare la tradizione alto-artigianale italiana ma di passare da processi produttivi caratterizzati appunto da una logica manual intensive a processi produttivi in grado di "liberare" il talento creativo, lo stile e il saper fare dai vincoli della ripetitività e delle inefficienze derivanti da un uso improprio del tempo. Il tempo e la capacità vengono "concentrati" nelle attività ad alto valore aggiunto, creazione, design, progetto e capacità di interfacciarsi con le macchine che consentono oramai di svolgere operazioni delicatissime con standard di precisione altrimenti improponibili.

Si tratta di un processo di integrazione tra tecnologia e creatività che mira ad esaltare le prerogative dell'uomo che la macchina non può avere ma la macchina ha quelle capacità di rendere la produzione più flessibile e customizzata mantenendo la qualità del prodotto che è un requisito irrinunciabile del made in Italy. Una spinta consistente all'acquisizione di tecnologie 4.0 è venuta dai mercati internazionali dove il settore calzaturiero, leader mondiale, ha cominciato a fare i conti con l'emergere ed il crescere di produttori come la Cina, l'India, il Brasile e il Vietnam che, oltre ad aver modificato la geografia del settore, hanno cambiato i parametri della competitività per i paesi di più antica industrializzazione che non possono più competere sul prezzo. Ovviamente il mix di fattori competitivi per le calzature italiane, oltre che sul prezzo, si basa su altri elementi come il design, la riconoscibilità del marchio e, sempre di più in questi ultimi tempi, la qualità e la sostenibilità dei materiali unitamente al patrimonio di esperienze e competenze sviluppate e diffuse sul territorio dei distretti produttivi. In questo senso l'intervento delle tecnologie 4.0 deve contribuire a consolidare le posizioni di leadership sul mercato attraverso il miglioramento dei vantaggi competitivi classici del prodotto italiano rendendo più efficienti i processi produttivi ed esaltando il contributo delle competenze umane.

Le quattro dimensioni chiave su cui innestare il processo di consolidamento competitivo sono l'innovazione di prodotto e customizzazione, l'ottimizzazione di processo, la sostenibilità e la valorizzazione delle competenze. La capacità di personalizzazione e di adattamento alle esigenze del cliente richiedono, per essere efficienti ed economicamente sostenibili, l'impiego di tecnologie specifiche di produzione ed un'organizzazione della produzione legata all'utilizzo dei software e dei macchinari 4.0. Le tecnologie sviluppate infatti consentono di sviluppare i prototipi dei nuovi modelli interamente attraverso strumenti digitali. La progettazione modulare consente di generare modelli composti da più componenti standard presi da un archivio digitale. Oggi la progettazione viene realizzata al computer sia in formato 3D che 2D, facilitando la realizzazione delle componenti della scarpa (tacchi, soles tomaia). Attraverso la tecnologia CAM2 è possibile scansionare i prototipi e gli oggetti materiali e riprodurli in scala tridimensionale al computer. L'integrazione delle tecnologie CAD e CAM facilita notevolmente sia la precisione di realizzazione che la personalizzazione del prodotto secondo le esigenze del cliente. Se a ciò si aggiunge la possibilità di scansionare tridimensionalmente il piede del cliente si può immaginare lo sviluppo di una calzatura

ergonomica su misura e personalizzata. La nuova apparecchiatura di HP, FitStation by HP, è in grado di **acquisire scansioni 3D del piede**, effettuare misurazioni della pressione plantare, analisi dell'andatura e dati volumetrici 3D per creare un **profilo digitale** di ciascun piede. Si tratta della prima **soluzione end-to-end** al mondo che offre raccomandazioni ad hoc per scarpe e solette pronte da indossare, solette stampate in 3D e calzature personalizzate su misura.

La progettazione integrata e modulare (CAD e CAM2)* favorisce l'ottimizzazione dei processi lungo tutta la filiera produttiva. L'estensione dell'utilizzo di questi software favorisce la diffusione di linguaggi di progettazione comuni tra le imprese e nella trasmissione delle informazioni tecnico-stilistiche. Ciò ha risvolti positivi sia nell'armonizzazione delle componenti interne (progettazione, produzione, commercializzazione, logistica), sia nel favorire i processi di networking tra le imprese per lo scambio dei modelli e per la co-progettazione a distanza. Benefici notevoli si realizzano anche nel controllo di qualità perché le tecnologie IoT e i robot consentono di monitorare l'intero processo produttivo, estendendo i controlli all'intera fase della produzione e non più solo ex post, con notevole recupero di tempi morti e aumentando la capacità competitiva delle imprese. Industria 4.0 rimette in primo piano anche la logistica come elemento chiave dell'ottimizzazione dei processi, con la possibilità di recuperare efficienza e valore nella gestione razionale e sistemica dei fornitori (materie prime e semilavorati) e del magazzino in una visione completa ed integrata dell'insieme della supply chain. La terza dimensione dell'influenza di Industria 4.0 nel settore calzaturiero riguarda la sostenibilità perché le lavorazioni legate alle scarpe hanno un impatto sull'ambiente importante. I materiali usati come pelli, cuoio, tessuti sintetici, collanti, gomme, solventi di lavorazioni che sono solo in parte riciclabili e sono di fatto materiali inquinanti. L'intero settore da almeno dieci anni si sta riconvertendo verso la sostenibilità, in connessione con l'ottimizzazione del processo e la customizzazione del prodotto, sostituendo nei processi le sostanze più pericolose e modificando i processi produttivi in modo da produrre con più efficienza e meno sprechi e aggiungendo, nella strategia di marketing, al design ed alla qualità dei materiali anche la compatibilità con l'ambiente.

*in ingegneria, l'espressione **CAD/CAM** si riferisce all'impiego congiunto e integrato di sistemi software per la progettazione assistita da computer (Computer-Aided Design, **CAD**) e fabbricazione assistita dal computer (Computer-Aided Manufacturing, **CAM**).

CONCLUSIONI

«Si fa presto a dire quattropuntozero... ma poi bisogna entrarci, capire da dentro quel che significa, i passi da fare, le soluzioni adottate, misurarsi con una tecnologia che non sempre risolve tutto». A mio avviso non poteva esserci riflessione migliore per trarre un minimo di conclusioni ad un lavoro di per sé, e inevitabilmente, parziale e non esaustivo di una tematica talmente vasta e complessa. Tuttavia in questo pensiero di **Alessandro Marini**, direttore del cluster Fabbrica Intelligente, è raccolta un po' tutta la questione dell'introduzione del paradigma di Industria 4.0 nel sistema produttivo italiano. E in questo senso non si può non partire dalla "vexata quaestio" del peso e dell'importanza che avranno le macchine intelligenti e l'intelligenza artificiale rispetto a quello dell'uomo. In questo dilemma stanno molte delle problematiche legate all'introduzione in Italia di questo modello la cui prima definizione è stata usata per la prima volta alla Fiera di Hannover nel 2011 in Germania. Il Piano Calenda del 2016 ha dato il via in Italia ad una intensa attività di diffusione culturale e di disseminazione concettuale del nuovo paradigma che ha coinvolto associazioni di categoria, enti pubblici, centri studi ed ha portato risultati importanti in termini sia di investimenti materiali (sostenuti da consistenti incentivi fiscali statali) che di presa di coscienza concettuale da parte delle imprese sulla necessità di cambiare paradigma produttivo e organizzativo e di acquisire una nuova mentalità per poter affrontare le sfide globali del domani. Nel nostro paese la sfida è molto più complessa a causa del sistema produttivo molto peculiare fatto di piccole e medie imprese ma anche di player globali, di sistemi produttivi locali e di distretti industriali, dove esiste la seconda manifattura europea (dopo la Germania) ma anche l'industria della moda, l'agroindustria il turismo come componenti centrali della formazione del PIL dove la componente "umana" è parte fondamentale del valore aggiunto creato. Una struttura produttiva variegata e complessa che richiede e richiederà quindi una modalità di applicazione specifica del nuovo paradigma produttivo da adattare con attenzione ai singoli casi. Un'applicazione customizzata secondo le esigenze e le caratteristiche del "cliente" come il caso Cucinelli insegna.

Quindi ci saranno macchine interconnesse che agiscono autonomamente gestendo lavorazioni specifiche ma non ci potrà mai essere una sostituzione totale delle macchine agli uomini, saranno sempre gli uomini che insegneranno alle macchine, le quali tuttavia acquisiranno importanti capacità di apprendimento (machine learning) per gestire situazioni specifiche, sulla base dell'elaborazione della massa enorme di informazioni dei big data. Un ruolo aumentato delle macchine che però, come abbiamo visto, saranno gestite da "operai aumentati" nelle competenze tecniche e gestionali del processo produttivo che agiranno in stretta interrelazione (team) con ingegneri e tecnologi specificamente deputati a dare le istruzioni alle macchine. Mai sarà superato il confine posto da Asimov con le leggi sulla robotica

L'impatto del nuovo paradigma sarà comunque enorme. La tecnologia IoT comporterà che **miliardi di macchine**, attraverso sensori intelligenti in grado di leggere vibrazioni, temperature, umidità) comunicheranno tra loro e con chi le ha prodotte, potranno prevedere e anticipare problemi evitando stop e rotture, riconosceranno i materiali, registreranno anomalie e le correggeranno (predictive maintenance). I sistemi automatizzati avranno la capacità di automigliorarsi con i dati acquisiti (machine learning system e deep learning). L'analisi di quantità enormi di dati (Big Data) rivoluzionerà le politiche di marketing delle aziende aumentando la possibilità e la necessità di customizzare le produzioni attraverso la rete e gli ordini in rete. La flessibilità di produzione sarà un aspetto determinante delle nuove filosofie produttive di Industria 4.0 e consentirà di accontentare le richieste anche di piccoli lotti attraverso la flessibilità produttiva e organizzativa.

Altro obiettivo fondamentale è la contrazione del "time to market" dal 20 al 50% con un abbattimento dei costi dal 10 al 20%. Ad esempio la Alstom di Savigliano impiega oggi 13 mesi dalla firma del contratto per la consegna di un treno funzionante con la logica dell'integrazione funzionale di sistema attuata attraverso una modifica radicale del trasferimento di informazioni. Prima il processo dall'engineering al manufacturing avveniva con disegni elaborati dagli uffici tecnici ed elaborati da personale con elevati skills, operai e tecnici

iperqualificati. Oggi, attraverso il digitale, le informazioni vengono trasferite in modo immediatamente fruibile anche con livelli di competenze non specifiche nell'unità produttiva (workstation). Le informazioni circolano sui device (tablet o monitor touch screen, dove è riprodotto il treno con un disegno in 3 D con accanto tutte le informazioni utili ad effettuare le operazioni.

Nella smart factory in sostanza viene creata una catena linguistica in cui le informazioni non vengono tradotte più solo dai lavoratori ma anche dalle macchine che lavorano in stretta interrelazione e scambio con i lavoratori.

Il contraltare di questa complessa ma affascinante rivoluzione è la questione seria ma cruciale della cybersecurity. L'enorme massa di informazioni incorporate a livello di sistema di gestione aziendale e all'interno dei prodotti pone l'impresa di fronte all'emergenza della sicurezza contro possibili fughe di informazioni e attacchi di hacker alla ricerca di preziosi dati da vendere sul mercato. Per questo si sono allo studio sistemi di sicurezza e protezione dei dati e delle informazioni prodotte anche perché questo problema, soprattutto in Italia, sta un po' rallentando alcuni imprenditori nella scelta del nuovo paradigma di gestione. L'industria smart e flessibile è caratterizzata anche da altri due aspetti di notevole importanza che in qualche modo legano la rivoluzione 4.0 al territorio e all'ambiente. Il primo è che l'aumentata incidenza delle macchine e l'evoluzione del ruolo degli operai garantisce meno peso al costo del lavoro sui conti aziendali determinando il fenomeno del "reshoring" ossia il ritorno della produzione nei territori da cui, almeno in parte, si era distaccata verso le delocalizzazioni. Fabbrica, territorio, professionalità elevata riprendono vigore paradossalmente per merito della rivoluzione digitale. Altra questione cruciale è l'avanzata *disruptive* della rivoluzione dell'economia circolare per la quale la produzione smart sarà anche rispettosa dell'ambiente e risparmiatrice di energia.

In ogni caso, nonostante la pervasività e la notorietà assunta dai concetti di "fabbrica intelligente" e "industria 4.0", non si può parlare di un modello compiuto come lo fu il taylorismo. Ovviamente non è mai esistita una fabbrica poco intelligente e le definizioni che vanno per la maggiore spesso si diluiscono in un ventaglio di significati che si concentrano su un aumento della digitalizzazione, che di per sé stesso è in linea con quello che accade nella società, e su un'attenzione per la codificazione di nuovi paradigmi organizzativi legati all'introduzione di nuove tecnologie. Ma anche questo è di fatto sempre avvenuto nell'evoluzione dei modelli industriali in cui le grandi transizioni non si alternano seccamente ma si compenetrano. Il modello Toyota mantiene elementi peculiari del Taylorismo (parcellizzazione delle mansioni) ma introduce elementi nuovi di coinvolgimento dell'operaio nel processo di produzione e nel risultato finale ossia il prodotto. Da qui l'introduzione del problem solving, del miglioramento continuo, produzione snella, il just in time, l'organizzazione piatta. L'Italia poi ha sviluppato un modello peculiare di sistema produttivo, quello distrettuale, che è il contraltare del taylorismo, in quanto aggrega, in modo orizzontale, fasi produttive svolte da singole imprese artigianali con competenze peculiari sviluppate in territori specifici

Quello che sembra vero al momento è che industria 4.0 sia un consistente processo evolutivo, un complesso insieme di soluzioni tecniche e organizzative concentrate in un universo, anche ampio, di imprese, ma non generalizzabile e valido nell'intero mondo produttivo. Dai riscontri delle indagini e delle analisi del fenomeno emerge che sono proprio le peculiarità del sistema produttivo italiano fin qui effettuate a sconsigliarne una lettura unitaria e univoca. E qui è giusto porre l'attenzione su due questioni peculiari ma fondamentali per il sistema produttivo italiano:

- **Questione merceologica:** Ciascun settore produttivo è un mondo a sé con caratteristiche produttive peculiari e specifiche, in particolare l'alto artigianato e le produzioni legate al sistema moda e al tessile-abbigliamento.
- **Questione geografica:** le catene di fornitura sono articolate e globali e quindi non può essere scontata un'uniforme diffusione dei paradigmi produttivi, soprattutto in determinati settori e in determinati paesi

A questo proposito infatti occorre sottolineare che una parte consistente del lavoro nelle moderne imprese integrate, si svolge al di fuori delle aziende capofila, per questo la semplice osservazione delle trasformazioni di industria 4.0 a queste sole imprese potrebbe dare una prospettiva parziale delle trasformazioni

organizzative e strutturale introdotte dal nuovo paradigma 4.0. In Italia c'è la compresenza, nella stessa filiera, di imprese ben inserite nei percorsi dell'innovazione e imprese relativamente o poco innovative ma con alta professionalità specifica (tessile, calzaturiero, legno-arredo). In questo caso, come abbiamo visto, l'applicazione "garbata" delle nuove tecnologie 4.0 serve ad integrare ed amalgamare imprese con caratteristiche e strutture differenti secondo nuovi modelli organizzativi in grado di esaltare le singole peculiarità senza snaturarle. E' anche giusto sottolineare come un'importante componente di "artigianalità" risulti ancora indispensabile anche all'interno di cicli produttivi smart come nel controllo qualità nel settore delle auto di lusso che si svolge ancora rigorosamente con l'occhio umano, nella prototipazione e nella manutenzione degli impianti.

E qui che è opportuno collocare alcune riflessioni finali sul rapporto tra Industria 4.0 e uomini, sia in termini di soluzioni avanzate per favorire e migliorare il lavoro in fabbrica sia, soprattutto per delineare caratteristiche e criticità dell'impatto del nuovo paradigma sui lavoratori. Come si è cercato di spiegare nel presente documento, Industria 4.0 rappresenterà per i lavoratori una duplice opportunità ma anche un rischio concreto. Un'opportunità chiara che emerge è quella del nuovo ruolo di "blue collar aumentato" che avrà il nuovo operaio 4.0. Un soggetto con istruzione tecnica superiore in grado di operare in un processo di dialogo "biunivoco" sia con i tecnici che con le macchine in una logica di lavoro in team con un "linguaggio" di dialogo condiviso a livello aziendale tra uomini e macchine. Scompare definitivamente qualsiasi traccia di "aristocrazia operaia" dotata di competenza assoluta e peculiare sui singoli processi e prevale la capacità "sistemica" di gestione dei processi con possibilità ed autonomia di controllo e intervento attivo. La seconda opportunità riguarda le possibilità offerte ai lavoratori 4.0 di operare sempre con maggiore sicurezza e comodità in modo da poter sempre esprimere al massimo le proprie capacità e possibilità assicurando all'azienda rendimento e risultati. Inoltre, tenuto conto dell'evoluzione della curva demografica e la crescita vertiginosa dell'età media dei lavoratori, l'introduzione di dispositivi di aiuto e supporto alle mansioni pesanti (esoscheletro) o di controllo dell'attenzione (sensori visivi) sono parte di un processo di revisione delle procedure interne aziendali teso a migliorare le condizioni di lavoro. Così come l'attenzione sempre più marcata al design dei nuovi stabilimenti con la cura delle condizioni climatiche interne, l'uso di efficientamento energetico, recupero degli sprechi e riutilizzo delle materie prime seconde è testimonianza di una sensibilità che sta prendendo piede nel mondo imprenditoriale sull'onda della sempre più marcata attenzione ai temi ambientali che sta montando sempre di più e diventerà elemento centrale delle decisioni di acquisto delle persone come lo è già nella valutazione in Borsa delle imprese.

La vera sfida che attende il nostro Paese nell'implementazione di industria 4.0 e che rappresenta il grande rischio dell'applicazione del nuovo modello di gestione è rappresentato dal rischio connesso con l'introduzione massiccia dell'automazione in azienda e non tanto per gli effetti della dicotomia macchina versus uomo di luddiana memoria. Quanto per saper governare la transizione da operaio a lavoratore 4.0. E la discriminante è costituita da una parola semplice ma pesante, formazione.

Il grande problema è che il disassamento tra istruzione e mondo del lavoro era ed è già forte in un contesto 3.0. Negli istituti tecnici e professionali vengono progressivamente ridotte le ore di laboratorio, attrezzaggio e officina tanto che gli imprenditori lamentano la carenza dei requisiti minimi di base per operare sulle macchine utensili. Il livello di competenze richieste in ambiente 4.0 è ancora superiore perché bisogna saper operare in dialogo diretto con le macchine con "conoscenza e proprietà di linguaggio". Non solo ma nella fabbrica del futuro dovranno adattarsi ad una velocità di cambiamento aumentata del mondo del lavoro ed avere una flessibilità operativa e mentale molto superiori. Oltre alla capacità di interagire maggiormente con il team e con le macchine. Multiformalità e polivalenza rappresenteranno le skill del futuro.

Come preparare le nuove generazioni e riqualificare le esistenti? È una sfida veramente titanica che richiederebbe un grande disegno strategico di politiche industriali e del lavoro ad oggi difficilmente concepibile ma estremamente necessario per consentire al sistema produttivo italiano di competere nei prossimi anni. Occorre una visione chiara e decisa del futuro per poter operare scelte difficili ed impegnative, visto il punto arretrato da cui si parte. Non si tratterà quindi solo di un aggiornamento delle tecniche e dei programmi ma di una riprogettazione profonda del sistema formativo sia pubblico che privato. D'altronde le imprese stesse non hanno mai investito molto (tranne rare eccezioni) nella formazione di livello medio-alto,

preferendo forza lavoro già formata. Se parliamo di piccole e medie imprese l'attenzione al sistema educativo nazionale non è mai stata troppo forte prediligendo la formazione professionale, di fatto poco più di un addestramento al lavoro e l'apprendistato visto però come opportunità di inserimento flessibile e a basso costo. L'alta abilità tecnica della forza lavoro della seconda manifattura europea è sempre dipesa dalla grande esperienza sul campo, ora alcune interessanti esperienze come la formazione post diploma (IFTS) sta rappresentando, se guardiamo anche alla nostra regione, una novità positiva e apprezzata dagli imprenditori. Comunque senza investimenti massicci nel sistema della formazione la trasformazione dell'industria secondo il paradigma 4.0 sarà molto difficile.