Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

SMeART
Making Europe's SMEs Smart

WP3

Modello e linee guida SMeART per la cooperazione tra Università e imprese

Modello e Linee Guida SMeART per la cooperazione tra Università e Imprese

2019

Fachhochschule des Mittelstands (FHM)
Ravensberger Straße 10F
33602 Bielefeld, Germania

www.fh-mittelstand.de

REVISIONE

Manfred Leisenberg, Ellena Werning, Michael Negri
(Fachhochschule des Mittelstands, Germania)

Sandra Verweij, José Laan
(Parbleu, Paesi Bassi)

Gianluca Rossi, Debora Ercoli
(TUCEP – Tiber Umbria Comett Education Programme, Italia)

Philippe Saey
(KU Leuven, Belgio)

Martin Westbomke
(Institut für Integrierte Produktion Hannover, Germania)

Joseba Sainz de Baranda
(Federación Vizcaína de Empresas del Metal, Spagna)

Simona Rataj, Dana Maurovič Anžur
(Camera di Commercio e Industria della Slovenia)

DICHIARAZIONE DI RESPONSABILITA’

Questo manuale è stato creato nell'ambito del progetto KNOWLEDGE ALLIANCE FOR UPSKILLING EUROPE'S SMEs TO MEET THE CHALLENGES OF SMART ENGINEERING (SMeART) finanziato dalla Commissione Europea.

Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

Il sostegno della Commissione Europea per la produzione di questa pubblicazione non costituisce un'approvazione del contenuto che riflette solo le opinioni degli autori, e la Commissione non può essere ritenuta responsabile per l'uso che può essere fatto delle informazioni in essa contenute.

Tabella dei Contenuti

1. Elenco delle abbreviazioni 10
2. Introduzione 10
  2.1. Premessa 10
  2.2. Stato dell'arte 10
    2.2.1. Punto di partenza a livello scientifico 10
    2.2.2. Argomenti tecnici e termini importanti 13
      2.2.2.1. Smart Engineering 13
      2.2.2.2. Sistemi Ciberfisici 13
      2.2.2.3. Industria 4.0 13
      2.2.2.4. Internet of Things (IoT) 15
      2.2.2.5. Altri termini importanti 17
    2.2.3. La situazione attuale per le PMI non ancora Smart 19
      2.2.3.1. Un campanello d'allarme per le PMI 19
      2.2.3.2. Sfide Speciali per le PMI 21
  2.4. Concetti per il raggiungimento degli obiettivi 24
    2.4.1. Ciclo di vita del prodotto SMeART 24
    2.4.2. Modello di Coaching e Collaborazione SMeART 24
3. Produzione 26
  3.1. Introduzione 26
  3.2. Sfide attuali lungo il ciclo di vita del prodotto 27
  3.3. Definizione di Industria 4.0 28
  3.4.Teoria e pratica della produzione nell'industria 4.0 31
  3.5. Come l'Industria 4.0 e la Smart Engineering stanno cambiando il ciclo di vita del prodotto 40
  3.6.Applicazioni dell'Industria 4.0 nel corso del ciclo di vita del prodotto 41
    3.6.1. Esempi di Prodotti Smart 46
    3.6.2. Il framework strategico 48
    3.6.3. Il Toolbox SMeART 51
      3.6.3.1. Avvio 51
      3.6.3.2. Maturità 52
      3.6.3.3. Combinando la fase 1, 2 e 3: Potenzialità 54
      3.6.3.4. Risorse 55
      3.6.3.5. Gestione del Cambiamento 55
      3.6.3.6. Implementazione 56
4. Opportunità di Business 57
  4.1. Introduzione e obiettivi di questo capitolo 57
  4.2. Esigenze del Mercato 57

4.2.1. Esigenze del Consumatore 58
4.2.2. Approfondimenti sui consumatori 60
4.2.3. Raccogliere le opinioni dei consumatori 60
4.3. Opportunità di SMART Business 61
4.3.1. Prodotti Smart 62
4.3.2. Creare valore basandosi sui Big Data 63
4.3.3. Servizi Smart (servitization) 64
4.3.4. Contribuire alle problematiche sociali e ambientali con soluzioni tecniche intelligenti 66
4.3.5. Modelli di reddito smart 67
4.4 Innovazione SMART di prodotti, processi e servizi 68
4.4.1. Sviluppare un portfolio di innovazione smart 68
4.4.2. Gestione dell'Innovazione 70
4.4.3. Sviluppare un prodotto o servizio innovativo 73
4.4.3.1. Concetti di identificazione di problemi/opportunità 73
Comprendere il cliente 76
Metodologie basate sull'empatia 76
4.4.3.2. Ridefinizione del Problema 76
4.4.3.3. Ideazione 76
4.4.3.4. Pretotipazione/prototipazione 77
4.5. SMART Marketing 79
4.5.1. Lo sviluppo del Marketing 4.0 79
4.5.2. Definizione di Marketing 4.0 80
4.5.3. Consequenze del Marketing 4.0 80
4.5.4. Le sfide del Marketing moderno 82
4.5.5. Dialogo con i consumatori in un mondo digitalizzato fatto di (marchi) brand 83
4.6. Catene di distribuzione smart e reti del valore 85
4.6.1. Dalle catene di distribuzione alle catene del VALORE 86
4.6.2. Reti del valore incentrate sul consumatore 86
4.7. Conclusioni principali e raccomandazioni 86
5. Future sfide per la Gestione 89
5.1. Introduzione e obiettivi di questo capitolo 89
5.2. La gestione del business model 89
5.3. Sfide per l'occupazione 93
5.3.1. Impatto del cambiamento tecnologico sul lavoro 93
5.3.2. Impatto del cambiamento tecnologico sulla gestione delle risorse umane 95
5.4. Sfide per la Collaborazione 96
5.5. Difficoltà a livello giuridico e normativo 99
5.6. Sfide legate al monitoraggio e al controllo 102
5.7. Conclusioni principali e raccomandazioni 104

6. Cooperazione tra gli Istituti di Istruzione Superiore (IIS) e le imprese 106
6.1. Introduzione 106
6.2. Definizione del modello di cooperazione tra IIS e Imprese 106
6.3. In che modo la Commissione Europea supporta la cooperazione tra IIS e Imprese 108
6.4. Incentivare l'innovazione, l'imprenditorialità e la creatività 109
6.5. Perché Università e imprese dovrebbero collaborare? 110
6.6.Il modello di cooperazione tra IIS e Imprese di SMeART 112
6.6.1. Servizi di consulenza e ingegneria 112
6.6.2. Scambi tra le Università e le PMI 113
6.6.3. Formazione 'On the Job' 113
6.7. Buone pratiche dei modelli di cooperazione tra Istituti d'istruzione superiore e imprese a livello europeo 114
7. Consulenza & Coaching 119
7.1. Introduzione 119
7.2. I principali benefici del Coaching e della Consulenza SMeART 120
7.2.1. I principali benefici del Coaching e della Consulenza per una PMI 120
7.2.2. I potenziali benefici per gli Istituti di Istruzione Superiore (IIS) 120
7.3. Chi scegliere – Un coach o un consulente? C'è differenza? 121
7.4. Il percorso di Coaching e Consulenza di SMeART 123
7.4.1. Configurazione del piano di Coaching e Consulenza (modelli) 123
7.4.2. Monitoraggio e valutazione dell'attività di coaching/consulenza 126
7.5. "Cose da fare" e "Cose da NON fare" per un percorso di coaching e di consulenza efficace 128
8. Formazione 129
8.1. Cos'è l'Industria Smart (in breve)? 129
8.2. Chi formare e per quando? 130
8.3. Per che cosa abbiamo bisogno di formarci 132
8.3.1. Dimensioni della Smart Industry rilevanti per l'istruzione e la formazione professionale (IFP) 132
8.3.1.1. Requisiti per la Smart Industry rilevanti per l'IFP 132
8.3.1.2. Impatto sulle esigenze di qualificazione 135
8.3.2. Sfide STEM di livello superiore per l'automatizzazione e la produzione nell'industria Smart 137
8.3.2.1. Introduzione 137
8.3.2.2. Tendenze delle tecnologie dell'Industria Smart per educare e formare 138
8.3.3. Impatto dell'innovazione industriale sul ruolo del lavoro 140
8.4. Come esercitarsi per ..... Metodi di apprendimento per la trasformazione 143
8.4.1. Concetti principali 143
8.4.1.1. Apprendimento tradizionale vs E-learning 143
8.4.1.2. E-learning 144
8.4.1.2.1. Introduzione 144
8.4.1.2.2. Modalità di erogazione: apprendimento sincrono e asincrono 144
8.4.1.2.3. Sistemi di gestione dell'apprendimento 145

8.4.1.3. Corsi online aperti su larga scala (Massive Open Online Courses - MOOC) 145
8.4.1.3.1. Introduzione 145
8.4.1.3.2. Caratteristiche di base dei MOOC 146
8.4.1.3.3. Dove trovare il MOOC che fa per te 148
8.4.2. Format per l'istruzione e la formazione pratica 150
8.4.3. Chiavi per il successo / insidie 151
9. Bibliografia 156

Informazioni generali del Documento

Progetto	SMeART – Knowledge Alliances for Upskilling Europe's SMEs to Meet the Challenges of Smart Engineering Erasmus+ – KA2 Knowledge Alliances Progetto Numero: 575932-EPP-1-2016-1-DE-EPPKA2-KA
Titolo del documento	WP3 modello & linee guida
Partner Capofila	FHM
Referente	Manfred
Organizzazioni coinvolte	Tutti i partner
Livello di disseminazione	Report
Data del documento	In corso

Revisione dei Documenti

Data di pubblicazione	**Modifiche Rilevanti**
6.1.18	Impostazione del Modello
10.1.18	Esempi di riferimenti inclusi
11.1.18	Introduzione iniziata
21.3.18	Capitoli inclusi, formattati
23.7.18	Revisione della sezione di Martins
2.8.18	Revisione da parte dei responsabili dei gruppi di redazione e delle sezioni
9.8.18	Introduzione strutturata
13.8.18	Framework, modello incluso nell'introduzione
29.8.18	Introduzione completata
4.9.18	Riferimenti per l'introduzione
21.3.19	Manfred ha denominato questa versione "definitiva", ha cancellato tutti i commenti, ecc, l'ultimo backup è in fase di scrittura

1. Elenco delle abbreviazioni

IIS	Istituto di Istruzione Superiore
IoT	Internet of Things (Internet delle cose)
AI	Intelligenza Artificiale
I4.0	Industria 4.0

2. Introduzione

Autore: Leisenberg, Manfred; FHM Bielefeld/ Germania

2.1. Premessa

Gli attuali mercati digitali sono caratterizzati da una elevato grado di complessità, che rende, ogni giorno più difficile, per le aziende mantenere la propria posizione competitiva per un lungo lasso di tempo. I potenziali clienti possono scegliere tra un'ampia gamma di prodotti e servizi da fornitori provenienti da tutto il mondo e che agiscono a livello globale, e dove le esigenze in termini di qualità, prezzo e disponibilità sono in aumento (cfr. Becker, Himpel, & Kuß, 2004 p.393; Grundig, 2018, p. 13). Le aziende di tutte le dimensioni devono far fronte alle crescenti esigenze del mercato lungo l'intero ciclo di vita dei loro prodotti e servizi. L'Industria 4.0, la Smart Engineering o la Production 4.0 includono la capacità di risolvere la maggior parte delle difficoltà conosciute ed esistenti in aree di produzione rilevanti e potrebbero aggiungere valore sostenibile alle attività attuali. A causa della grande varietà di nuove terminologie, potrebbe essere difficile affrontare l'argomento dell'Industria 4.0. Visioni, idee e tecnologie sono spesso citate congiuntamente e potrebbero causare confusione. Poiché è così difficile fornire una definizione chiara e definitiva dell'Industria 4.0, molte aziende non riescono a immaginare come questa possa contribuire al loro processo di creazione di valore. Alcune visioni appaiono troppo futuristiche e, pertanto, possono potenzialmente scoraggiare le aziende invece di ispirarle. Questa pubblicazione - le linee guida per le piccole e medie imprese - ha lo scopo di supportare le aziende nel progettare e mettere in pratica con successo l'introduzione di tali processi. Questa pubblicazione si basa sulla diversa esperienza dei redattori internazionali di

"ERASMUS+ KNOWLEDGE ALLIANCE FOR UPSKILLING EUROPE'S SMES TO MEET THE CHALLENGES OF SMART ENGINEERING".

Questa collaborazione è legata ad un progetto che ha come acronimo SMeART. In particolare, queste linee guida hanno lo scopo di sostenere la cooperazione tra Istituti di Istruzione Superiore (IIS) e le aziende per la corretta applicazione dei principi della Smart Engineering.

2.2. Stato dell'arte

2.2.1. Punto di partenza a livello scientifico

L'Industria 4.0, la Smart Engineering o la Production 4.0 sono le attuali tendenze dell'automazione e dello scambio di dati nelle tecnologie di produzione. Questi tre termini implicano un concetto di evoluzione industriale a quattro stadi (vedi fig. 1.1). In particolare, il termine Industria 4.0 è utilizzato principalmente in Europa, avendo le sue radici in Germania (vedi paragrafo 1.2.1).

Ci sono opinioni discordanti riguardo l'avvento effettivo dell'Industria 4.0 nelle piccole e medie imprese (PMI). In termini di impianti pilota selezionati, per il periodo tra il 2020 e il 2025, sono previste implementazioni delle tecnologie Industria 4.0, a volte dirompenti per le PMI, per un ampio adattamento delle soluzioni standard. Ma la realizzazione di

un'industria 4.0 "più vera e completa" è prevista intorno al 2030 (si veda la Fig. 1.1) (Berger, 2018). In previsione di ciò, la trasformazione iniziale sta già avvenendo in questo momento e proseguirà nei prossimi anni: la maggior parte delle applicazioni pratiche della ricerca avverrà per mano dei ricercatori, sviluppatori e altro personale. Tuttavia, ci sono già esempi di progetti altamente sviluppati come il "It's OWL"- Industry 4.0- Cluster in Bielefeld/Germania (Siebe, 2018).

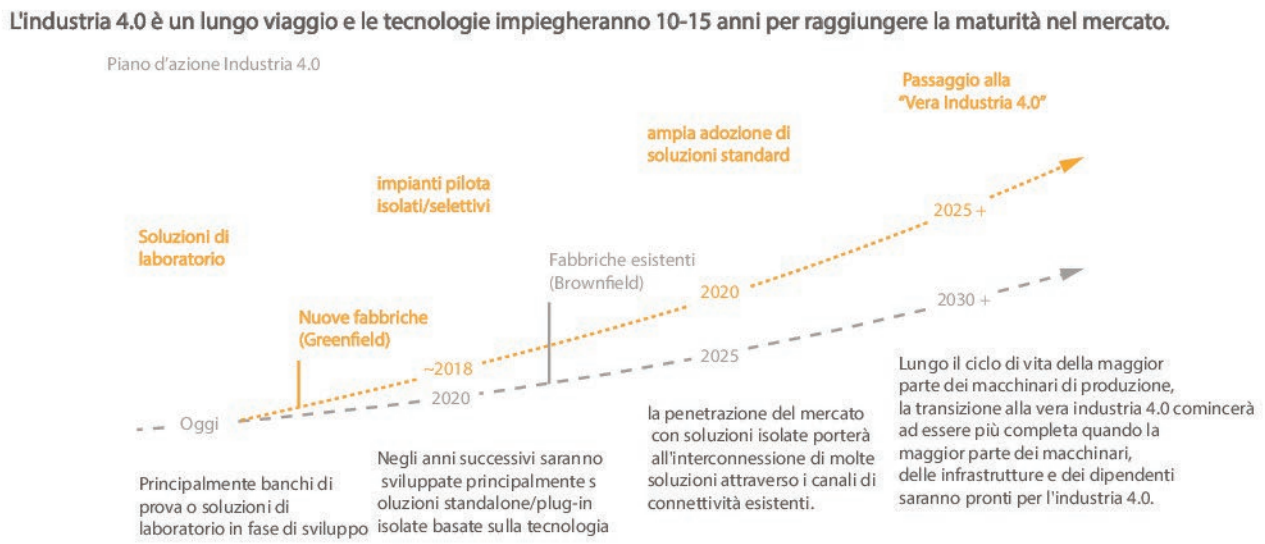


Fig. 1.1: La maggior parte delle fonti prevedono che l'industria 4.0 "arriverà" negli anni 2025 - 2030 (Berger, 2018).

Le grandi aziende si sono già adeguate in termini di personale e da un punto di vista finanziario, per sfruttare le potenzialità della Smart Engineering e della trasformazione digitale. Ora le PMI stanno seguendo il loro esempio. Tuttavia, finora non più del 20% delle PMI europee ha digitalizzato i propri processi. Nei prossimi cinque anni, però, si prevede che questa cifra salirà all'80%. Da molto tempo ormai l'IoT non è più "la musica del futuro" e la digitalizzazione di tutti i processi produttivi e commerciali è un *must* per l'esistenza di ogni azienda.

Gli esperti ritengono che le PMI in particolare avranno buone opportunità, grazie alla trasformazione digitale, per poter rafforzare la propria competitività o piuttosto difendere la loro posizione rispetto ai concorrenti. Non esistono, pertanto, alternative alla trasformazione digitale dei processi di produzione. Questo è l'unico modo per dare uno sguardo in tempo reale all'intero processo e alla supply chain (catena di distribuzione) e rendere più trasparente la struttura del cliente. In questo modo, la trasformazione digitale diventa una situazione vantaggiosa. I clienti godono di un servizio decisamente ottimizzato e le aziende ottengono modelli di business più attraenti ("Digital Genius", 2017).

L'Industria 4.0 e la Smart Engineering si concentrano sul processo produttivo all'interno di una Smart factory (fabbrica intelligente), mentre un altro termine importante – l'Internet of Things (IoT) - si concentra sulla fase di utilizzo di dispositivi e prodotti digitalizzati e collegati. L'industria 4.0 include i sistemi ciberfisici: l'internet degli oggetti (IoT) e il cloud computing (Hermann, Pentek, & Otto, 2016a). Inoltre, il termine "Industria 4.0" si concentra in modo particolare sulle fabbriche intelligenti. Al fine di descrivere i processi generali di trasformazione digitale, i cambiamenti nella catena del valore e nel ciclo di vita del prodotto (vedi paragrafo 1.4.1) così come gli effetti legati alle piccole e medie imprese (PMI) non industriali, pensiamo che il termine Industria 4.0 sia troppo ristretto. L'espressione "Cyber physical System" (Sistemi Ciberfisici) riflette tuttavia l'importanza di questi nuovi sviluppi in relazione alle fasi dell'evoluzione industriale (vedi fig. 1.2).

L’Industria 4.0 fa riferimento al concetto di fabbrica intelligente (smart factory), che consiste di 3 parti:

- **Smart Production** (produzione intelligente): nuove tecnologie di produzione che creano sinergie tra tutti gli elementi della produzione o collaborazione tra operatore, macchina e strumenti.
- **Smart Services** (servizi intelligenti): strutture informative e tecniche che consentono di integrare i sistemi; che permettono di integrare un'azienda come fornitore - cliente e di dotarsi reciprocamente di strutture esterne come strade, hub, gestione dei rifiuti, ecc.
- **Smart Energy** (Energia intelligente): focalizzata sul consumo energetico, con la creazione di sistemi ad alte prestazioni e la riduzione di sprechi energetici.

Attualmente, la Smart Engineering è considerata come il fattore abilitante dei concetti di cui sopra. Esempi di tecnologie abilitanti di Smart Engineering correlate sono:

- Sistemi di produzione avanzati: sistemi interconnessi e modulari che consentono flessibilità ed elevate prestazioni. Queste tecnologie riguardano i sistemi automatici di movimentazione dei materiali e la robotica avanzata.
- Produzione Additiva: sistemi di produzione additiva che aumentano l'efficienza dei materiali.
- Realtà Aumentata: sistemi di visione con realtà aumentata per giudicare meglio gli operatori nello svolgimento delle attività quotidiane.
- Simulazione:..... di macchine interconnesse per ottimizzare i processi.
- Integrazione orizzontale e verticale: integrazione e scambio di informazioni sia orizzontalmente che verticalmente tra tutti gli attori coinvolti nel processo produttivo.
- Internet industriale: comunicazione tra le unità produttive, non solo all'interno dell'azienda ma anche all'esterno.
- Cloud: applicazione di tutte le tecnologie cloud come lo storage online, l'uso del cloud computing e servizi esterni per l'analisi dei dati.
- Sicurezza informatica: tutto ciò che riguarda la sicurezza dell'informazione e dei sistemi.
- Analisi dei Big Data: tecniche di gestione di grandi quantità di dati basate su sistemi aperti che permettono di fare previsioni o proiezioni.

L’Industria 4.0 crea o assomiglia a quella che viene chiamata la "fabbrica intelligente" (Smart factory). Una fabbrica intelligente è un sistema intelligente basato sulla Smart Engineering. I sistemi intelligenti integrano funzioni di rilevamento, attuazione e controllo per descrivere e analizzare una situazione e prendere decisioni basate sui dati disponibili in modo predittivo o adattivo, eseguendo azioni intelligenti. Nella maggior parte dei casi l'intelligenza del sistema può essere attribuita ad un funzionamento autonomo basato sul controllo a circuito chiuso, sull'efficienza energetica e sulle capacità di rete. I sistemi intelligenti sono generalmente costituiti da diversi componenti ("Smart Systems", n.d.):

- Sensori per l'acquisizione di segnali e dati;
- Elementi che trasmettono le informazioni all'unità di elaborazione;
- Unità di elaborazione che prendono decisioni e danno istruzioni sulla base delle informazioni disponibili;
- Componenti che trasmettono decisioni e istruzioni;
- Attuatori che eseguono o attivano l'azione richiesta.

I sistemi intelligenti sono legati allo sviluppo dell'industria 4.0 e all'IoT (internet degli oggetti), in quanto forniscono funzionalità intelligenti agli oggetti, ad esempio ai beni industriali nella catena di distribuzione (supply chain) o ai prodotti alimentari nella catena di distribuzione alimentare. Con l'aiuto della tecnologia di identificazione attiva o passiva degli oggetti, dei sensori wireless, della capacità di rilevamento e di risposta in tempo reale, dell'efficienza energetica e della funzionalità di rete, gli oggetti diventeranno oggetti intelligenti. Questi oggetti “smart” sono spesso visti come applicazioni speciali dell'industria 4.0 e dell'IoT. I prodotti industriali intelligenti potrebbero contenere informazioni sull'origine, la destinazione, i componenti e l'uso. Inoltre, lo smaltimento dei rifiuti potrebbe diventare un processo di riciclaggio individuale veramente efficiente ("Smart Systems", n.d.).

2.2.2. Argomenti tecnici e termini importanti

2.2.2.1. Smart Engineering

Cos'è la **Smart Engineering**? Con questo termine si intendono i metodi, i processi e gli strumenti informatici (IT) per lo sviluppo interdisciplinare e sistemico di prodotti, impianti di produzione e infrastrutture innovativi, intelligenti e collegati. Anche questi elementi sono attualmente raggruppati sotto il termine Industria 4.0. Si tratta del networking e dello scambio completo di informazioni tra tutti i componenti coinvolti nel processo di produzione e tra tutte le singole parti del processo di sviluppo del prodotto e di fabbricazione con l'obiettivo di ottenere miglioramenti significativi in termini di prestazioni, costi, qualità e accettazione dei prodotti da parte dei clienti. Una parte importante della Smart Engineering è di garantire e testare un processo interdisciplinare di gestione del ciclo di vita del prodotto (si veda il paragrafo 1.2.3.) poiché i vari domini di conoscenza e le interrelazioni non sono attualmente sufficientemente collegati, con il risultato che le informazioni possono andare perdute e che le relazioni in rete devono essere recuperate e reimplementate. Ai fini dello sviluppo del prodotto, le applicazioni Smart Engineering entrano in gioco già in fase di progettazione perché, nell'ambito di una gamma diversificata di criteri di definizione, lo sviluppatore inizia prima di tutto a creare la struttura del prodotto e i relativi modelli informativi. Questo processo di sviluppo digitale beneficia in definitiva della qualificazione e del collegamento in rete della produzione e della modellazione dei processi e della tecnologia di automazione. Ciò richiede una comunicazione sicura e affidabile non solo tra i singoli sottoprocessi, ma anche tra i vari componenti degli impianti di produzione. Una sfida particolare è rappresentata dalla comunicazione con gli elementi mobili. In definitiva, la Smart Engineering riguarda l'integrazione tra sviluppo del prodotto, pianificazione della produzione e gestione della stessa per garantire la rapida implementazione di idee di prodotto innovative e la creazione di valore attraverso un processo di sviluppo digitale (Università di Duisburg, 2018).

Per queste linee guida, i sistemi intelligenti che si concentrano sulle catene di valore tipiche delle PMI, saranno denominati PMI 4.0. Secondo Herrmann, Pentek e Otto (Herrmann, Pentek, & Otto, 2016), la Smart Engineering è costituita di:

- Sistemi ciberfisici,
- IoT - Internet of Things,
- Cloud computing.

2.2.2.2. Sistemi Ciberfisici

Nei sistemi ciberfisici (CPS), le componenti fisiche e software sono strettamente interconnesse. Ognuno dei componenti opera su scale spaziali e temporali diverse, esibendo modalità comportamentali multiple e distinte, e interagendo tra loro in una miriade di modi che cambiano con il contesto ("Cyber-Physical Systems (CPS) (nsf10515)," 2010). Esempi di CPS includono i sistemi di produzione industriale 4.0 o PMI 4.0 in generale, o sistemi di produzione intelligente, sistemi autonomi per automobili, sistemi di monitoraggio medico, sistemi di controllo di processo, sistemi di robotica e avionica pilota automatico in particolare. Spesso i CPS sono visti come una fase preliminare dell'IoT. Condividono la stessa architettura di base, tuttavia, i CPS presentano una maggiore combinazione e coordinamento tra elementi fisici e computazionali (Rad, Hancu, Takacs, & Olteanu, 2015).

Le applicazioni comuni del CPS in genere rientrano nei sistemi autonomi basati su sensori e abilitati alla comunicazione. Ad esempio, molte reti di sensori wireless monitorano alcuni aspetti dell'ambiente e trasmettono le informazioni elaborate a un nodo centrale (Karnouskos, 2011). Una sfida nello sviluppo di sistemi fisici informatici è rappresentata dalle grandi differenze nella pratica di progettazione tra le varie discipline ingegneristiche coinvolte, come il software e l'ingegneria meccanica (Fitzgerald, Larsen, & Verhoef, 2014).

2.2.2.3. Industria 4.0

Il termine "**Industrie 4.0**" è un termne tedesco che descrive un insieme di misure per promuovere un'industria più intelligente. Analogamente a ciò vi è, ad esempio, la parola "industria 4.0" come equivalente inglese. Ci sono varie

iniziative in molti paesi che promuovono questo concetto. Negli Stati Uniti, c'è l'"Industrial Internet Consortium" (IIC) che è stato fondato nel marzo 2014 dalle società AT & T, Cisco, General Electric, IBM e Intel. Le nuove tecnologie Internet devono essere promosse congiuntamente, anche se l'approccio non si limita al settore industriale. Ulteriori iniziative in Giappone sono denominate "Industrial Value-Chain Initiative" (IVI). Gli iniziatori sono importanti aziende giapponesi. Anche la Cina ha intrapreso iniziative simili al concetto politico tedesco di "Industria 4.0" nel piano quinquennale del 2015. Queste sono destinate a svolgere un ruolo decisivo nel passaggio dai paesi con lavoro a basso costo al potere industriale globale. La Corea del Sud investe anche nelle cosiddette fabbriche intelligenti. In diversi paesi europei ci sono altre attività paragonabili all'iniziativa politica tedesca "Industry 4.0", come la francese "Industrie du futur". Le principali iniziative europee di Smart Engineering sono state riassunte nel documento "EU Compass for Smart Engineering Initiatives and Policies" che rappresenta il primo risultato di questo progetto (Partner, 1 febbraio 2018).

Altre fonti affermano che "Industria 4.0 è un nome per l'attuale tendenza all'automazione e allo scambio di dati nelle tecnologie di produzione. Comprende i sistemi ciberfisici, l'IoT, il cloud computing e il calcolo cognitivo. L'industria 4.0 è comunemente definita come la quarta rivoluzione industriale (vedi fig. 1.1.1). L'industria 4.0 crea quella che a volte viene chiamata "fabbrica intelligente". All'interno delle fabbriche intelligenti strutturate e modulari, i sistemi ciberfisici monitorano i processi fisici, creano una copia virtuale del mondo fisico e prendono decisioni decentralizzate. Attraverso l'Internet degli Oggetti, i sistemi ciberfisici comunicano e cooperano tra loro e con gli esseri umani in tempo reale e attraverso il cloud computing, sia servizi interni e trasversali, vengono offerti e utilizzati dai partecipanti alla catena del valore". (Wikipedia, 2016).

La "Plattform Industrie 4.0" ha identificato molte potenzialità e sfide che fanno parte dei cinque campi d'azione:

- Integrazione orizzontale
- Ingegneria digitale end-to-end
- Integrazione verticale
- Nuove infrastrutture sociali
- Sistemi di produzione ciberfisici.

Descrizioni generali - più tecnologiche o più comuni- si trovano in letteratura: oltre ai documenti della "Piattaforma industriale 4.0" ("Plattform Industrie 4.0, 2018), il rapporto per il dipartimento "Industria, ricerca ed energia" del Parlamento Europeo è un'eccellente linea guida generale (Smit, Kreutzer, Moeller, & Carlberg, 2016). (Rojko, 2017) che fornisce una panoramica generale dei concetti e delle tecnologie della Industria 4.0, e (Xiaomin, Di, Wan, Athanasios, & Chin-Feng, 2017) discute il "collante" che tiene insieme tutte le "parti" dell'industria interconnessa: le reti di comunicazione dati (vedi Fig. 1.2).

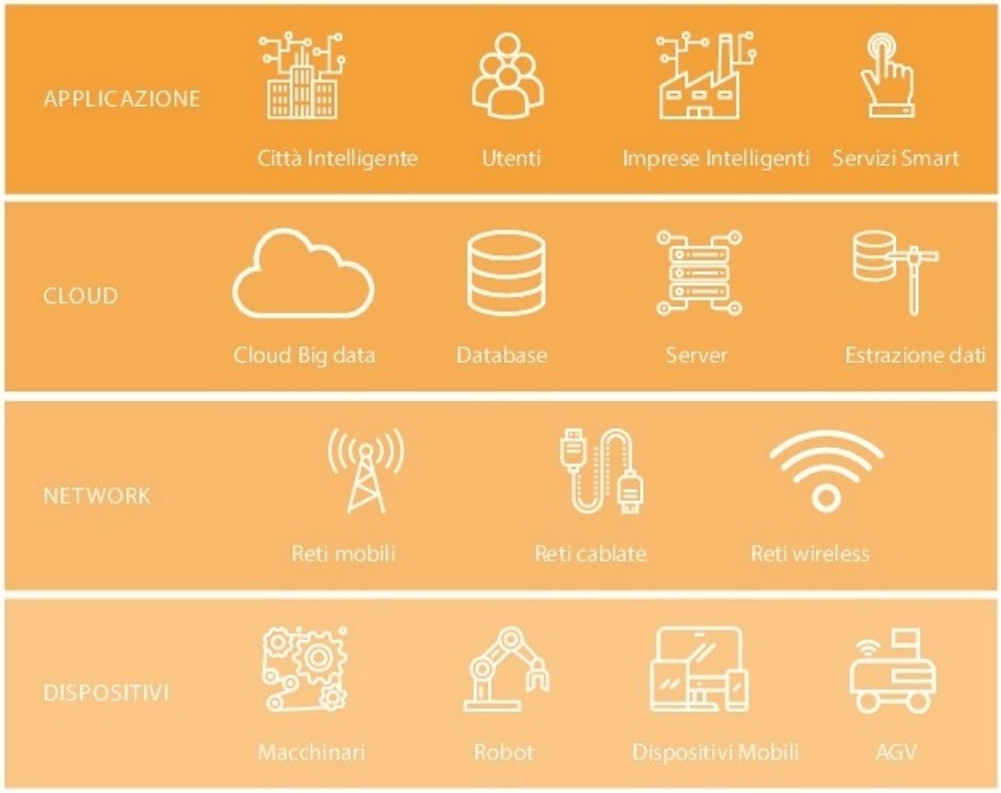


Fig.1.2: Dispositivi ("cose"), reti, il "Cloud" e le applicazioni rappresentate in una struttura a quattro livelli di rete (Xiaomin et al., 2017).

2.2.2.4. Internet of Things (IoT)

L'internet degli oggetti (IoT) è la rete di oggetti intelligenti (smart objects) interconnessi, che sono integrati con sensori, software, connettività di rete e l'elettronica necessaria per raccogliere e scambiare dati, rendendoli reattivi. L'iniziativa Global Standards Initiative on Internet of Things (IoT-GSI) ha definito l'internet degli oggetti come "l'infrastruttura della società dell'informazione" (ITU, 2017). Si tratta di un framework architettonico che consente l'integrazione e lo scambio di dati tra il mondo fisico e i sistemi informatici sull'infrastruttura di rete esistente. L'internet degli oggetti non si concentra sulla produzione, ma sulla fase di utilizzo di dispositivi e prodotti digitalizzati e collegati che consente ai fornitori di comunicare con i propri prodotti mentre questi sono utilizzati dai clienti e di fornire nuovi servizi "digitali" ai clienti, come la manutenzione predittiva (Vogt, Dransfeld, & Landrock, 2016).

Al fine di fornire una classificazione, si può dire che i dispositivi che fanno parte della Iot sono generalmente strutturati in un'architettura di rete a tre livelli:

1. Interfaccia con il mondo fisico: un gran numero di nodi di questo primo livello (tag o unità sensoriali) interagisce con l'ambiente fornendo un codice di identificazione, acquisendo informazioni o comandando un attuatore. Questi nodi sono privi di alimentazione (tag passivi) o alimentati a batteria (unità sensore e attuatori) e generalmente caratterizzati da una ridotta capacità di elaborazione e memoria. Sono, inoltre, dotati di meccanismi di comunicazione (via cavo o wireless) per comunicare con le unità del secondo livello. Il costo dipende dalle caratteristiche offerte e può variare da pochi centesimi per tag RFID passivi fino a 30-150 euro per nodi con capacità sensoriali e/o implementazione; la vita operativa va da pochi anni con i dispositivi alimentati a batteria (fortemente dipendenti dal tipo di applicazione) fino a oltre dieci anni per i tag RFID passivi.
2. Mediazione: le unità di secondo livello, che comprendono i tag reader e i gateway RFID, hanno il compito di raccogliere le informazioni dai nodi di primo livello per trasmetterle ai centri di controllo. Sono caratterizzati da una maggiore capacità di elaborazione e memoria, sono generalmente alimentati dalla rete fissa e hanno un costo che può variare notevolmente, da 50 euro per un nodo gateway a 2.000 euro per un lettore RFID.

3. Centro di elaborazione e controllo: le unità del terzo livello, che comprendono i sistemi di acquisizione, la centrale e le sale operative, hanno il compito di ricevere le informazioni dalle unità del secondo livello per le successive fasi di memorizzazione, elaborazione e messa in servizio dell'usabilità dei dati. I componenti principali della IoT sono:

- Hardware: rendere gli oggetti fisici reattivi e dare loro la possibilità di recuperare i dati e rispondere alle istruzioni;
- Software: consente la raccolta, l'archiviazione, l'elaborazione, la manipolazione e l'istruzione dei dati;
- Infrastruttura di comunicazione: protocolli e tecnologie che consentono agli oggetti fisici di scambiarsi dati.

Gli oggetti fisici intelligenti sono determinati da:

- Identificazione degli oggetti,
- Sensori,
- Attuatori,
- Protocollo di Comunicazione,
- Identificazione della posizione,
- Memoria.

L'identificazione dell'oggetto si basa solitamente su tecnologie di auto-id come:

- RFID, Bluetooth beacon etc.
- Bar-, QR-Code
- Riconoscimento dell'immagine
- Identificazione biometrica
- Impronta Digitale
- Riconoscimento dell'Iride
- Riconoscimento facciale
- Analisi delle strutture di superficie
- GPS in combinazione

Sulla base di varie tecnologie i sensori comuni dell'IoT sono in grado di misurare i seguenti parametri:

- Temperatura
- Diversi Parametri di luce
- Pressione
- Vibrazioni
- Deformazioni
- Accelerazione
- Direzione Cardinale
- Umidità
- Eventi acustici, discorso
- Eventi visuali, video
- Profili personali, ad es. profili comportamentali.

Il complemento tecnologico di un sensore è un attuatore, un dispositivo che converte un segnale elettrico in un'azione, spesso trasformando il segnale in energia non elettrica, come il movimento. Un semplice esempio di attuatore è un motore elettrico che trasforma l'energia elettrica in energia meccanica. Gli attuatori possono essere stand-alone (cioè solo un dispositivo di uscita), o possono essere combinati con un sensore di ingresso IoT. Un esempio potrebbe essere una lampadina intelligente progettata per l'illuminazione notturna all'aperto - dove il sensore rileva che la luce ambientale è scesa a un livello predeterminato (che può essere programmabile dall'esterno) e, oltre a riportare questi dati a monte, attiva direttamente l'attuatore (la lampadina stessa) per accendersi.

In molti casi un attuatore, oltre ad agire sui dati che gli vengono inviati attraverso una rete dell'IoT, riporta anche dati aggiuntivi, per cui alcuni sensi possono contenere sia un sensore che un attuatore. Un esempio, sempre con una

lampadina: la lampadina si accende solo su specifica indicazione di dati esterni, ma se l'elemento luminoso si guasta, la lampadina informa la rete che questo dispositivo non è più in grado di produrre luce - anche se sta ricevendo dati. Una rete robusta richiederebbe anche l'uso di attuatori a lampadina che emettono un occasionale 'battito cardiaco', quindi se l'unità lampadina si guasta completamente, la rete la rileverà e segnalerà il guasto (Parasam, 2016).

L'Internet of Things industriale

Estensione dell'espressione generale dell'IoT: oggi, solo alcuni dei sensori e delle macchine di un produttore sono collegati in rete e si avvalgono dell'*embedded computing*. Sono tipicamente organizzati in una piramide verticale di automazione in cui sensori e dispositivi di campo con intelligenza limitata e controllori di automazione alimentano un sistema di controllo globale del processo di produzione. Ma con l'Industrial Internet of Things, più dispositivi - a volte anche prodotti non finiti - saranno arricchiti con l'embedded computing e collegati utilizzando tecnologie standard. Ciò consente ai dispositivi di campo di comunicare e interagire sia tra loro che, se necessario, con più controllori centralizzati. Inoltre, decentra l'analisi e il processo decisionale, consentendo risposte in tempo reale.

2.2.2.5. Altri termini importanti

- **Big Data e Analytics**
  L'Analytics (Analisi) basata su grandi serie di dati è emersa solo di recente nel mondo della produzione, dove ottimizza la qualità della produzione, fa risparmiare energia e migliora il servizio delle apparecchiature. In un contesto industriale 4.0, la raccolta e la valutazione completa dei dati provenienti da molte fonti diverse (apparecchiature e sistemi di produzione e sistemi di gestione aziendale e dei clienti) diventerà lo standard per supportare il processo decisionale in tempo reale.
- **Robot autonomi**
  I produttori di molti settori industriali hanno usato a lungo i robot per affrontare compiti complessi, ma i robot si stanno evolvendo per ottenere un'utilità ancora maggiore. Stanno diventando sempre più autonomi, flessibili e cooperativi. Alla fine, interagiranno l'uno con l'altro e lavoreranno in sicurezza fianco a fianco con gli esseri umani e impareranno da loro. Questi robot (vedi fig. 1.3) costeranno meno e avranno una gamma più ampia di capacità rispetto a quelli usati oggi nella produzione.

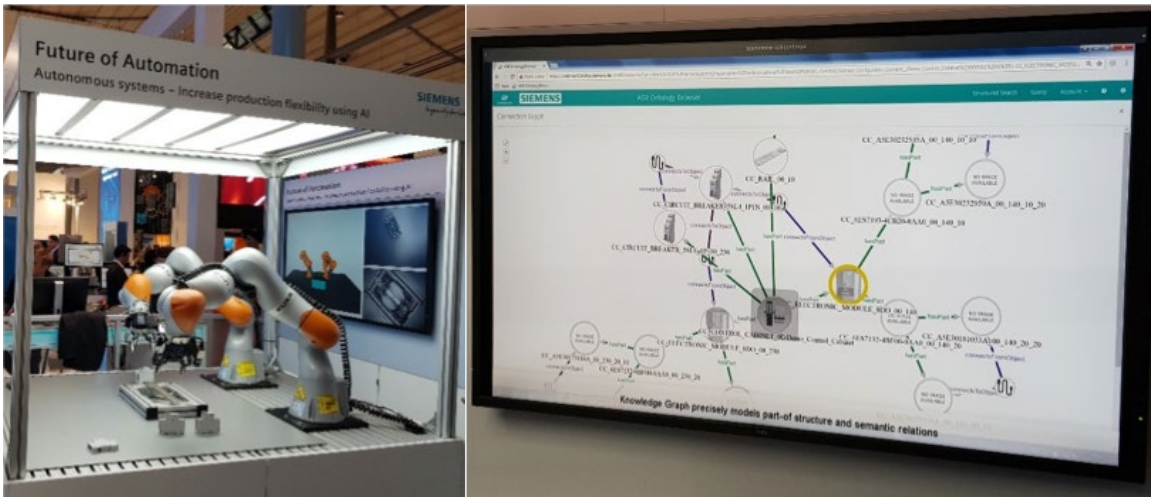


Fig. 1.3: Intelligenza Artificiale e sistemi basati su tecnologie semantiche e ragionamento, presentati alla Fiera di Hannover 2018.

- **Simulazione, "co-simulazione" e "progettazione integrata"**
  Nella fase di engineering sono già in uso simulazioni 3D di prodotti, materiali e processi produttivi, ma in futuro le simulazioni saranno utilizzate in modo più esteso anche nelle operazioni di impianto. Queste

simulazioni sfrutteranno i dati in tempo reale per rispecchiare il mondo fisico in un modello virtuale, che può includere macchine, prodotti ed esseri umani. Ad esempio, la Siemens e un fornitore tedesco di macchine utensili hanno sviluppato una macchina virtuale in grado di simulare la lavorazione di pezzi utilizzando i dati della macchina fisica. In questo modo il tempo di messa a punto del processo di lavorazione effettivo si riduce dell'80%.

- **Integrazione di sistema orizzontale e verticale**
  La maggior parte dei sistemi IT odierni non sono completamente integrati. Le aziende, i fornitori e i clienti raramente sono strettamente collegati tra loro. Così come non lo sono nemmeno i dipartimenti come l'ingegneria, la produzione e l'assistenza. Le funzioni dall'impresa al livello di officina non sono completamente integrate. Anche l'ingegneria stessa - dai prodotti, agli impianti, all'automazione - non è completamente integrata. Ma con l'Industria 4.0, le aziende, i reparti, le funzioni e le capacità diventeranno molto più coesive man mano che le reti universali di integrazione dei dati si evolveranno e consentiranno catene del valore veramente automatizzate. Come esempio: NxTPort (porto di Anversa) offre dati (verificati) alle aziende portuali, ai fornitori di logistica, ecc.

- **Cibersicurezza**
  Molte aziende si affidano ancora a sistemi di gestione e produzione non collegati o chiusi. Con l'aumento della connettività e l'uso di protocolli di comunicazione standard forniti con l'Industria 4.0, la necessità di proteggere i sistemi industriali e le linee di produzione critici dalle minacce, e la sicurezza informatica aumenta notevolmente. Di conseguenza, comunicazioni sicure e affidabili, nonché una sofisticata gestione dell'identità e degli accessi delle macchine e degli utenti sono essenziali. Nuove implementazioni di software per lo scambio di dati, ad esempio OPC UA, hanno integrato la sicurezza.

- **Il Cloud**
  Le aziende stanno già utilizzando software basati su cloud per alcune imprese e applicazioni analitiche, ma con l'Industria 4.0, un numero maggiore di imprese legate alla produzione richiederà una maggiore condivisione dei dati tra i siti e i confini aziendali. Allo stesso tempo, le prestazioni delle tecnologie cloud miglioreranno, raggiungendo tempi di reazione di pochi millisecondi. Di conseguenza, i dati e le funzionalità delle macchine saranno sempre più diffusi nel cloud, consentendo di fornire un maggior numero di servizi basati sui dati per i sistemi di produzione. Anche i sistemi che monitorano e controllano i processi possono diventare basati sul cloud.

- **Additive Manufacturing (Manifattura additiva)**
  Le aziende hanno appena iniziato ad adottare sistemi di produzione additiva, come la stampa 3D, che utilizzano principalmente per i prototipi e per la produzione di singoli componenti. Con l'Industria 4.0, questi metodi di produzione additiva saranno ampiamente utilizzati per produrre piccoli lotti di prodotti personalizzati che offrono vantaggi costruttivi, come ad esempio progetti complessi e leggeri. Sistemi di produzione additiva decentralizzati e ad alte prestazioni ridurranno le distanze di trasporto e le scorte a portata di mano. Ad esempio, le aziende aerospaziali stanno già utilizzando la produzione additiva per applicare nuovi design che riducono il peso degli aerei, riducendo le spese per materie prime come il titanio.

- **Realtà Aumentata**
  I sistemi basati sulla realtà aumentata supportano una varietà di servizi, come la selezione dei pezzi di ricambio in un magazzino e l'invio di istruzioni di riparazione su dispositivi mobili. Questi sistemi sono ancora agli inizi, ma in futuro le aziende faranno un uso molto più ampio della realtà aumentata per fornire ai lavoratori informazioni in tempo reale per migliorare il processo decisionale e le procedure di lavoro. Ad esempio, i lavoratori possono ricevere istruzioni di riparazione su come sostituire un particolare componente mentre guardano il sistema che necessita di riparazione. Queste informazioni possono essere visualizzate direttamente nel campo visivo dei lavoratori utilizzando dispositivi come gli occhiali per la realtà aumentata. Un'altra applicazione è il training virtuale. Siemens ha sviluppato per il suo software Comos un modulo di formazione virtuale per operatori di impianti che utilizza un ambiente 3D realistico e basato su dati con occhiali di realtà aumentata per addestrare il personale dell'impianto a gestire le emergenze. In questo mondo virtuale, gli operatori possono imparare a interagire con le macchine cliccando su una

rappresentazione informatica. Possono anche modificare i parametri e recuperare i dati operativi e le istruzioni di manutenzione.

2.2.3. La situazione attuale per le PMI non ancora Smart

2.2.3.1. Un campanello d'allarme per le PMI

Oltre ad esaminare i fondamenti scientifici e tecnici della Smart Engineering, dell'Industria 4.0 e dell'IoT, è importante analizzare altri aspetti (Stepponat, 2018). Una pubblicazione del Bundestag tedesco sottolinea il potenziale dell'IoT per risolvere i problemi delle società industriali. Pertanto, ci sono molti approcci in Europa per promuovere l'azione nei campi dell'ingegneria intelligente, dell'Industria 4.0 e dell'Internet degli oggetti. Dal 2009 l'Unione Europea ha un piano d'azione per promuovere lo sviluppo della Smart Engineering, dell'Industria 4.0 e dell'Internet degli oggetti in Europa. Il Ministero Federale dell'Istruzione e della Ricerca e il Ministero Federale dell'Economia e della Tecnologia stanno lavorando con i rappresentanti delle imprese e dell'industria in Germania su progetti di Smart Engineering, Industria 4.0 e Internet degli Oggetti (Horvath, 2012).

Secondo uno studio di "icom" del 2016, la Smart Engineering, l'Industria 4.0 e l'Internet degli oggetti hanno un grande potenziale per le PMI e per gli imprenditori privati europei nell'economia digitale. Il modo in cui le imprese europee applicano le nuove tecnologie digitali avrà un impatto importante sulla loro crescita futura. Le nuove tendenze digitali comprendono non solo la Smart Engineering, l'Industria 4.0 e l'IoT ma anche il cloud computing, i servizi web mobile e le reti intelligenti. Di conseguenza, il panorama aziendale in Europa e la natura del lavoro stanno subendo un cambiamento duraturo. Ciò è dovuto alla forza innovativa delle nuove tecnologie, che non solo provocano cambiamenti a livello tecnologico, ma hanno anche un impatto sui modelli di business e sul trasferimento internazionale delle conoscenze (Compagnucci, Della Porta, Marcotullio, & Massaro, 2016).

La quota di mercato dei prodotti IoT è una buona misura del successo delle tecnologie di Smart Engineering, pertanto, diamo un breve sguardo alle quote di mercato dell'IoT in Europa per paese: La quota di mercato a partire dal 2014 viene confrontata, ad esempio, con le previsioni per il 2020. I primi paesi europei sono il Regno Unito con una quota del 21% nel 2014 e del 23% nel 2020 e la Germania con una quota di mercato del 19% nel 2014 e del 21% nel 2020, la Francia con il 15% nel 2014 e il 16% nel 2020, seguita da Italia, Spagna, Paesi Bassi, Svezia, Polonia e Belgio. L'elevata quota di mercato dell'IoT nel Regno Unito, in Germania e in Francia, i primi tre paesi europei, è dovuta agli elevati investimenti nelle tecnologie dell'IoT. Insieme rappresenteranno il 50% di tutte le entrate dell'IoT entro il 2020 e il 75% delle entrate insieme a Spagna, Italia e Paesi Bassi. Nei paesi con bassi investimenti nell'IoT si può presumere che la tecnologia avrà bisogno di più tempo per diventare importante.

Inoltre, il tasso di crescita più elevato dell'IoT è previsto in Svezia. Le moderne reti di comunicazione dovrebbero aumentare la quota dal 4% al 24,2% (Compagnucci et al., 2016, pag. 36). Nel 2020, i settori manifatturiero (24%), finanziario (21%) e governativo (13%) avranno le quote maggiori sul mercato dell'IoT. In questi settori i processi di comunicazione e transazione dell'IoT sono utilizzati nelle aree B2B (business-to-business), B2C (business-to-customer), C2C (citizen-to-citizen) e C2G (citizen-to-government). L'Europa ha il potenziale per diventare il leader mondiale dell'IoT, in quanto le tecnologie dell'informazione e della comunicazione europee possono attingere ai suoi principali punti di forza. Si tratta di software (e servizi) B2B, sistemi embedded e soluzioni di sistema in ambienti industriali e sociali come le soluzioni logistiche (Compagnucci et al., 2016, p. 38).

Per sfruttare appieno il potenziale della Smart Engineering, dell'Industria 4.0 e dell'IoT nelle PMI europee, la Commissione Europea ha fissato cinque condizioni. In una pubblicazione nell'ambito del "Connect Advisory Forum" del dicembre 2014, queste sono state definite come le pietre miliari per un uso efficace dell'ingegneria intelligente e dell'IoT in Europa. Nel caso di modelli di business scalabili, gli attuali monopoli globali saranno divisi in parti più piccole. Ciò significa che la concorrenza continuerà ad essere globale, ma non solo tra grandi aziende. Per mantenere l'equilibrio e promuovere nuovi posti di lavoro e la crescita economica in Europa, tutte le PMI in particolare devono partecipare equamente al successo della smart engineering, dell'Industria 4.0 e dell'IoT. La creazione di un tale ambiente sarà un compito fondamentale per le PMI europee. Inoltre, le cosiddette industrie centrali intelligenti in Europa devono essere sviluppate e preparate al tema della smart engineering, dell'Industria 4.0 e dell'IoT, cosicché nel prossimo futuro dovranno essere importate solo poche innovazioni. L'economia digitale deve essere rafforzata grazie alle innovazioni del settore high-tech europeo per promuovere le tecnologie della smart engineering, dell'Industria 4.0 e dell'IoT. Questo obiettivo può essere raggiunto solo se le nuove forme di organizzazione, i modelli

di business, i servizi, i metodi di sviluppo e le ottimizzazioni nel campo dell'ingegneria digitale diventano parte della vita quotidiana delle PMI (Angoso-Gonzalez et al., 2014, p. 9).

In futuro l'implementazione delle applicazioni Smart Engineering, Industria 4.0 e IoT dovrebbe basarsi su standard affidabili. Ad esempio, è necessario definire un modello di riferimento per quanto riguarda l'architettura delle applicazioni dell'IoT al fine di promuovere la compatibilità delle applicazioni nel settore industriale. La standardizzazione nell'ambito della Smart Engineering, dell'Industria 4.0 e dell'IoT non deve concentrarsi solo su un settore (ad esempio le telecomunicazioni), ma deve poter essere utilizzata in settori diversi. Questo approccio si basa sull'idea che le applicazioni Smart Engineering, Industria 4.0 e Internet of Things dovrebbero essere sempre utilizzate in modo interdisciplinare per promuoverne l'uso nell'industria (Angoso-Gonzalez et al., 2014, p. 10). Queste linee guida hanno lo scopo di contribuire alla preparazione di standard adeguati per le PMI.

Al fine di creare un mercato digitale uniforme in Europa e di soddisfare le suddette condizioni, è necessario chiarire gli aspetti giuridici e normativi. Le applicazioni della Smart Engineering, dell'Industria 4.0 e dell'Internet degli oggetti hanno il potenziale per esercitare un'influenza positiva sulla società, ad esempio per rendere i processi sociali più efficienti, più rispettosi dell'ambiente, più sani o più sicuri. Inoltre, deve essere garantita la sicurezza delle applicazioni e dei dati da trattare e deve essere rispettata la privacy delle persone coinvolte nel processo. Ciò richiede leggi e normative chiare che promuovano l'accettazione delle applicazioni di Smart Engineering, di Industria 4.0 e IoT e che proteggano i consumatori. In futuro, tali condizioni di riferimento dovrebbero concentrarsi sui requisiti per le applicazioni e la loro affidabilità, nonché sulle aree di responsabilità, senza favorire soluzioni specifiche nei singoli casi. Inoltre, si dovrebbe sempre tenere conto degli aspetti umanistici, etici e sociali. Soprattutto nel campo dell'analisi dei grandi e piccoli dati, i set di dati possono essere resi facilmente accessibili utilizzando il cloud computing. In particolare la raccolta di dati dell'Internet degli oggetti con sensori non richiede alcuna interazione umana e può essere effettuata in modo completamente automatizzato. La responsabilità etica e sociale, argomento importante anche di queste linee guida, deve quindi essere sempre esaminata (Angoso-Gonzalez et al., 2014, p. 10).

L'esame delle raccomandazioni del summenzionato "Connect Advisory Forum" dimostra che l'applicazione della Smart Engineering, dell'Industria 4.0 e dell'Internet degli oggetti può fare una differenza sostanziale per le PMI europee. È possibile utilizzare il potenziale in modo economicamente positivo per rafforzare l'economia digitale in Europa e creare un forte mercato internazionale. Tuttavia, gli aspetti etici e sociali non devono essere trascurati. Solo attraverso un uso equilibrato delle applicazioni dell'ingegneria intelligente, dell'industria 4.0 e dell'IoT, le PMI europee potranno beneficiare in modo sostenibile delle nuove tecnologie digitali (Stepponat, 2018).

Tuttavia, per alcune PMI europee di ingegneria, l'applicazione di principi intelligenti è ancora considerata una sfida che deve essere affrontata nel futuro. Il necessario e irreversibile salto di qualità nello sviluppo industriale è paragonabile all'introduzione dell'energia a vapore, dell'elettricità o delle tecnologie dell'informazione di base nelle fasi precedenti ed è quindi nota come la quarta rivoluzione industriale (si veda il paragrafo 1.2).

Le piccole e medie imprese di ingegneria devono agire rapidamente perché hanno bisogno di:

- sviluppare processi di comunicazione e interazione controllati dall'IT tra i vari attori durante l'intera catena di produzione e del valore,
- sviluppare e implementare Sistemi Ciberfisici,
- ridefinire le competenze gestionali e del personale,
- ristrutturare l'organizzazione del lavoro e il flusso di comunicazione.

Purtroppo, alcune PMI europee sono poco preparate a questi sviluppi e sono in ritardo rispetto ai loro concorrenti in altre regioni europee, negli Stati Uniti e in Asia. In particolare, alcune PMI, molte delle quali fanno parte della spina dorsale dell'industria europea e sono ancora leader mondiali in molti segmenti del mercato, sono sottoposte a fortissime pressioni per non perdere completamente i contatti e la loro quota di mercato a medio termine. Recentemente, molte iniziative nazionali hanno già messo all'ordine del giorno l'industria intelligente. Tuttavia, c'è ancora molto lavoro da fare (Stepponat, 2018).

Per questo motivo è stato avviato il progetto Erasmus+ SMeART. Con queste linee guida, e non solo, SMeART intende sostenere la creazione di una cooperazione sostenibile tra Università e PMI di ingegneria al fine di garantire il successo della transazione verso un'industria intelligente. A questo scopo stiamo fornendo un modello di cooperazione commerciale con le Università e Centri di Ricerca per la riqualificazione delle PMI così da per affrontare le sfide della smart engineering.

2.2.3.2. Sfide Speciali per le PMI

La complessità e la dinamicità dei mercati moderni rendono più difficile che mai per le PMI mantenere la loro posizione competitiva. A causa di una limitazione più rigorosa del personale e delle risorse finanziarie, le PMI sono esposte alle mutevoli e mutate condizioni di mercato. Aumenti significativi nell'efficienza e l'apertura del commercio mondiale hanno portato ad una saturazione dei mercati, consentendo ai clienti di scegliere tra un'ampia gamma di prodotti e servizi e di fissare standard più elevati, ad esempio in termini di qualità, prezzo, sostenibilità e individualità. Inoltre, un facile accesso alle informazioni su Internet consente ai potenziali clienti di confrontare i diversi fornitori di tutto il mondo con pochi clic. Per affermarsi in una competizione internazionale, la capacità di sviluppare nuovi prodotti e il miglioramento continuo dei loro processi sono considerati fattori di successo cruciali per le PMI. Uno sguardo alla realtà dimostra che le tecnologie e le procedure attuali spesso non sono in grado di affrontare le varie nuove sfide che le imprese devono affrontare.

L'intero processo di sviluppo, dalla formulazione di una prima idea di prodotto, alla produzione e al collaudo di diversi prototipi fino alla produzione in serie, è spesso molto più dispendioso in termini di tempo e denaro di quanto originariamente previsto. Inoltre, il desiderio di avere più prodotti personalizzati costringe molte aziende a sviluppare un numero ancora maggiore di varianti di prodotto (Mollemeier, 1997, p. 23), con una conseguente ulteriore pressione sulle loro limitate risorse. Come risultato, le opportunità di business vengono perseguite troppo tardi, se mai perseguite. In termini di processi produttivi, le fluttuazioni della domanda e il numero crescente di varianti di prodotto pongono grandi sfide alle imprese. In particolare, le PMI coinvolte in grandi catene di fornitura devono essere in grado di implementare cambiamenti a breve termine nel loro programma di produzione, se vogliono rimanere permanentemente parte della catena di fornitura, poiché la capacità di consegna e la pianificazione delle consegne sono criteri chiave di selezione per molti clienti. Ma processi di produzione poco flessibili e un lento scambio di informazioni portano spesso a ritardi di produzione e costi aggiuntivi (Roth, 2016a, p. 13). Per un numero sempre maggiore di imprese, ci si chiede come possano affrontare le varie sfide dei mercati moderni. Molte PMI in paesi con costi di manodopera più elevati trasferiscono parte della loro produzione in paesi con salari più bassi per abbattere parte delle loro spese e per essere in grado di offrire i loro prodotti a un prezzo inferiore rispetto a quello degli altri concorrenti (Gleich, 2015, p. 22). Tuttavia, a lungo termine, una semplice delocalizzazione non può risolvere la maggior parte dei problemi, poiché le tecnologie e i processi rimangono troppo rigidi e lenti per affrontare i concorrenti internazionali.

Numerosi economisti ritengono che una quarta rivoluzione industriale, spesso chiamata Industria 4.0, sia la risposta alle sfide dei mercati moderni. I4.0 descrive la trasformazione digitale delle industrie manifatturiere con l'obiettivo di renderle più flessibili ed efficienti, in modo che anche i lotti più piccoli possano essere prodotti economicamente, e le imprese possano adattare il loro programma di produzione in tempi minimi (Roth, 2016a, p. 5). Secondo numerosi autori, l'I4.0 non solo ha il potenziale per migliorare i processi lungo l'intero ciclo di vita del prodotto, ma apre anche ad opportunità di business completamente nuove. Le PMI sono particolarmente adatte allo sviluppo e alla realizzazione di idee in termini di I4.0, poiché sono spesso caratterizzate da percorsi decisionali più brevi, una maggiore partecipazione dei dipendenti e una maggiore capacità di innovazione rispetto alle aziende più grandi (Schneider, 2016, p. 254). Sebbene l'introduzione dell'I4.0 sia vista come una necessità per le aziende manifatturiere di sopravvivere in mercati complessi e turbolenti in futuro, un sondaggio con più di 500 decision maker nell'industria manifatturiera rivela che circa il 71% delle aziende non ha ancora una strategia I4.0 (Bauer & Horváth, 2015, p. 69).

2.3. Obiettivi di queste linee guida

Questo manuale: "**SMeART Modello e linee guida per la cooperazione tra Università e imprese"** (in breve: linee guida) si propone di:

- Sostenere le PMI europee nel processo di impiego della Smart Engineering e dell'Industria 4.0
- Introdurre l'idea generale e i dettagli tecnici relativi alla Smart Engineering in relazione all'Industria 4.0, alle Università e alle PMI
- Fornire spiegazioni e descrizioni di standard quantitativi e qualitativi nel campo della Smart Engineering
- Includere requisiti educativi, organizzativi e operativi al fine di implementare con successo la cooperazione commerciale con gli Istituti di Istruzione Superiore (IIS)
- Sostenere gli Istituti di Istruzione Superiore (IIS) al fine di preparare e attuare una migliore cooperazione, consulenza e attività di apprendimento con le PMI per migliorare i loro standard di Smart Engineering.

I gruppi target di questo manuale sono:

- le PMI europee in generale, in particolare i partner associati del progetto
- i Partner del progetto SMeART al fine di beneficiare dai risultati delle attività del progetto.

Queste linee guida sono state prodotte nell'ambito del progetto ERASMUS+ "SMeART - Knowledge Alliance for Upskilling Europe's SMEs to meet the challenges of Smart Engineering". Il progetto è finanziato dall'Unione Europea. Il documento è basato sui contributi forniti dai partner di progetto provenienti da Austria, Belgio, Germania, Italia, Paesi Bassi, Spagna e Slovenia, poi raccolti e redatti dall'Università di Scienze Applicate (FHM), Bielefeld, Germania.

In sintesi, l'obiettivo generale di queste linee guida è la messa a disposizione di vari suggerimenti e raccomandazioni di supporto al fine di promuovere l'adozione dell'Industria 4.0 / Smart Engineering per le PMI.

	Acronimo	Titolo Capitolo	Num. Capitolo	Obiettivo Generale
LINEE GUIDA	INT:	Introduzione	1	Il PERCHÉ
	PROD:	Processo produttivo	3	Il COSA
	BUSI:	Opportunità di Business	4	
	GEST:	Sfide legate alla gestione	5	
	COOP:	Cooperazione Università-PMI	6	Il COME
	FORM:	I4.0-Formazione & Istruzione	8	
	COCO:	I4.0-coaching & consulenza	7	

Fig. 1.4: Capitoli delle Linee Guida SMeART

La fig. 1.4. illustra i nomi, gli acronimi e i numeri delle sezioni delle presenti linee guida in relazione al loro scopo generale. Le parti in questione seguono una data struttura regolare del ben noto ciclo di vita del prodotto (vedi fig.1.5). PROD, BUSI, MAN, COOP, TRAIN & COCO sono le sigle delle sezioni. Le sezioni delle linee guida sono relative ad almeno una fase del ciclo di vita. Naturalmente, alcune sezioni sono relative a più di uno stadio del ciclo di vita. Per rendere più chiaro questo approccio, una serie di esempi applicativi dettagliati vengono spiegati lungo il ciclo di vita nella sezione 2.6.

Suddividiamo le sezioni in tre macroconcetti: "**Il Perché**", "**Il Cosa**" e "**Il Come**". "**Il Perché**" ha a che vedere con l'introduzione, la spiegazione di termini importanti e la spiegazione dello stato dell'arte e la situazione di motivazione che ne deriva per le medie imprese. Al fine di motivare gli stakeholder stiamo inviando un "Segnale d'allarme". "**Il**

Cosa” riguarda le linee guida attuali per il sostegno alle PMI. Qui il lettore troverà i tre capitoli di contenuto che faranno luce sulle opportunità produttive, gestionali e di business delle aziende. “**Il Come**" riguarda quei capitoli delle nostre linee guida che riguardano la consulenza e la formazione. In particolare, qui troviamo capitoli che analizzano la cooperazione tra Università e aziende e forniscono consulenza in merito. Questi capitoli trattano le questioni importanti per la formazione e l'aggiornamento dei dipendenti per un'introduzione di successo della Smart Engineering. E, infine, troviamo una descrizione dettagliata dei requisiti per l'industria speciale 4.0 - consulenza con suggerimenti per la sua messa in pratica efficace in azienda.

2.4. Concetti per il raggiungimento degli obiettivi

2.4.1. Ciclo di vita del prodotto SMeART

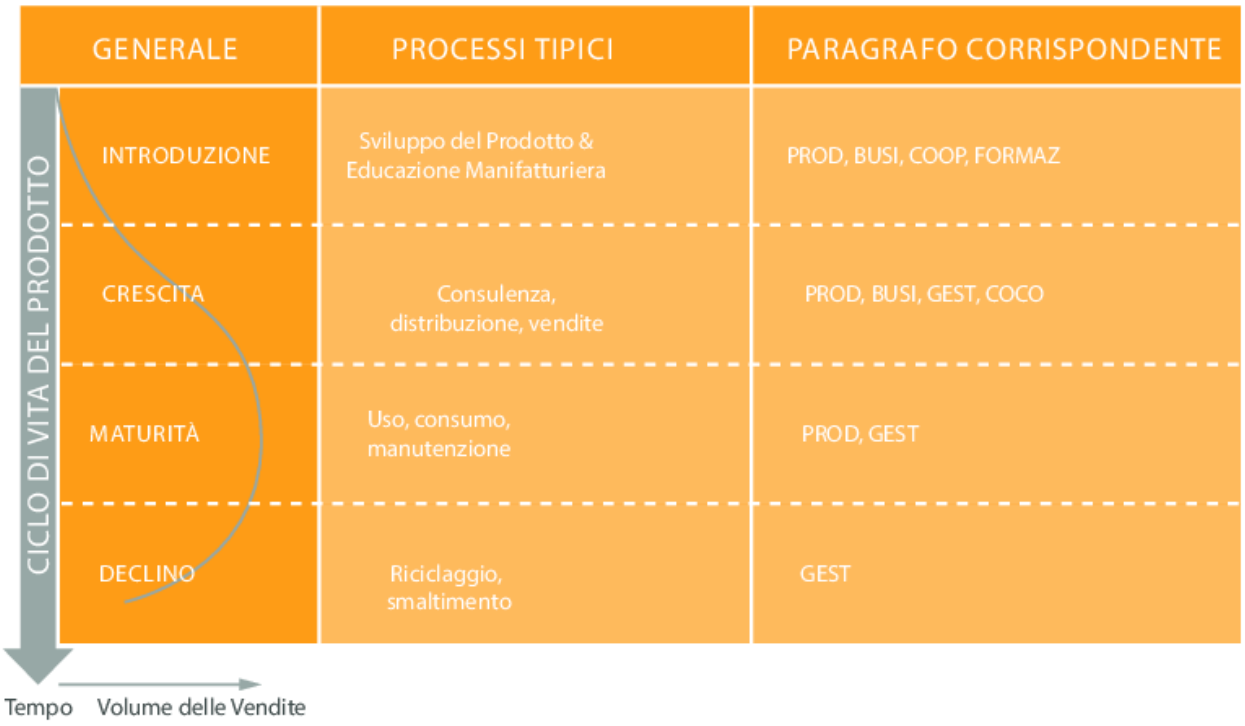


Fig. 1.5: Il ciclo di vita del prodotto SMeART: Relazione tra un ciclo di vita generale del prodotto, i processi tipici e le relative sezioni delle presenti linee guida, per gli acronimi vedi fig. 1.4

Le seguenti sezioni delle linee guida hanno lo scopo di fornire una migliore comprensione dei concetti di Smart Engineering ed esempi applicativi lungo il ciclo di vita del prodotto. La Smart Engineering e l'I4.0 hanno la capacità di migliorare le caratteristiche del prodotto e di ottimizzare i processi produttivi, e quindi forniscono delle opzioni per poter aumentare la redditività e la competitività delle PMI manifatturiere. Gli esempi forniti con queste linee guida rappresentano solo una piccola parte delle applicazioni possibili, una molteplicità di tecnologie consente di realizzare soluzioni individuali completamente nuove per il futuro.

Pertanto, le PMI hanno il compito di individuare i fattori decisivi per la loro competitività. Le PMI devono, inoltre, ottimizzare i fattori attuando i concetti e le tecnologie legate all'I4.0.

Con queste linee guida di SMeART, i concetti, i processi e le tecnologie relative alla Smart Engineering, necessari per un'applicazione di successo dell'Industria 4.0 all'interno delle PMI, sono presentati su due livelli collegati: da un lato, il livello del ciclo di vita di cui sopra (vedi fig. 1.5), dall'altro lato, i concetti, i processi e le tecnologie necessarie sono forniti dal modello di Coaching e Collaborazione di SMeART, introdotto successivamente.

2.4.2. Modello di Coaching e Collaborazione SMeART

Il modello di Coaching e Collaborazione di SMeART sostiene il processo generale di supporto alle PMI nel loro cammino verso il digitale. Allo stesso tempo, il modello fornisce una chiara struttura degli strumenti e delle misure fornite dal progetto SMeART. Inoltre, il modello fornisce collegamenti e relazioni tra strumenti, fasi di coaching e sezioni di queste linee guida. Il modello di Coaching e Collaborazione SMeART si basa sul quadro strategico elaborato nell'ambito del progetto stesso.

Inoltre, gli strumenti del toolbox SMeART forniti con il modello si riferiscono a diverse fasi dei vari processi di coaching e consulenza. Questi strumenti e il loro collegamento con il framework sono spiegati nel paragrafo 2.6.4. delle presenti linee guida.

La struttura generale del modello di cui sopra è illustrata in fig. 1.6. La metà superiore della tabella mostra il quadro strategico del progetto SMeART. Al fine di strutturare i vari processi e metodi di Industria 4.0 più comprensibili, questo quadro specifico è stato sviluppato e di conseguenza adottato per scopi di consulenza e coaching.

Nel dettaglio, il framework strategico di SMeART è introdotto e descritto nel paragrafo 2.6.3 delle linee guida.

Ai fini di una spiegazione introduttiva del modello di Coaching e Collaborazione SMeART, gli elementi più importanti del quadro strategico SMeART sono mostrati nella fig. 1.6. Questo modello sarà spiegato brevemente: Il framework utilizza il modello di business di un'azienda come punto di partenza per sviluppare le strategie di Smart Engineering/ Industria 4.0 e dedurre i passi e le misure successive.

Nella fig. 1.6 sotto al quadro, si possono vedere una serie di fasi. Queste fasi sono allo stesso tempo fasi quadro e fasi di coaching SMeART:

- Fase A = Avvio (per gli strumenti si veda paragrafo 2.6.4.1)
- Fase B = Maturità (per gli strumenti si veda paragrafo 2.6.4.2)
- Fase C = Risorse (per gli strumenti si veda paragrafo 2.6.4.4)
- Fase D = Potenzialità
- Fase E = Gestione del cambiamento (per gli strumenti si veda paragrafo 2.6.4.5)
- Fase F = Implementazione (per gli strumenti si veda paragrafo 2.6.4.6)

Le presenti linee guida forniscono un toolbox del progetto SMeART. Questi strumenti sono assegnati alle fasi di cui sopra. Per ulteriori informazioni riguardanti il loro adattamento si veda il paragrafo 2.6.4. di queste linee guida.

Fase A, la fase di avvio, è quella che prevede l'individuazione di un modello di business aziendale e la comprensione di come vengono esattamente generati i profitti. Per capire come affrontare l'idea di I4.0, raccomandiamo l'adozione di modelli di maturazione. I modelli di maturazione sono strumenti per valutare gli attuali livelli di sviluppo rispetto ad un obiettivo specifico (Mettler & Rohner, 2009). In termini di Smart Engineering, i modelli di maturazione possono aiutare a ridurre la complessità indagando la situazione iniziale di un'azienda (cfr. Schumacher, Erol, & Sihn, 2016). Inoltre, una valutazione delle scadenze può supportare le stime esatte dello sforzo. Pertanto, la valutazione del livello di maturità dell'azienda in termini di I4.0 rappresenta la fase successiva (fase B) del quadro di riferimento proposto (vedi fig. 1.7). Nell'ambito del progetto SMeART è stato sviluppato uno strumento specifico, lo SMeART Stress Test Tool. Questo strumento si basa su una specifica matrice di maturità MOSE. Lo strumento è disponibile per stimare la maturità delle PMI sui loro progressi nell'introduzione della Smart Engineering.

Gli scenari e le ipotesi sulle potenziali opportunità di business di Industria 4.0 sono assegnati alle **fasi C** (risorse) e **D** (potenzialità) del quadro strategico SMeART. Il modello di business iniziale (dalla fase A) serve da orientamento per individuare le debolezze aziendali esistenti. Tali debolezze possono essere: servizio clienti insufficiente o processi di produzione lenti. La fase A aiuta anche a determinare i fattori di successo che hanno un impatto sul rafforzamento della posizione competitiva in futuro. L'approccio del modello di business supporta una visione olistica. Non si concentra su singole tecnologie o prodotti. Le domande più importanti a cui rispondere sarebbero: Come potrà la media impresa competere con successo con altre aziende nel prossimo futuro? Una maggiore varietà di prodotti può creare valore aggiunto per i clienti attuali, e attirarne di nuovi? L'affidabilità delle consegne è da considerarsi un fattore di successo per un'azienda che vuole migliorare in futuro?

L'obiettivo del paragrafo 2, paragrafo 3 e paragrafo 4 delle linee guida è quello di fornire input, ispirazione e orientamento per le PMI al fine di formulare e specificare le loro ambizioni e potenzialità in questo senso.

Allo stesso tempo, le aziende devono iniziare a ricavare risorse tangibili (vedi fig. 1.6) che sono necessarie per perseguire le loro idee. In un primo tempo, devono valutare lo sforzo necessario per realizzare idee innovative. Ma le idee che si rivelano troppo rischiose o costose devono essere personalizzate o scartate. L'obiettivo è quello di trovare un insieme di nuove attività, processi o tecnologie in grado di creare valore sostenibile. Il valore può essere raggiunto con determinati mezzi o, in altre parole, formulando una strategia praticabile. Le fasi di definizione della strategia, pianificazione e implementazione si fondono tra loro.

Anche se non sono pianificati tutti i dettagli della strategia di un'azienda, la preparazione iniziale per l'attuazione, come la formazione dei dipendenti, potrebbe già iniziare. Il quadro strategico di SMeART propone di integrare la gestione del cambiamento (cfr. paragrafo 2.6.4.5) nel processo di sviluppo e attuazione della strategia. I cambiamenti aziendali falliscono regolarmente per diversi motivi: processi decisionali non trasparenti rendono difficile per i dipendenti comprendere l'urgenza del cambiamento o l'utilità di singole misure. Le considerazioni e i piani vengono solo in parte trasferiti tra i diversi livelli gerarchici dell'organizzazione, per cui insorgono incertezza, frustrazione o persino paura. Di conseguenza, i collaboratori si impegnano solo a metà nel processo di cambiamento e diminuiscono il successo (cfr. Nicolai, 2017 p.288). In generale, la Gestione del Cambiamento cerca di controllare e attuare il cambiamento, in particolare per quanto riguarda le risorse umane, che sono in qualche modo influenzate dai processi di cambiamento (cfr. Lauer, 2014 p.7 f.). Numerosi autori e pubblicazioni sottolineano che un cambiamento di successo può avvenire solo se i collaboratori sono disposti ad attuare il cambiamento. Senza convinzione interiore, i dipendenti lavoreranno solo per inerzia. Sulla base di questo approccio strutturato, gli autori sono convinti che i processi decisionali basati sull'ingegneria intelligente possano essere progettati in modo più trasparente e comprensibile per le organizzazioni. L'utilizzo di modelli di business permette una visione olistica dei punti di debolezza e dei punti di forza e può aiutare a riconoscere le potenzialità future in tutte le divisioni di business. La sezione seguente introduce una serie di metodi che possono essere applicati in ogni fase.

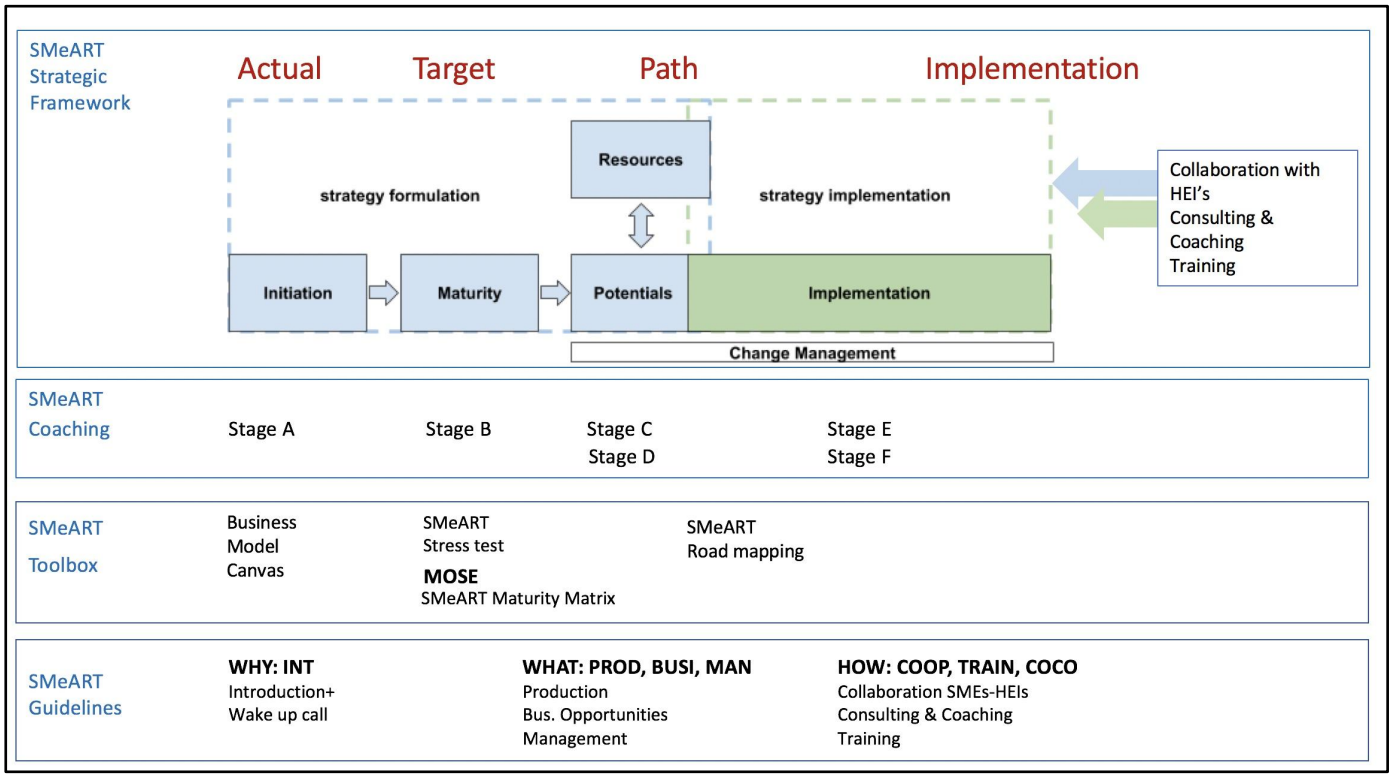


Fig. 1.6: Il Modello di Coaching e Collaborazione di SMeART

3. Produzione

Autore: Martin Westbomke

3.1. Introduzione

I moderni mercati digitali sono caratterizzati da un'elevata complessità, che rende più difficile per le aziende mantenere la loro posizione competitiva per un periodo di tempo più lungo. I potenziali clienti possono scegliere tra un'ampia gamma di prodotti e servizi di fornitori che agiscono a livello globale, con requisiti in termini di qualità, prezzo e

disponibilità in aumento (cfr. Becker et al., 2004 p.393) (cfr. Grundig, 2018 p.13). Le imprese di tutte le dimensioni devono far fronte alle crescenti esigenze del mercato lungo il ciclo di vita dei loro prodotti e servizi.

Secondo varie pubblicazioni scientifiche, l'Industria 4.0 include la capacità di risolvere la maggior parte delle difficoltà conosciute ed esistenti in settori rilevanti e potrebbe aggiungere valore sostenibile alle imprese attuali. A causa della varietà di nuove terminologie emergenti, potrebbe essere difficile affrontare l'argomento di I4.0. Visioni, idee e tecnologie sono spesso citate insieme o come sinonimi e possono causare confusione. Poiché è così difficile fornire una definizione chiara e definitiva dell' I4.0, molte aziende non riescono ad immaginare in che modo l' I4.0 potrebbe contribuire al loro processo di creazione di valore. Alcune visioni appaiono troppo futuristiche e, quindi, hanno il potenziale di scoraggiare le aziende invece di ispirarle. L'obiettivo di questa parte delle linee guida è quello di fornire una guida per le piccole e medie imprese durante il processo di applicazione del modello di business dell'I4.0. Anche se questa sezione si concentra sulle aziende manifatturiere, compresi i loro processi produttivi, il quadro proposto in seguito supporta l'individuazione e l'implementazione delle potenzialità generali lungo tutti i processi del ciclo di vita del prodotto.

3.2. Sfide attuali lungo il ciclo di vita del prodotto

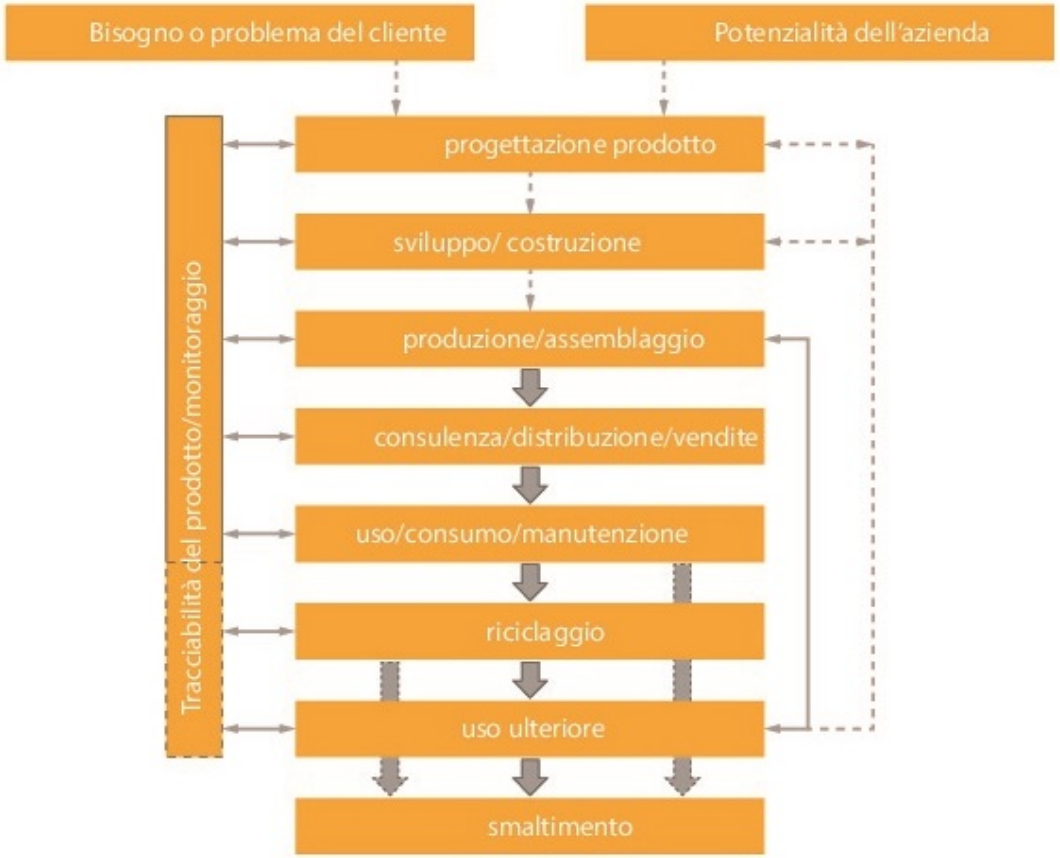


Fig. 2.1: Ciclo di vita dei prodotti

Il punto di partenza di ogni nuovo prodotto è un'idea, che scaturisce da esigenze, problemi o tendenze e sviluppi in uno specifico mercato o segmento di clientela (cfr. Grote et al., 2014 p.1). A causa della grande varietà di aziende diverse che offrono prodotti simili, oggi la comprensione e la soddisfazione delle esigenze dei clienti attraverso un adattamento flessibile delle esigenze, dei prodotti e dei processi è vista come uno degli elementi chiave per il successo economico (cfr. Becker et al., 2004 p.393). Pertanto, la prima grande sfida per le aziende manifatturiere è riconoscere,

o meglio, anticipare i desideri dei loro clienti e rispondere in modo efficace a queste richieste in un breve periodo di tempo (vedi capitolo 3).

Nel passaggio da un'idea iniziale a un prodotto specifico, le aziende devono svolgere diverse attività, come test di fattibilità, studi di progettazione, fabbricazione e collaudo di diversi prototipi (cfr. Cooper, 1980 p.27 ss.). Sebbene in passato siano state introdotte diverse tecniche di progettazione e di stima, molti processi di sviluppo del prodotto sono ancora più lunghi e costosi di quanto previsto e originariamente pianificato (cfr. Meier, 2011 p. 11). Di conseguenza, molte aziende non sono in grado di rispondere alle richieste dei clienti con la necessaria rapidità prevista.

Dopo che il prodotto è stato sviluppato e i preparativi di produzione sono stati completati, come la riprogrammazione delle macchine o la riqualificazione degli addetti alla produzione (si veda paragrafo 4), inizia il processo di produzione. In questa fase, un insieme di fattori di input, come le materie prime o le informazioni, deve essere elaborato e trasformato.

La difficoltà di questa fase consiste nel garantire che i processi di produzione e di assemblaggio si svolgano senza intoppi. Ogni incidente imprevisto, come un guasto di produzione o un guasto alla macchina, comporta costi aggiuntivi. Le possibilità di monitoraggio in tempo reale sono limitate nelle tecnologie standard odierne e ciò fa sì che i processi o i prodotti non ottimali vengano individuati con ritardo. Nonostante la difficoltà di controllare e migliorare la qualità dei processi e dei prodotti in tempo reale, la crescente diversità delle variazioni e le richieste fluttuanti portano ad una maggiore complessità e richiedono processi di produzione flessibili, che possono essere personalizzati con un minimo sforzo (cfr. Vogel-Heuser, Bauernhansl, & ten Hompel, 2016a p.14f.).

Nel complesso, gli attuali sistemi di produzione spesso non sono in grado di soddisfare le esigenze dei mercati moderni (cfr. capitolo 2). Sebbene questa tendenza possa essere osservata in quasi tutti i settori di attività, le fasi successive in particolare sono caratterizzate da richieste più elevate in termini di qualità del servizio. Oggi un servizio clienti di alta qualità (si veda capitolo 3) è visto come uno dei fattori chiave per la soddisfazione del cliente e, quindi indispensabile per ottenere vantaggi competitivi sostenibili (Shemwell, Yavas, & Bilgin, 1998). Il Marketing, le vendite e la distribuzione caratterizzano il trasferimento di un prodotto o servizio ai clienti (capitolo 3). In particolare, un'elevata qualità logistica può essere vista come uno degli elementi chiave per la soddisfazione del cliente. La sfida per ogni azienda in questa fase è quella di creare processi logistici flessibili, in grado di garantire una consegna rapida e puntuale ad un costo contenuto. Durante l'utilizzo o il consumo, fornire servizi di manutenzione e riparazione può portare ad una maggiore durata dei prodotti in questa fase e, quindi, può anche influenzare positivamente la soddisfazione del cliente (cfr. Grote et al., 2014 p.1).

A causa dell'aumento dei requisiti di legge e di una maggiore consapevolezza ambientale, il riciclaggio dei prodotti è diventato una priorità crescente per le aziende e per i loro clienti. La riciclabilità dei prodotti non solo offre opportunità per le generazioni future (capitolo 3), ma allo stesso tempo può essere un fattore influente durante il processo di acquisto e migliorare l'immagine aziendale (cfr. Nnorom & Osibanjo, 2008 p.844). I prodotti che possono essere riciclati percorrono una seconda volta il ciclo di vita, mentre i prodotti che non possono essere riutilizzati vengono smaltiti (cfr. Grote et al., 2014 p.1).

Nel complesso, le aziende *smart* devono affrontare numerose sfide lungo tutto il ciclo di vita (vedi fig. 2.1) di un prodotto o servizio: i requisiti in termini di tempo, prezzo, qualità, sostenibilità e servizio sono aumentati negli ultimi anni. Inoltre, le fluttuazioni della domanda e la preferenza per prodotti personalizzati, richiedono un'elevata flessibilità e reattività dei processi lungo l'intera catena di fornitura che non possono essere realizzati con gli attuali sistemi di produzione. Queste carenze e difficoltà dei sistemi di produzione sono il punto in cui entra in gioco l'Industria 4.0. Nella letteratura scientifica, l'introduzione dell'I4.0 non viene discussa come una possibilità di affrontare tutte queste sfide, ma piuttosto come un requisito obbligatorio per le aziende manifatturiere al fine di garantire la loro sopravvivenza economica (cfr. Roth, 2016a p.13 f.).

3.3. Definizione di Industria 4.0

Il termine "Industria 4.0" è stato menzionato per la prima volta alla fiera di Hannover nel 2011 per descrivere lo sviluppo dell'industria manifatturiera verso una quarta rivoluzione industriale (cfr. Bousonville, 2016, pag. 3 f.). Nonostante l'uso diffuso nei paesi di lingua tedesca, non esiste ancora una definizione universale del termine (cfr. Hermann, Pentek, &

Otto, 2016b, pag. 3928). Spesso, I4.0 è descritta come la trasformazione digitale delle industrie manifatturiere (cfr. Roth, 2016b, p. 5), anche se ancora oggi il termine "trasformazione digitale" non ha una definizione univoca (cfr. Schallmo, 2016, p. 3) e, quindi, non è adatto a chiarire il significato di I4.0. Una selezione di definizioni più complete è mostrata nella Tabella 2.

Fonte	Definizione
(cf. Roth, 2016b, p. 5 f.)	L'Industria 4.0 comprende il networking di tutti gli attori umani e delle macchine lungo l'intera catena di creazione del valore, nonché la digitalizzazione e l'analisi in tempo reale di tutte le informazioni rilevanti a tale scopo, con l'obiettivo di rendere i processi di creazione del valore aggiunto più trasparenti ed efficienti così da poter ottimizzare i vantaggi per il cliente.
(cf. Bauer & Horváth, 2015, p. 515)	L'industria 4.0 si riferisce al collegamento in rete, capace in tempo reale di gestire in modo dinamico, intelligente, verticale e orizzontale sistemi complessi che coinvolgono persone, macchine e oggetti.
(cf. Hermann et al., 2016b, p. 3929)	"Consentita dalla comunicazione tra persone, macchine e risorse, la quarta rivoluzione industriale è caratterizzata dal passaggio da processi produttivi controllati centralmente a processi produttivi decentralizzati. I prodotti intelligenti conoscono la loro storia produttiva, il loro stato attuale e di destinazione, e si guidano attivamente attraverso il processo di produzione istruendo le macchine per eseguire i compiti di produzione richiesti e ordinando ai nastri trasportatori il trasferimento alla fase di produzione successiva".

Tabella 1: selezione di definizioni del termine "Industria 4.0".

Secondo Roth, il termine "Industria 4.0" sta per il networking di tutti gli esseri umani e delle macchine lungo l'intera catena del valore (cfr. Roth, 2016b, p. 5 f.). Una catena del valore può essere definita come la somma di tutti i processi che creano valore per i clienti. Dall'estrazione delle materie prime e la loro lavorazione, alla consegna e all'utilizzo del prodotto finale (cfr. Porter, 1985, pag. 50 segg.). Attraverso tali reti, le informazioni rilevanti vengono raccolte, digitalizzate, condivise tra i diversi attori ed elaborate in tempo reale. A seguito della globalizzazione, i fornitori e i clienti delle aziende manifatturiere possono essere distribuiti in tutto il mondo, rendendo più difficile lo scambio di informazioni rilevanti, come i cambiamenti a breve termine della domanda (cfr. Li & Lin, 2006, p. 1641 f.). Costruendo queste reti organizzative trasversali, le aziende possono aumentare l'efficienza e la trasparenza dei loro processi e creare un maggiore valore per il cliente (cfr. Roth, 2016b, pag. 5 segg.).

Bauer integra questa definizione aggiungendo che l'I4.0 non comprende solo il networking di esseri umani e macchine in verticale e orizzontale lungo la catena del valore, ma anche di oggetti come materiali o pezzi di lavoro, che hanno anche la capacità di raccogliere, digitalizzare, condividere ed elaborare le informazioni. Inoltre, lo descrive come una rete intelligente tra i diversi attori. Il termine *intelligente* in questo contesto suggerisce che le macchine e gli oggetti ricevono un certo grado di intelligenza che consente loro di valutare le informazioni e di prendere decisioni

autonomamente sulla base dei dati in entrata. Secondo questa definizione, l'essere umano non è più l'unica istanza centrale che deve gestire processi dinamici e complessi. Oggetti e macchine intelligenti supportano, invece, l'essere umano, sia preparando informazioni rilevanti in tempo reale come base decisionale e suggerendo potenzialità di ottimizzazione, sia gestendo e ottimizzando i processi in modo autonomo. Questo passaggio di paradigma dal controllo centralizzato al controllo e coordinamento decentralizzato dei processi è affrontato anche nella definizione proposta da Hermann et al. Questa definizione illustra la quarta rivoluzione industriale con l'esempio di un prodotto intelligente, che cerca la propria strada attraverso la produzione. Soprattutto in considerazione delle limitate risorse delle PMI e delle attuali possibilità tecniche, tutte le definizioni portano inevitabilmente a chiedersi se il collegamento in rete di tutti gli attori, le macchine e gli oggetti lungo l'intera catena di distribuzione sia praticabile o addirittura utile. Dal punto di vista economico, le imprese devono piuttosto identificare i fattori competitivi vitali e valorizzarli attraverso l'uso di I4.0.

Si propone, pertanto, la seguente definizione del termine "industria 4.0":

L'Industria 4.0 descrive il collegamento in rete (networking) intelligente e orientato al target di esseri umani, macchine e oggetti attraverso la raccolta, la digitazione, la condivisione e la valutazione in tempo reale di informazioni rilevanti durante tutta la catena del valore per consentire il coordinamento e il controllo decentralizzato dei processi.

Il networking di attori geograficamente distribuiti lungo la catena del valore e l'accesso in tempo reale alle informazioni rilevanti consentono una collaborazione efficiente e flessibile, in grado di soddisfare al meglio le esigenze di mercati dinamici e complessi e ha il potere di modificare l'intero processo dallo sviluppo del prodotto alla produzione, passando per l'utilizzo del prodotto da parte del cliente fino al suo smaltimento finale:

- La Smart Engineering descrive processi di sviluppo del prodotto innovativi e interdisciplinari. I prototipi virtuali dei prodotti e la condivisione in tempo reale delle informazioni rilevanti consentono a diversi esperti dell'azienda, come designer di prodotto, ingegneri meccanici e rappresentanti di vendita, nonché fornitori o clienti, di sviluppare i prodotti insieme (cfr. Anderl, Eigner, Sendler, & Stark, 2012).
- In termini di produzione, le tecnologie poco flessibili saranno sostituite da sistemi di produzione decentralizzati, autonomi, i cosiddetti sistemi di produzione intelligente, in grado di organizzare e ottimizzare i processi lungo la catena del valore (cfr. fig. 2.1.) (cfr. Vogel-Heuser, Bauernhansl, & ten Hompel, 2016b p.15 f.).
- I clienti traggono vantaggio da prodotti intelligenti che hanno capacità completamente nuove e quindi offrono maggiori benefici ai clienti (cfr. Fig. XX: capacità dei prodotti intelligenti) (cfr. Eibl und Gaedke 2017, p.2081).

In definitiva, l'Industria 4.0 si adopera affinché la visione raggiunga una certa flessibilità, che consenta la produzione di singoli prodotti al costo della produzione di massa e consenta di adattare e ottimizzare in tempo reale i processi e i prodotti (cfr. Lasi, Fettke, Kemper, Feld, & Hoffmann, 2014a p.239 f.).

Nella letteratura tecnica, l'Industria 4.0 è spesso descritta come la quarta rivoluzione industriale che porterà ad una trasformazione digitale delle industrie di produzione. Più precisamente, può essere definita come la messa in rete di tutti gli attori umani e meccanici lungo l'intera catena del valore, in combinazione con la digitalizzazione e la valutazione in tempo reale delle informazioni rilevanti.

L'obiettivo generale di Industria 4.0 è quello di ottenere una maggiore trasparenza ed efficienza di tutti i processi (cfr. Roth, 2016a p.5 f.). In termini di produzione, le tecnologie meno flessibili saranno sostituite da sistemi di produzione decentralizzati, autonomi, i cosiddetti sistemi di produzione intelligenti, in grado di organizzare e ottimizzare i processi lungo la catena del valore (cfr. fig. 2.1.) (cfr. Vogel-Heuser et al., 2016a p.15 f.). In definitiva, l'Industria 4.0 si adopera affinché la visione raggiunga una certa flessibilità, che consenta la produzione di singoli prodotti al costo della produzione di massa e consenta di adeguare e ottimizzare in tempo reale i processi e i prodotti (cfr. Lasi, Fettke, Kemper, Feld, & Hoffmann, 2014b p.239).

Per quanto riguarda le PMI, l'obiettivo di Industria 4.0 deve essere una selezione mirata di tecnologie e principi. La I4.0 può essere attuata con le risorse disponibili e ha la capacità di sostenere e rafforzare la posizione competitiva. Al fine di rendere più chiaro il concetto di I4.0, il seguente paragrafo ha lo scopo di introdurre le sue principali visioni e tecnologie chiave.

3.4. Teoria e pratica della produzione nell'industria 4.0

A causa della grande quantità di terminologie emergenti, le aziende potrebbero sentirsi spiazzate nell'affrontare l'argomento dell'Industria 4.0. Questo paragrafo offrirà una panoramica dei concetti chiave della I4.0, delle tecnologie di base e delle possibili applicazioni.

Una delle visioni centrali dell'Industria 4.0 è la fusione del mondo fisico e virtuale, che può essere realizzata dai cosiddetti **Sistemi Ciberfisici** (Cyber-Physical Systems - CPS). I CPS descrivono l'idea di fondere oggetti fisici e informatici per formare un'entità collaborativa e in grado di interagire. Gli oggetti fisici si riferiscono a qualsiasi elemento naturale o di origine umana, come le materie prime, i dispositivi tecnici, gli edifici, i processi gestionali o logistici. Gli oggetti informatici descrivono qualsiasi componente software o hardware (Geisberger & Broy, 2012a). Hermann et al distinguono tre generazioni di CPS, a seconda delle loro caratteristiche tecniche e capacità, come mostrato nella tabella 2. La versione più semplice di CPS è dotata di tecnologie di identificazione che consentono l'identificazione autonoma (Auto-ID) e la localizzazione di oggetti fisici (cfr. Hermann et al., 2016b, p. 9). Grazie ai costi relativamente bassi e alla semplicità di applicazione, i codici a barre sono il sistema Auto-ID più comune. Lo svantaggio maggiore di questo sistema sta nel fatto che le etichette con codice a barre devono essere visibili, pulite e intatte perché lo scanner laser possa leggere l'etichetta e quindi non sono adatte a tutte le applicazioni e spesso sono legate a costi del personale più elevati, in quanto i dipendenti devono scansionare gli oggetti manualmente (cfr. Kern, 2006, pag. 16 e segg.). In termini di I4.0, l'identificazione a radiofrequenza (RFID) in particolare, è considerata una tecnologia chiave dell'Auto-ID. Un sistema RFID è costituito da un chip, detto anche tag RFID, e da un lettore. L'etichetta RFID è attaccata all'oggetto da identificare. Il lettore è generalmente stazionario.

Come suggerisce il nome, la comunicazione tra le etichette RFID e i lettori avviene via radio (cfr. Kern, 2006, p. 33). Rispetto ad altre tecnologie di identificazione come i codici a barre, i sistemi RFID non necessitano di contatto visivo e possono identificare più oggetti contemporaneamente (bulk recognition). Inoltre, le etichette RFID sono resistenti al calore, alla polvere e all'acqua (Strassner, 2005).

Sistema Ciberfisico		
Prima generazione	Seconda generazione	Terza generazione
● Dotati di tecnologie di identificazione ● Incapace di interferire direttamente con l'ambiente.	● Dotato di sensori e attuatori ● Può interferire direttamente con l'ambiente in una certa misura	● Equipaggiato con vari sensori e attuatori ● In grado di memorizzare, analizzare e condividere i dati attraverso le reti.

Tabella 2: Tre generazioni di CPS (cf. Hermann et al., 2016b)

Un esempio di applicazione è l'utilizzo di un gate RFID nell'area di ricevimento merci per identificare automaticamente la merce. All'interno della copia digitale del magazzino fisico, l'inventario può essere aggiornato in tempo reale entro i costi marginali nulli (cfr. Reinhart, 2017, p. 508). I CPS di prima generazione possono raccogliere e fornire informazioni rilevanti e quindi creare una maggiore trasparenza, ma non possono influenzare direttamente l'ambiente fisico e non hanno intelligenza per ottimizzare i processi. Pertanto, i CPS di seconda generazione sono dotati di sensori e attuatori aggiuntivi con una gamma limitata di funzioni, che consentono loro di interferire attivamente con il loro ambiente (cfr. Bauernhansl et al. 2014, p.16).

La struttura di base di un CPS di seconda generazione è rappresentata nella figura 2.2.

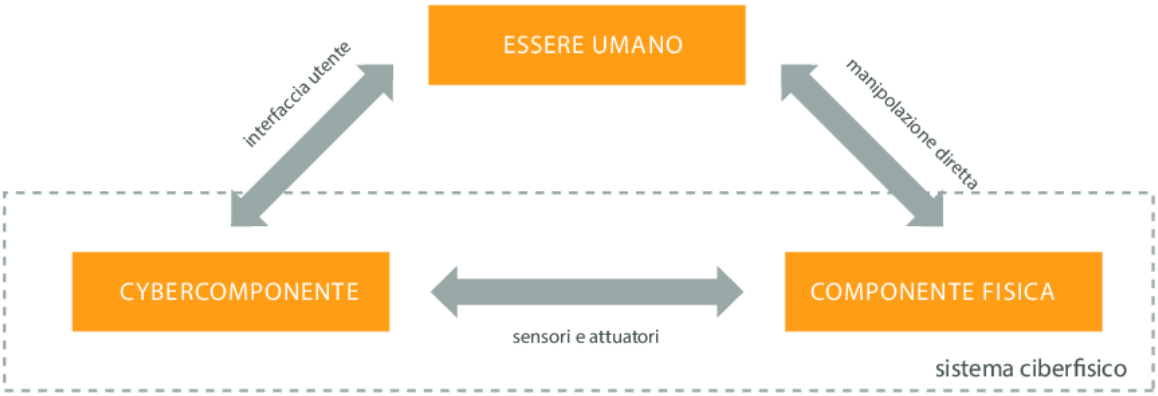


Figura 2.2: Rappresentazione del quadro ciberfisico, basata su (cfr. Bauernhansl, ten Hompel, & Vogel-Heuser, 2014, p. p.525; Zamfirescu, Pârvu, Schlick, & Zühlke, 2013).

I sensori e gli attuatori consentono ai CPS di seconda generazione di raccogliere informazioni sul proprio ambiente e di reagire ai dati in entrata interferendo attivamente nei processi.

I sensori integrati negli oggetti fisici possono registrare stati chimici o fisici come la temperatura o l'umidità ed elaborare le informazioni in un segnale digitale. Ad esempio, un pezzo in lavorazione può rilevare la sua posizione attuale tramite sensori GPS e una macchina può registrare la propria temperatura tramite sensori di temperatura. Gli attuatori convertono i segnali digitali provenienti da sensori o comandi di operatori umani in movimenti meccanici o valori di uscita fisica, come il movimento di un braccio robotico o la regolazione della temperatura di un forno industriale (cfr. Geisberger & Broy, 2012a, p. 138). Collegando il mondo fisico e quello virtuale tramite sensori e attuatori, si aprono infinite possibilità applicative, come i magazzini che monitorano in tempo reale le scorte e riordinano le merci o le macchine di lavorazione, in grado di rilevare e selezionare autonomamente le parti difettose. Gli esseri umani possono monitorare i processi o entrare a far parte del CPS interferendo attivamente con i componenti fisici e informatici, ad esempio all'interno di una collaborazione uomo-robot. Per ottimizzare le interazioni tra gli esseri umani e le macchine, invece di tastiere e monitor, gli esseri umani hanno bisogno della possibilità di interagire con le macchine in modo più intuitivo, ad esempio attraverso i gesti o la voce.

Negli ultimi anni sono state sviluppate numerose applicazioni, come il modulo di controllo Kinect di Microsoft, che consentono un controllo efficiente e intuitivo (cfr. Geisberger & Broy, 2012a, p. 134). La massima efficienza e flessibilità viene raggiunta da CPS intelligenti e collegabili in rete della terza generazione, composti da diversi attuatori e sensori. Essi hanno la capacità di comunicare e collaborare con altri CPS e quindi possono controllare e migliorare i processi in modo autonomo e decentralizzato (cfr. Bauernhansl et al., 2014, p. 17). Secondo Geisberger e Broy, i CPS della terza generazione presentano i seguenti requisiti funzionali e tecnologie di base:

Consapevolezza fisica: mentre i CPS di seconda generazione registrano solo una parte limitata del loro ambiente, i CPS di terza generazione hanno bisogno della capacità di percepire l'intero ambiente fisico, comprese le informazioni su tutti gli attori umani e tecnici e le loro condizioni, come la posizione esatta di un pezzo o il numero di dipendenti in una catena di montaggio. Questa capacità può essere descritta come consapevolezza fisica ed è ottenuta mediante vari sensori e tecnologie Auto-ID (cfr. Geisberger & Broy, 2012b, p. 138). Per coordinare i processi, gli oggetti dotati di sensori devono anche essere in grado di comunicare e interagire tra loro, cosa che può essere realizzata con reti di sensori senza fili (WSN) (cfr. Song, Fink, & Jeschke, 2017a, p. 29.250). L'allineamento delle informazioni provenienti da diversi sensori è necessario per ricevere una figura virtuale e olistica dei processi in corso.

Azione pianificata e preventiva (semi-) autonoma: I CPS hanno bisogno della capacità di agire in modo parzialmente o totalmente autonomo per aumentare la flessibilità dei processi. La capacità di prendere decisioni autonome può essere messa in pratica attraverso una valutazione della situazione a più criteri, che consente al CPS di analizzare, interpretare e valutare le situazioni in tempo reale sulla base di criteri precedentemente definiti. Per risolvere questo compito, le informazioni sull'ambiente fisico di un oggetto sono allineate a modelli di dominio, in grado di modellare le interrelazioni e di derivare possibili azioni. La situazione reale richiede la considerazione di molteplici variabili interagenti: Tutti gli attori, gli oggetti e gli esseri umani, il loro comportamento e le loro interazioni devono essere presi in considerazione.

Un concetto correlato è l'Intelligenza Artificiale (IA) (cfr. Geisberger & Broy, 2012a, p. 129 ss.). Con il termine “intelligenza artificiale” si fa riferimento alla capacità degli oggetti e delle macchine "di svolgere compiti che richiederebbero intelligenza se eseguiti da esseri umani" (Kumar, 2008, p. 6). Gli oggetti e le macchine potenziate dell'intelligenza artificiale sono in grado di gestire situazioni nuove e sconosciute, in quanto raccolgono costantemente conoscenze e sono in grado di trarre conclusioni sulle reazioni appropriate. L'IA è già presente in diverse applicazioni: i sistemi di monitoraggio a telecamera possono rilevare e segnalare situazioni pericolose in luoghi pubblici. Nel settore medico, le operazioni ad alto rischio possono essere eseguite con bracci robotici ad alta precisione (cfr. Dengel, 2011a, pag. 391). Una questione problematica legata alla valutazione della situazione multicriteri e dell'IA è la valutazione di obiettivi contrari. Un esempio drastico può essere trovato nei veicoli autonomi, che potrebbero salvare la vita dei loro passeggeri, ma allo stesso tempo mettere in pericolo quella dei pedoni. L'industria, la politica e la legislazione dovranno affrontare la sfida di trovare risposte a questo tipo di questioni morali in futuro (cfr. Geisberger & Broy, 2012a, p. 130).

Cooperazione e negoziazione: per dispiegare tutto il loro potenziale, un CPS deve avere la capacità di cooperare e negoziare con altri CPS. Le basi tecniche per la collaborazione di diversi CPS sono sistemi multi-agente, dove il termine agente si riferisce a CPS autonomi (cfr. Geisberger & Broy, 2012a). Inizialmente ogni agente persegue i propri scopi e obiettivi, ha preferenze individuali e conoscenze preliminari specifiche, che influenzano il modo in cui un agente interagisce con il suo ambiente (cfr. Monostori, Váncza, & Kumara, 2006a).

L'integrazione di diversi CPS, inizialmente indipendenti, in un sistema intelligente e collaborativo, si chiama Cyber-Physical Production System (Sistema di produzione ciberfisica) (CPPS). Combinando le loro conoscenze e capacità, "un sistema multi-agente può occasionalmente risolvere problemi che superano i limiti della competenza dei singoli agenti e/o può mostrare un comportamento emergente che non può essere derivato dai meccanismi interni dei componenti" (Monostori et al., 2006a). I tradizionali sistemi di controllo centralizzato sono troppo lenti per reagire in modo flessibile ai cambiamenti di produzione. I sistemi multi-agente adottano un approccio decentralizzato, che consente a CPPS di coordinare in tempo reale processi quali la pianificazione della produzione, l'allocazione delle risorse, la pianificazione e il controllo della produzione (Monostori et al., 2006a). Un'applicazione esemplare è l'utilizzo di sistemi multi-agente per progettare una strategia di pianificazione flessibile: in caso di eventi imprevisti, come il guasto di una macchina, più CPS condividono informazioni rilevanti e collaborano per personalizzare automaticamente il flusso di materiale (Kouiss, Pierreval, & Mebarki, 1997a). I sistemi multi-agente facilitano anche la collaborazione oltre i confini aziendali. I processi lungo l'intera catena di fornitura possono essere coordinati e ottimizzati in tempo reale, consentendo ai fornitori di compensare le fluttuazioni delle vendite in qualsiasi momento o di reagire a cambiamenti di prodotto a breve termine.

La figura 2.3 mostra schematicamente la collaborazione di diversi agenti al di là dei confini organizzativi.

Fig 2.3: Schema generico del sistema multiagente per (Monostori et al., 2006a; Russell, Russell, & Norvig, 2010)

Interazione uomo-macchina: Nonostante la capacità del CPS di auto-organizzarsi e migliorare l'intera catena di processi, gli esseri umani giocano un ruolo chiave nell' I4.0. L'obiettivo non è la soppressione degli operatori umani fuori dagli impianti; l'I4.0 punta tutto sull'ottimizzazione dei processi per aiutare i dipendenti a raggiungere una creazione di valore superiore. Il CPS può essere di supporto all'uomo in diversi modi durante la produzione: in primo luogo, può fornire informazioni rilevanti sui processi di produzione, il che consente ai dipendenti di monitorare i processi in tempo reale e di intervenire se necessario. Infine, gli esseri umani sono sempre l'autorità finale nelle applicazioni I4.0 (cfr. Bauernhansl et al., 2014, p. 78 ss.). Le applicazioni ciberfisiche possono essere utilizzate anche per assistere in modo attivo i dipendenti che svolgono compiti manuali o cognitivi, ad esempio i *data glasses* che guidano i collaboratori nel percorso più breve verso il luogo di stoccaggio, dove trovano il prodotto che stanno cercando (cfr. Borgmeier, Grohmann, & Gross, 2017a, p. 130). Oltre a modalità di interazione innovative come il controllo dei gesti, le capacità di riconoscimento delle intenzioni e dei progetti facilitano la collaborazione tra CPS e gli esseri umani. Il riconoscimento dell'intenzione è la capacità di riconoscere cosa ha in mente un essere umano analizzando le azioni passate o l'impatto di tali azioni. Il riconoscimento dei piani permette al CPS di anticipare le intenzioni e le azioni future basate sul comportamento passato degli esseri umani. Esiste già un certo numero di metodi affidabili basati sulla probabilità e sulla logica per il riconoscimento delle intenzioni e dei piani, ma le ampie possibilità di applicazione del CPS richiedono l'ulteriore sviluppo di metodi innovativi. Ad esempio, il CPS deve essere in grado di riconoscere linee d'azione alternative nell'ambito del raggiungimento degli obiettivi o di adattarsi in modo flessibile alle persone con limitazioni fisiche. Attualmente, i metodi esistenti non sono abbastanza maturi per compiti di questo tipo (cfr. Geisberger & Broy, 2012a, p. 134 ss.).

Un concetto che assomiglia molto alla CPS ed è spesso menzionato in associazione con la quarta rivoluzione industriale è il cosiddetto **Internet delle cose** (IoT). Nella letteratura scientifica si possono osservare principalmente due interpretazioni del termine. In primo luogo, alcuni autori definiscono il termine come la capacità degli oggetti fisici di collaborare tra loro. Dotando "cose" come sensori, attuatori o qualsiasi altro oggetto fisico con adeguate tecnologie dell'informazione e della comunicazione, essi possono comunicare e collaborare attraverso schemi di indirizzamento unici. In termini di CPS, questa interpretazione si riferisce alla loro capacità di cooperare e negoziare per raggiungere un obiettivo comune (cfr. Hermann et al., 2016b, p. 9). Pertanto, il fulcro di queste interpretazioni sta nella capacità delle "cose" di mettersi in rete con altre "cose".

L'altra interpretazione comune definisce l'IoT come l'estensione di internet agli oggetti quotidiani (cfr. Mattern & Flörkemeier, 2010a, p. 107).

Il primo approccio di questa visione risale al 1991, quando MARK WEISER descrisse la sua idea di ubiquitous computing (Computazione ubiqua - Ubicomp) come "integrazione dei computer nel mondo senza soluzione di continuità" (Weiser, 1995). Sia allora come oggi, l'interazione tra gli esseri umani e i computer avviene solitamente attraverso interfacce grafiche per l'utente. Oltre agli impatti negativi sulla salute che il lavoro continuo sullo schermo può avere sui suoi operatori, lo svantaggio principale di tali interfacce utente è che richiedono la piena attenzione dell'operatore e quindi risultano in isolamento dall'ambiente circostante.

Invece di computer che si adattano alle esigenze degli esseri umani, sono gli esseri umani a doversi adattare alle restrizioni dei sistemi informatici. Pertanto, l'idea dell'ubiquitous computing può essere intesa come l'abbandono del concetto dominante delle interfacce grafiche utente e lo sviluppo verso l'integrazione dei computer in oggetti fisici (cfr. Friedewald, Raabe, Georgieff, Koch, & Neuhäusler, 2010a, p. 29).

L'IoT riprende la visione dell'informatica onnipresente e la combina con l'idea che i computer integrati negli oggetti quotidiani possono accedere a Internet in qualsiasi momento e in qualsiasi luogo (cfr. Carretero und García 2014, p.445). L'integrazione di servizi web consente un'ampia gamma di possibilità applicative: gli oggetti di uso quotidiano, la cui funzionalità è stata in precedenza limitata, ricevono improvvisamente nuove e flessibili capacità degli oggetti digitali (cfr. Mattern & Flörkemeier, 2010b, p. 107). Aggiungendo sensori e attuatori, i dispositivi abilitati al web possono anche percepire e interferire direttamente con l'ambiente circostante. In questo modo, il concetto di IoT permette agli oggetti di uso quotidiano di diventare i cosiddetti prodotti intelligenti con capacità completamente nuove:

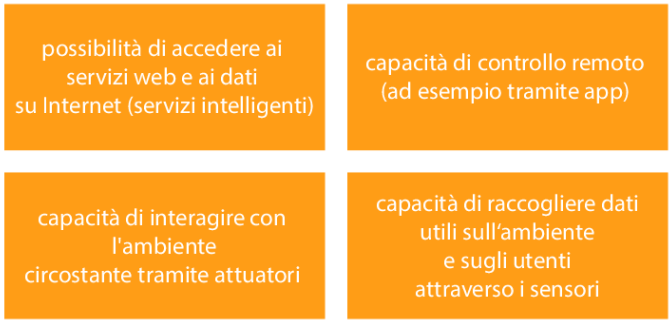


Fig 2.4: Capacità dei prodotti intelligenti (cfr. Eibl e Gaedke 2017, p.2081)

Un esempio comune per i prodotti smart sono i dispositivi domestici intelligenti come i dispositivi di riscaldamento intelligenti, che possono essere azionati a distanza, accedere alle previsioni del tempo su Internet e misurare la temperatura di una stanza per garantire un'atmosfera piacevole.

All'interno di questa interpretazione, le "cose" possono anche collegarsi in rete con altre "cose", ma l'attenzione si sposta verso i vantaggi che ne derivano, quando i computer integrati e i servizi Internet supportano gli esseri umani nella loro vita quotidiana. Secondo una ricerca di mercato di Gartner, nel 2017 esistevano circa 8,4 miliardi di dispositivi di rete, dai fitness tracker alle soluzioni per la casa intelligente. Entro la fine del 2020, gli esperti prevedono oltre 20,4 miliardi di prodotti intelligenti e si aspettano un enorme potenziale di creazione di valore per le imprese (cfr. Jansen 2017).

Oltre ai prodotti, anche i processi di ingegneria cambieranno.

I sistemi CPS e qualsiasi prodotto intelligente raccolgono, condividono ed elaborano costantemente grandi quantità di dati.

Contemporaneamente, più di 3,2 miliardi di esseri umani, con una tendenza crescente, entrano in Internet tramite computer, laptop e smartphone, generando ancora più dati (cfr. eMarketer. n.d. 2017). In 60 secondi vengono caricate circa 243'000 immagini su Facebook, oltre 3,8 milioni di ricerche su Google e vengono creati 120 nuovi account su LinkedIn. Alla fine di ogni minuto, 400 ore di nuovo materiale video saranno caricate su YouTube e più di 350.000 tweet saranno inviati su Twitter (cfr. Go-Globe 2016; statista 2018). Quando si parla di grandi quantità di dati nel contesto di I4.0, è spesso citato il termine Big Data. Alla domanda su cosa siano i Big Data si può rispondere con queste tre proprietà centrali (cfr. Gandomi und Haider 2015, p.138):

1. Volume: come fa intendere la parola "big", il termine Big Data si riferisce a insiemi di dati di tera-, peta- ed eventualmente anche zetabyte che sono troppo grandi per essere gestiti dalle tecnologie informatiche tradizionali.
2. Varietà: Big Data include dati strutturali eterogenei provenienti da varie fonti, come i risultati delle misurazioni dei sensori, il caricamento di immagini dai social network o file audio dai servizi di streaming.
3. Velocità: questa caratteristica si riferisce all'alto tasso di flusso di dati e di crescita di Big Data (cfr. Gandomi & Haider, 2015, p. 138) (cfr. Katal, Wazid, & Goudar, 2013, p. 404).

In base a queste proprietà, i Big Data possono essere interpretati come una grande quantità di dati in continuo flusso e crescita, provenienti da tutti i tipi di fonti.

Le tecnologie informatiche tradizionali non sono in grado di gestire tali dati, dove "acquisizione, memorizzazione, ricerca, condivisione, analisi e visualizzazione dei dati" costituiscono il problema principale (Ohlhorst, 2012).

Gli esperti della scienza, della politica e dell'economia ritengono che in futuro i Big Data saranno "un importante motore di innovazione e una significativa fonte di creazione di valore e vantaggio competitivo" (Tan et al. 2015, p.1). La capacità di elaborare e analizzare i Big Data con tecnologie ad alte prestazioni e tecniche innovative di analisi dei dati consente alle aziende di estrarre informazioni rilevanti sui loro prodotti, clienti, concorrenti o fornitori. Vaste quantità di dati possono essere gestite in breve tempo, con enormi incrementi di efficienza. Inoltre, i modelli e le correlazioni nei Big Data possono indicare gli sviluppi e le tendenze future del mercato e quindi possono contribuire alla competitività delle aziende e guidarle nelle loro decisioni strategiche (cfr. Sagiroglu und Sinanc, Duygu 2013, p.42; Wamba et al. 2015, p.234).

A causa del suo potenziale di creazione di valore, i dati, e in particolare i Big Data, sono talvolta definiti l'olio del futuro (cfr. Jodlbauer und Schagerl 2016, p.1475; Jodlbauer 2016). Esempi di applicazioni di successo dimostrano l'enorme potenziale dei Big data: utilizzando tecnologie e software Big Data, Visa ha ridotto da un mese a soli 13 minuti il tempo di elaborazione dei dati delle carte di credito a due anni, che comprendeva circa 73 miliardi di transazioni. Irritato per l'eccessivo prezzo del biglietto pagato per il suo volo, il professore di informatica Etzioni ha sviluppato il programma Farecast, che ha analizzato 200 miliardi di dati sui prezzi dei voli per prevedere gli ulteriori sviluppi dei prezzi. Nel frattempo, il programma è stato integrato nel motore di ricerca Bing di Google e aiuta i clienti a risparmiare in media 50 dollari prevedendo i prezzi futuri (cfr. Mayer-Schönberger und Cukier 2013, p.62).

L'estrazione di informazioni e approfondimenti rilevanti da Big Data richiede i processi di Data Management (gestione dei dati) e Data Analytics (Analisi dei dati), che si articolano in cinque fasi distinte, come mostrato in figura 5.

Applicando diverse tecniche e approcci di analisi, le aziende possono ottenere informazioni sugli incidenti passati, come la riduzione del numero delle vendite e identificare le ragioni dei problemi (Descriptive Analytics), ma possono anche essere utilizzate per prevedere gli sviluppi futuri, come le tendenze di mercato, l'andamento dei prezzi o i guasti delle macchine (Predictive Analysis) e identificare le motivazioni degli sviluppi futuri (Prescriptive Analysis) (cfr. Bolt 2015, p.674). Nonostante i progressi nelle tecniche analitiche, numerosi autori sottolineano che la Big Data Analytics ha bisogno di ulteriori ricerche per migliorare la qualità dei processi e dei risultati. Ad esempio, l'individuazione dell'ironia e del sarcasmo nei documenti di testo non strutturati è ancora una sfida per le tecniche di analisi dei testi: In un test condotto sulla piattaforma di Twitter, solo il 71% dei messaggi è stato correttamente classificato come sarcastico o non sarcastico (cfr. Forslid und Wikén 2015, p.39). Inoltre, in particolare in termini di analisi predittiva, i metodi statistici tradizionali sono spesso inadatti in quanto sono significativi per aree di test più piccole e quindi possono portare a una distorsione dei risultati dei Big Data (cfr. Gandomi und Haider 2015, p.144). Per condividere, comunicare e discutere le intuizioni della Big Data Analytics, sono necessarie tecniche e strumenti di visualizzazione adeguati, in quanto gli esseri umani possono percepire meglio le informazioni quando queste sono trasmesse in forma grafica. I sistemi di raccomandazione di visualizzazione (Visualization Recommendation Systems) possono essere di supporto alle aziende durante la visualizzazione suggerendo raffigurazioni adeguate in base alle caratteristiche dei dati, al tipo di problema o alle preferenze individuali e possono quindi fornire interessanti spunti di riflessione sui risultati (cfr. Kaur und Owonibi 2017 - 2017, p.266; Nikos Bikakis 2018, p.6).

Naturalmente, anche la sicurezza dei dati e la privacy giocano un ruolo importante in questo concetto legato all'I4.0. I paradigmi di sicurezza e privacy discussi in precedenza devono essere presi in considerazione nello sviluppo e nell'implementazione di applicazioni Big Data (si veda fig. 3). Le leggi sulla protezione dei dati e la raccolta e l'analisi

dei Big Data spesso sembrano a prima vista incompatibili. Mentre la raccolta e l'analisi di dati tecnici, come i dati provenienti da sensori, spesso non sono giuridicamente innocui, il trattamento dei dati personali è strettamente regolamentato dalla legge. Per dati personali si intendono tutti i dati che consentono di trarre conclusioni sulle circostanze personali o fattuali di una persona fisica specifica o identificabile.

Ad esempio, la legge tedesca sulla protezione dei dati richiede che la raccolta di dati personali venga evitata o almeno ridotta al minimo. Inoltre, i dati devono essere raccolti, elaborati e utilizzati solo per uno scopo specifico e qualsiasi modifica dello scopo richiede il consenso della persona i cui dati sono raccolti. Nelle applicazioni per i Big Data, questi principi relativi ai dati personali non possono essere applicati praticamente, in quanto i Big Data sono costituiti da grandi quantità di dati eterogenei e in costante crescita provenienti da fonti di ogni tipo. Una soluzione è l'anonimizzazione di tutti i dati personali, sia cancellando tutte le funzioni che consentono l'identificazione permanente, sia raggruppando i dati in modo che l'assegnazione ad una persona non sia più possibile (cfr. Dorschel und Nauerth 2013). A seconda del paese in cui le aziende desiderano raccogliere i dati, le stesse devono adattare le loro applicazioni Big Data alle rispettive leggi.

I concetti di CPS e Big Data mostrano che i dati sono uno degli elementi centrali di I4.0. I dati sono costantemente raccolti, elaborati, condivisi e analizzati per gestire, controllare e ottimizzare i processi e generare conoscenza. Pertanto, le applicazioni I4.0 richiedono potenti risorse informatiche per gestire tutti i dati come lo spazio di archiviazione, reti sicure o strumenti di visualizzazione intuitivi, ma le risorse informatiche spesso comportano investimenti elevati e sono relativamente poco flessibili. Le aziende devono pagare l'intero prezzo, sia che utilizzino un software una volta al mese o una volta al giorno. In questo contesto, il termine Cloud Computing descrive un nuovo modello operativo, che mira a ridurre i costi e ad aumentare la flessibilità per gli utenti (cfr. Zhang et al. 2010, p.7 f.).

L'Istituto Nazionale di Standard e Tecnologia (NIST) definisce il Cloud Computing come segue:

"Il cloud computing è un modello che consente l'accesso ubiquo, comodo e on-demand a un pool condiviso di risorse informatiche configurabili (ad esempio, reti, server, storage, applicazioni e servizi) che possono essere rapidamente fornite e rilasciate con il minimo sforzo di gestione o di interazione con il service provider" (Mell und Grance 2011, p.2). Invece di risorse inflessibili, come le applicazioni, che sono stazionarie, installate sui computer, gli utenti del cloud accedono alle risorse di cui hanno bisogno in qualsiasi luogo, in qualsiasi momento e da qualsiasi dispositivo abilitato al web.

In generale, esistono tre diversi modelli di servizio di Cloud Computing:

- Software come servizio (SaaS): gli utenti non installano applicazioni sul proprio computer, ma possono accedere alle applicazioni su una rete cloud in qualsiasi momento e in qualsiasi luogo e quindi possono collaborare con altri utenti su progetti nel cloud. Le applicazioni sono gestite, installate e aggiornate dai fornitori di servizi cloud in modo che le aziende non debbano mantenere la propria infrastruttura o qualsiasi altro componente. Esempi comuni di SaaS sono i programmi di posta elettronica o i sistemi di pianificazione delle risorse aziendali.
- Piattaforma come servizio (PaaS): in questo modello di servizio, gli utenti hanno accesso a un ambiente cloud in cui sono dotati dell'infrastruttura necessaria per sviluppare, gestire e distribuire le proprie applicazioni. Oltre allo spazio di archiviazione e ad altre risorse IT, gli utenti hanno accesso a strumenti, linguaggi di programmazione e servizi predefiniti che facilitano lo sviluppo, la personalizzazione, il testing e l'hosting delle proprie applicazioni. I team di sviluppo distribuiti nello spazio possono lavorare su più progetti contemporaneamente. I fornitori sono responsabili della gestione della sicurezza, dei sistemi operativi, del software server e dei backup.
- Infrastruttura come servizio (IaaS): Gli utenti dispongono di risorse informatiche fondamentali come server, storage e componenti di rete. Possono caricare ed avviare software o piattaforme nel cloud, per cui il fornitore garantisce la disponibilità e l'affidabilità dell'infrastruttura fornita (cfr. Mell und Grance 2011, p.2 f.; IBM 2018).

  A seconda delle loro esigenze, le aziende possono scegliere e passare da un modello di servizio all'altro.

Rispetto alle soluzioni convenzionali, il Cloud Computing consente alle aziende di ridurre significativamente i costi. In primo luogo, non è necessario effettuare investimenti in anticipo, poiché le aziende pagano solo per il servizio e le

risorse che stanno effettivamente utilizzando. Allo stesso tempo, i costi operativi possono essere ridotti riducendo in modo flessibile le risorse quando non sono necessarie.

Al contrario, nei momenti di elevato traffico di dati, le risorse possono essere facilmente espanse e quindi consentire la copertura dei picchi di carico di lavoro. Oltre ai risparmi sui costi e alla maggiore flessibilità, le aziende beneficiano dell'esperienza dei fornitori di cloud computing in termini di manutenzione e sicurezza informatica, in quanto garantire la funzionalità e la sicurezza dei dati fa parte delle loro attività principali (cfr. Zhang et al. 2010, p.7 f.). Nel complesso, il Cloud Computing può essere visto come un fattore abilitante per le applicazioni di I4.0, in quanto fornisce alle aziende e in particolare alle PMI le risorse computazionali di cui hanno bisogno per eseguire le loro applicazioni I4.0.

A causa della grande quantità di terminologie emergenti, molte aziende si sentono sopraffatte nell'affrontare l'argomento di I4.0. Questa sezione fornirà una breve panoramica e una distinzione completa tra visioni e tecnologie di I4.0.

Una delle concezioni centrali dell'Industria 4.0 è la fusione del mondo fisico e virtuale, che può essere realizzata attraverso i cosiddetti Cyber-Physical Systems (CPS) (cfr. Vogel-Heuser et al., 2016a p.58 f.). I CPS presentano l'idea di fondere oggetti fisici e informatici per formare entità che collaborano e interagiscono tra loro. Gli oggetti fisici si riferiscono a qualsiasi elemento naturale o di origine umana, come materie prime, dispositivi tecnici, edifici, processi gestionali o logistici, mentre gli oggetti informatici descrivono qualsiasi componente software o hardware (Geisberger & Broy, 2012c). Mentre i CPS si riferiscono a singoli sistemi operativi separati, la connessione di diversi sistemi in termini di produzione si chiama Cyber-Physical Production-Systems (CPPS) (cfr. Wolf, Dollinger, Hees, & Reinhart, 2017).

Il primo approccio di questa visione risale al 1991, quando Mark Weiser descrisse la sua idea di computazione ubiqua come "integrazione dei computer nel mondo senza soluzione di continuità" (Weiser 1991, S. 94). All'epoca come oggi, l'interazione tra gli esseri umani e i computer si realizza solitamente attraverso interfacce grafiche e altre interfacce utente. Oltre agli impatti negativi sulla salute che il lavoro continuo sullo schermo può avere sui suoi operatori, lo svantaggio principale di tali interfacce utente è che richiedono la piena attenzione dell'operatore, e quindi risultano isolate dall'ambiente circostante. Invece di adattare i computer alle esigenze degli esseri umani, questi ultimi sono costretti ad adattarsi alle restrizioni dei sistemi informatici. L'idea di computazione ubiqua può essere intesa come l'abbandono del concetto dominante di interfacce grafiche utente e lo sviluppo verso l'integrazione dei computer in oggetti di uso quotidiano (cfr. Friedewald, Raabe, Georgieff, Koch, & Neuhäusler, 2010b p.29). Dopo la sua prima pubblicazione nel 1991, l'idea di computazione ubiqua (Ubicomp) è stata estesa all'Internet degli oggetti (IoT) (cfr. Mattern & Flörkemeier, 2010c p.1 f.). La visione dell'IoT è quella di includere oggetti fisici in internet dotandoli di sensori e identificatori basati su IP (cfr. Weinberger, Bilgeri, & Fleisch, 2016 p.445). L'integrazione aggiuntiva dei servizi web consente un'ampia gamma di opportunità applicative: gli oggetti di uso quotidiano, la cui funzionalità è stata in precedenza limitata, ricevono improvvisamente nuove e flessibili capacità degli oggetti digitali (cfr. Mattern & Flörkemeier, 2010c p.107). Un esempio popolare per l'utilizzo dell'internet degli oggetti sono i dispositivi intelligenti per la casa, che possono essere azionati a distanza, ad esempio tramite applicazioni su smartphone o addirittura agire autonomamente, come ad esempio un dispositivo di riscaldamento, che misura le temperature o valuta il bollettino meteorologico per mantenere una temperatura piacevole negli ambienti di casa. In generale, l'IoT offre la possibilità di controllare gli oggetti a distanza, di raccogliere informazioni sull'ambiente circostante e consente agli oggetti e ai loro utenti di beneficiare dei servizi Internet (cfr. Eibl, Gaedke, & Gesellschaft für Informatik e. V. (GI) Gesellschaft für Informatik e. V. (GI) Bonn, 2017 p.2081).

In letteratura, la distinzione tra sistemi ciberfisici (CPS), computazione ubiqua (Ubicomp) e Internet degli Oggetti (IoT) non è spesso chiara, e a volte i termini sono addirittura utilizzati come sinonimi. Per queste linee guida, nonostante i diversi punti focali di ogni concetto, poiché hanno tutti la loro origine nella stessa visione fondamentale e sono basati sulle stesse tecnologie, il CPS è inteso come il termine generico per tutti i concetti.
Anche se i diversi termini già citati sono spesso usati come parole d'ordine per I4.0, è ancora difficile immaginare come essi possano contribuire esattamente alla creazione di valore nelle aziende.

Questo elenco di termini importanti per le PMI intelligenti riassume le capacità e le tecnologie di base di CPS e mette in evidenza come la collaborazione con CPS possa aggiungere valore in un sistema di produzione (cfr. Geisberger & Broy, 2012c p.127).

Consapevolezza fisica: Il CPS richiede la capacità di raccogliere informazioni sull'ambiente fisico per poter agire in modo appropriato sui dati in entrata. Questi dati includono informazioni sugli attori umani e tecnici e sulla loro condizione, come la posizione esatta di un pezzo o il numero di dipendenti di una catena di montaggio. I sensori sono utilizzati per fornire queste informazioni. I sensori possono determinare lo stato chimico o fisico, come la temperatura o l'umidità e convertire queste informazioni in un segnale codificato digitalmente (cfr. Geisberger & Broy, 2012c p.127, 138). In termini di identificazione e tracciamento degli oggetti, l'identificazione a radiofrequenza (RFID) è considerata una delle tecnologie chiave. La RFID si basa sui campi elettromagnetici. Ogni oggetto riceve un'etichetta RFID con informazioni specifiche e memorizzate, come il numero di articolo. La tecnologia RFID consente una localizzazione esatta degli oggetti a costi minimi (cfr. Song, Fink, & Jeschke, 2017b p.197). Questo principio offre un grande potenziale applicativo, in particolare in termini di processi logistici come il real-time-tracking (cfr. Song et al., 2017b p.29). Invece di inventari dispendiosi in termini di tempo e costi, che vengono effettuati dai dipendenti, i sensori possono registrare le quantità di prodotti disponibili in qualsiasi momento a costi marginali nulli (Fleisch, Weinberger, & Wortmann, 2014). Per coordinare i processi di produzione, gli oggetti dotati di sensori devono essere in grado di comunicare e interagire tra loro, cosa che può essere realizzata con reti di sensori senza fili (WSN) (cfr. Song et al., 2017b p.29; 250). L'allineamento delle informazioni provenienti da sensori diversi è necessario per ricevere una figura virtuale olistica di processi reali. Un esempio comune per gli oggetti con grande consapevolezza fisica sono i sistemi di trasporti senza conducente che utilizzano sensori per l'orientamento.

Azione pianificata e preventiva (semi-) autonoma: I CPS richiedono la capacità di agire in modo parzialmente o totalmente autonomo per rendere i processi più flessibili. Sulla base delle istruzioni degli operatori umani o delle informazioni raccolte dai sensori, i CPS possono adattare il loro comportamento e interferire nei processi da parte degli attuatori. Gli attuatori convertono i segnali digitali provenienti da sensori o comandi degli operatori in movimenti meccanici, come il movimento di un braccio robotico, o valori fisici di uscita, come il cambiamento di pressione o temperatura (cfr. Geisberger & Broy, 2012c p.138). La capacità di prendere decisioni autonome può essere implementata attraverso una valutazione della situazione a più criteri, che consente ai CPS di analizzare, interpretare e valutare le situazioni in tempo reale sulla base di criteri precedentemente definiti. Per risolvere tali compiti, le informazioni relative all'ambiente fisico di un oggetto sono allineate a modelli di dominio, in grado di modellare le interrelazioni e di derivare possibili azioni. Le situazioni reali richiedono la considerazione di molteplici variabili interagenti: tutti gli attori, gli oggetti e gli esseri umani, il loro comportamento e le loro interazioni devono essere presi in considerazione. Una questione problematica è la valutazione di obiettivi contrari, ad esempio un veicolo autonomo che potrebbe salvare la vita dei suoi passeggeri ma che, allo stesso tempo, potrebbe anche mettere in pericolo quella dei pedoni. Un altro approccio promettente è l'uso dell'intelligenza artificiale (IA) (cfr. Geisberger & Broy, 2012c p.129 ss.). L'intelligenza artificiale è una scienza delle macchine che esegue compiti che richiedono intelligenza quando sono eseguiti da esseri umani. Ciò che può sembrare come una prospettiva futura viene in realtà già utilizzato da varie applicazioni: l'elettronica di consumo avanzata, come gli auricolari adattivi, è in grado di analizzare e attenuare il rumore ambientale. I sistemi di monitoraggio basati su telecamere possono rilevare e segnalare situazioni pericolose in luoghi pubblici. Nel settore medico, le operazioni ad alto rischio possono essere eseguite con bracci robotici ad alta precisione (cfr. Dengel, 2011b p.391).

Cooperazione e negoziazione: Per poter sfruttare appieno il suo potenziale, il CPS richiede la capacità di cooperare e negoziare. L'obiettivo è quello di coordinare in tempo reale i diversi CPS per garantire processi fluidi e un comportamento collettivo e orientato agli obiettivi. Le basi tecniche per la collaborazione di diversi CPS sono i sistemi multiagente (MAS). Il termine agente fa riferimento ad un modulo software che può agire autonomamente. Le interazioni con l'ambiente circostante avvengono tramite sensori e attuatori. Con l'uso di metodi IA, gli agenti ricevono competenze di problem-solving guidate da compiti. Nei MAS, numerosi agenti interagiscono con altri agenti per trovare una soluzione ottimale (cfr. Geisberger & Broy, 2012c p.132). Mentre i tradizionali sistemi di controllo centralizzato sono troppo lenti per reagire in modo flessibile ai cambiamenti di produzione, MAS e CPS in generale perseguono un approccio decentralizzato, che permette di coordinare in tempo reale i processi come la pianificazione della produzione, l'allocazione delle risorse, la programmazione e il controllo della produzione (cfr. Monostori, Váncza, & Kumara, 2006b). Un'applicazione esemplare è l'utilizzo del MAS per progettare una strategia di pianificazione flessibile: il MAS può reagire a eventi imprevisti come un guasto della macchina e personalizzerà automaticamente il flusso di materiale (Kouiss, Pierreval, & Mebarki, 1997b).

Interazione uomo-macchina: Nonostante i robot autonomi e i processi di auto-organizzazione, gli esseri umani giocano un ruolo chiave nell'ambito di I4.0. L'obiettivo non è la sostituzione degli operatori umani: I4.0 mira ad ottimizzare i

processi e ad aiutare i dipendenti a raggiungere la creazione di valore superiore. Il CPS può essere di supporto all'uomo in vari modi durante la produzione: In primo luogo, possono fornire informazioni rilevanti sui processi produttivi, il che consente ai dipendenti di monitorare i processi in tempo reale e di intervenire se necessario. Infine, gli esseri umani sono sempre l'autorità finale nelle applicazioni I4.0 (cfr. Vogel-Heuser et al., 2016a p.78 ss.). Le applicazioni ciberfisiche possono essere implementate anche per assistere attivamente i collaboratori che svolgono compiti manuali o cognitivi. Ad esempio, gli esoscheletri possono portare a una maggiore efficienza e a sequenze di movimento ergonomiche del loro supporto (cfr. Cernavin, Schröter, & Stowasser, 2017 p.38). Un'altra possibile applicazione sono i data glasses nei processi logistici: questi possono guidare i dipendenti nel percorso più breve per raggiungere il magazzino, dove trovano il prodotto che stanno cercando. Contemporaneamente, i data glasses possono funzionare come scanner di codici a barre e aggiornare immediatamente la lista dell'inventario. In questo modo si riducono al minimo i tempi di ricerca e gli errori e, inoltre, il collaboratore ha entrambe le mani libere (cfr. Borgmeier, Grohmann, & Gross, 2017b p.130).

Al fine di ottimizzare le interazioni tra gli esseri umani e le macchine, invece di tastiere e monitor, gli esseri umani hanno bisogno della possibilità di interagire con macchine più intuitive, ad esempio attraverso gesti o voce. Negli ultimi anni sono state sviluppate numerose applicazioni come il modulo di controllo Kinect di Microsoft (cfr. Geisberger & Broy, 2012c p.134), che può essere utilizzato per supportare i dipendenti durante i processi produttivi.

Cloud computing: per elaborare la massa di dati raccolti, utilizzati e memorizzati in CPPS, sono necessarie tecnologie dell'informazione ad alte prestazioni. I termini Big Data e Cloud Computing sono spesso menzionati in questo contesto (cfr. Vogel-Heuser et al., 2016a p.572 f.). Il termine Big Data si riferisce a "set di dati troppo grandi per i sistemi di elaborazione dati tradizionali e che richiedono quindi nuove tecnologie" (Provost & Fawcett, 2013 p.54). Uno degli obiettivi è quello di essere in grado di elaborare l'elevata quantità di dati e quindi di estrarre informazioni e conoscenze rilevanti attraverso l'uso di algoritmi. Questa procedura si chiama data mining. Le informazioni estratte possono essere utilizzate dalle aziende per ottenere un vantaggio competitivo, ad esempio prevedendo le tendenze di marketing (cfr. Provost & Fawcett, 2013 p.51-59).

Il data mining può essere utilizzato anche per migliorare i processi produttivi: Durante il progetto EIDOdata, ad esempio, gli scienziati sono stati in grado di sviluppare un software che è in grado di analizzare i dati di processo e ricavare potenzialità di ottimizzazione in termini di energia e consumo di materie prime (Eidodata, n.d.d.-a; Schebek, Kannengießer, & Campitelli, 2017a p.45). D'altra parte, il cloud computing si riferisce alla fornitura di infrastrutture IT come il software o lo spazio di archiviazione, intesi come servizi web via internet. I vantaggi principali si possono trovare in termini di accessibilità e scalabilità: gli utenti possono accedere ai servizi web da qualsiasi dispositivo mobile. È possibile attivare immediatamente risorse aggiuntive come un maggiore spazio di archiviazione (cfr. Baun, Kunze, Nimis, & Tai, 2011 p.1 f.).

L'obiettivo generale di I4.0 si può trovare nel concetto di "smart factory ", fabbrica intelligente. Con il termine "fabbrica intelligente" si intende una fabbrica che utilizza le tecnologie e le idee di cui sopra per ottimizzare i processi lungo l'intera catena del valore. Sebbene le tecnologie non siano ancora abbastanza mature, gli esperti ipotizzano che all'interno di una fabbrica intelligente, oggetti, macchine ed esseri umani saranno in grado di cooperare nel modo più efficiente e consentire processi di produzione altamente flessibili fino a prodotti personalizzati al costo della produzione di massa (cfr. Radziwon, Bilberg, Bogers, & Madsen, 2014 p.1184-1189; cfr. Vogel-Heuser et al., 2016a p.633).

3.5. Come l'Industria 4.0 e la Smart Engineering stanno cambiando il ciclo di vita del prodotto

Grazie alle sue varie caratteristiche, l'Industria 4.0 apre opportunità completamente nuove per aziende di ogni dimensione e settore industriale. Guardando indietro al ciclo di vita dei prodotti, la prima sfida per le aziende è stata lo sviluppo rapido ed efficiente di prodotti in grado di soddisfare i desideri e le esigenze di clienti mirati. In primo luogo, I4.0 permette innovazioni di prodotto, che possono dare maggior valore ai clienti (vedi capitolo 5). In questo contesto, la parola d'ordine IoT è spesso usata per descrivere oggetti con accesso al web con identificazione e sensori. Oltre alle innovazioni di prodotto, le aziende possono beneficiare di risparmi in termini di tempo e costi durante i processi di sviluppo (capitolo 5). Ad esempio, le tecnologie di realtà aumentata possono essere viste come una grande opportunità per aumentare l'efficienza in questa fase. Consente la progettazione virtuale dei prototipi e anche la modifica virtuale delle caratteristiche del prodotto, come colori o materiali e l'introduzione virtuale di funzionalità senza costi aggiuntivi

di materiale e di produzione. Inoltre, tutte le modifiche fornite possono essere documentate automaticamente e in modo trasparente (cfr. Borgmeier, Grohmann, & Gross, 2017c p.127 f.).

In termini di **logistica**, grandi potenzialità si presentano lungo l'intero ciclo di vita di un prodotto (vedi figura xxx). Il monitoraggio in tempo reale dell'inventario nel magazzino, la tracciabilità dei prodotti e il monitoraggio tramite tecnologie di sensori come l'RFID sono solo alcune delle applicazioni promettenti che possono aumentare l'efficienza.

I processi di produzione e montaggio possono essere ottimizzati in termini di qualità, flessibilità ed efficienza, contribuendo così anche alla sostenibilità (capitolo 2). Il CPS può essere utilizzato come sistema di assistenza, come gli esoscheletri o i display montati nei data glasses. Mentre le informazioni rilevanti spesso non sono disponibili o sono insufficienti nelle aziende di oggi, i sistemi di assistenza consentono di visualizzare le informazioni rilevanti in tempo reale. Inoltre, possono supportare i dipendenti, ad esempio visualizzando le istruzioni di lavoro (capitolo 6). I CPS, come i robot autonomi, possono eseguire compiti fisicamente impegnativi o inefficienti se eseguiti dai dipendenti. I diversi CPS che lavorano insieme hanno la capacità di regolare e ottimizzare i processi produttivi completi in tempo reale. I processi decisionali decentrati rappresentano un nuovo livello di velocità e flessibilità (capitolo 2).

I passi successivi del ciclo di vita del prodotto (vedi figura xxx) sono il marketing, le vendite e la distribuzione (capitolo 5). Soprattutto nel caso dell'e-commerce, un elevato numero di resi mette a dura prova le aziende e l'ambiente. Le immagini online differiscono dalle aspettative dei clienti sul prodotto reale e quindi vengono rispedite (cfr. Deges, 2017a p.1 ss.). I clienti possono essere supportati durante i processi decisionali, ad esempio attraverso l'uso di tecnologie di realtà aumentata e di realtà virtuale. Queste tecnologie consentono ai clienti di testare i prodotti e le loro diverse caratteristiche prima di ordinare un prodotto online e possono quindi contribuire a ridurre i resi. Inoltre, i Big Data possono essere utilizzati per valutare le preferenze di uno specifico gruppo di clienti e personalizzare le raccomandazioni sui prodotti (Deloitte, 2017a).

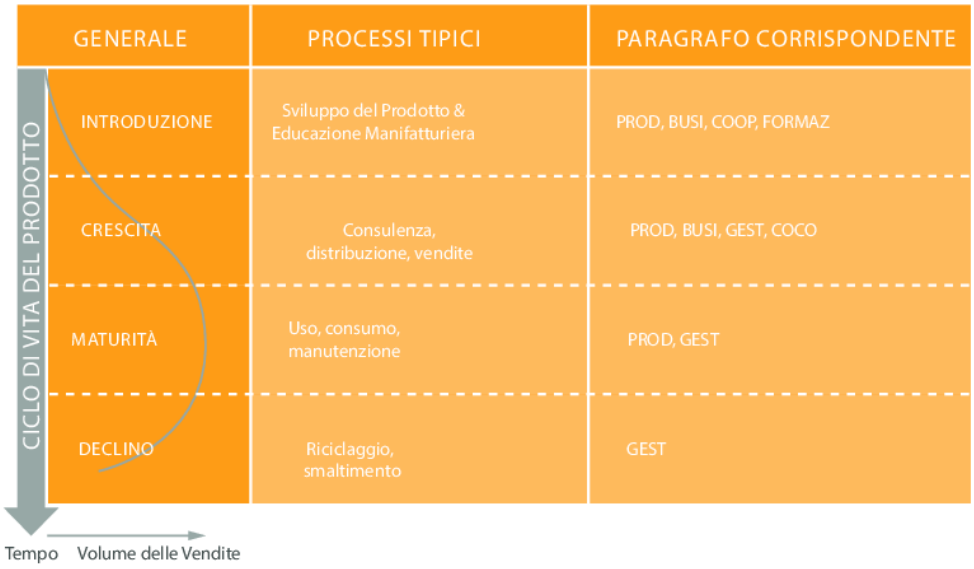
Durante **l'utilizzo** del prodotto, i clienti possono beneficiare di funzionalità aggiuntive di prodotti intelligenti e di un prodotto migliore (capitolo 5). Allo stesso tempo, le aziende possono beneficiare di dati aggiuntivi, come il consumo energetico dei loro prodotti, che possono essere utilizzati per rilevare i difetti e ottimizzare i prodotti. In termini di manutenzione, tecnologie come le stampanti 3D possono rappresentare un'alternativa economica per la produzione di pezzi di ricambio o data glasses, che possono supportare i tecnici durante la riparazione visualizzando le fasi successive o le possibili cause di guasto (Deloitte, 2017a).

Inoltre, nell'ambito del **riciclaggio**, le tecnologie I4.0 possono migliorare i processi. Ad esempio, i sensori sono già utilizzati per lo smistamento automatico dei materiali e possono quindi contribuire ad aumentare le percentuali di riciclaggio (Eidodata, n.d.-b; Schebek, Kannengießer, & Campitelli, 2017b p.45).

Sintesi: l'Industria 4.0 può migliorare i processi lungo l'intera catena del valore in termini di qualità, tempo, efficienza, sostenibilità e flessibilità. Le applicazioni presentate in questo capitolo hanno lo scopo di dimostrare le capacità delle tecnologie I4.0 e fornire un orientamento. Vista la quantità di tecnologie e prospettive emergenti, si andrebbe oltre il campo di applicazione delle presenti linee guida per elencare un maggior numero di applicazioni. Ma è proprio qui che si dispiega la forza di I4.0: combinare diverse tecnologie per progettare soluzioni innovative. I prossimi paragrafi hanno lo scopo di guidare le aziende nel processo di individuazione delle potenzialità di I4.0 all'interno del proprio business. Queste linee guida potrebbero anche ispirarle in termini di formulazione di una strategia I4.0 coerente, nonché di derivazione e implementazione di misure concrete per raggiungere i loro obiettivi di business.

3.6. Applicazioni dell'Industria 4.0 nel corso del ciclo di vita del prodotto

Anche se diversi autori sottolineano il potenziale di I4.0 nel migliorare i processi lungo l'intero ciclo di vita del prodotto, molte pubblicazioni si concentrano solo su specifici sottosettori come la logistica (cfr. Bousonville 2017) o i processi di produzione (cfr. Spath et al. 2013). Pertanto, questa parte ha lo scopo di riportare le possibili applicazioni di I4.0 lungo l'intero ciclo di vita del prodotto riprese da diverse pubblicazioni. Data la varietà delle tecnologie emergenti e delle loro tante possibilità, la seguente compilazione non prenderà in considerazione tutte le possibili applicazioni. Punta invece a fornire una panoramica concisa, ma esaustiva, ai lettori interessati e a incoraggiare ulteriori ricerche.



Il ciclo di vita tipico del prodotto è illustrato nella figura 2.5.

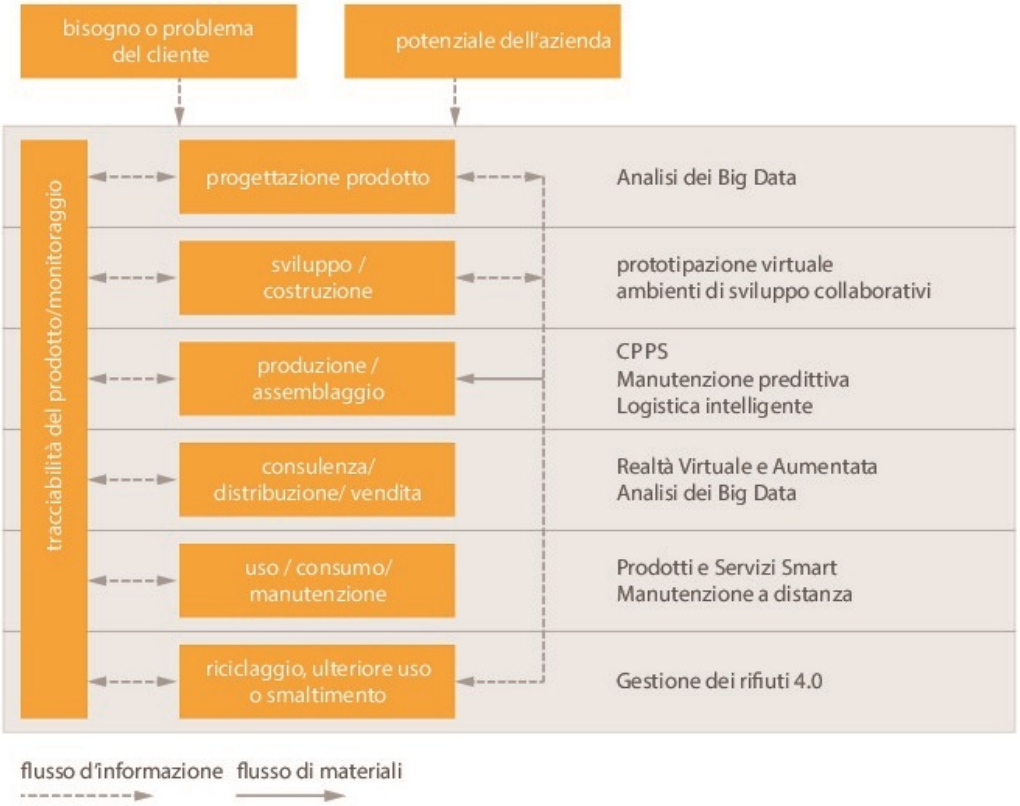


Fig. 2.5: Ciclo di vita del prodotto con i flussi di lavoro

Il punto di partenza per l'innovazione o l'invenzione di un prodotto di successo è avere un'idea. L'idea può scaturire dalle esigenze o dai problemi di uno specifico mercato o segmento di clientela (cfr. Grote et al. 2014, p.1). Ricercatori e manager riferiscono che i Big Data attualmente sono "un forte motore di innovazione e una fonte significativa di

creazione di valore" (Tan et al. 2015, p.223). I Big Data possono essere utilizzati per ottenere informazioni sulle tendenze attuali e future e possono aiutare le aziende a "comprendere meglio i loro prodotti, clienti e mercati e ciò è cruciale per l'innovazione" (Tan et al. 2015, p.224). Sul mercato esistono già diverse soluzioni con i Big data che sono in grado di analizzare automaticamente dati come le transazioni e le interazioni dei clienti, i contenuti generati dagli utenti o i dati dei social media, e quindi supportare le aziende nel generare idee per le innovazioni (cfr. Markl et al. 2013, p.11). Finora, la trasformazione di queste idee in un prodotto funzionante richiede diverse attività dispendiose in termini di tempo e costi, come i test di fattibilità, gli studi di progettazione, la fabbricazione e il collaudo di diversi prototipi (cfr. Cooper und Centre 1980, p.27 ss.). Le tecnologie di Realtà Aumentata e di Realtà Virtuale possono essere utilizzate per aumentare l'efficienza in questa fase, consentendo la progettazione virtuale dei prototipi. Caratteristiche come il colore, il materiale e le funzionalità possono essere cambiate rapidamente senza costi aggiuntivi di materiale e di produzione, anche i test di funzionamento e le certificazioni possono essere eseguite con prototipi digitali, mentre la documentazione automatica di tutte le modifiche effettuate porta ad una maggiore trasparenza dell'intero processo (cfr. Choi und Cheung 2008, p.477 f.; Borgmeier et al. 2017, p.127 f.; Christoph Runde, p.13). Inoltre, diversi dipartimenti di un'azienda possono lavorare insieme e simultaneamente su prototipi virtuali nei cosiddetti Ambienti di sviluppo collaborativo. Un ambiente di sviluppo collaborativo è uno "spazio virtuale in cui tutti gli stakeholder di un progetto - anche se distribuito nel tempo o a distanza - possono negoziare, fare brainstorming, discutere, condividere conoscenze e in generale lavorare insieme" (Booch e Brown 2003, p.2).

I vantaggi sono evidenti: grazie alla collaborazione di esperti provenienti da diversi settori come la produzione, la logistica o il marketing e alla possibilità di accedere in tempo reale alle informazioni rilevanti, è possibile individuare tempestivamente i potenziali punti deboli di un prodotto e ridurre al minimo i rischi di guasto. Di conseguenza, l'efficienza e la qualità dei processi di sviluppo e la capacità delle aziende di soddisfare le richieste di mercati dinamici e complessi aumentano fortemente.

Le soluzioni di Realtà Virtuale e di Realtà Aumentata sono già utilizzate con successo nelle PMI, ad esempio per realizzare prototipi di sistemi tecnici complessi o per discutere con i clienti di progetti legati ad un prodotto (cfr. Baltes und Freyth 2017, p.36 f.). Una panoramica dettagliata sulle tecnologie future che possono migliorare i processi di sviluppo prodotto è fornita da Rauch et al.

Oltre alla capacità di potenziare i processi di sviluppo (vedi fig. 2.2.2), I4.0 consente alle aziende di sviluppare prodotti con funzionalità completamente nuove. Il prodotto classico in un mondo fisico potrebbe essere integrato da servizi intelligenti e su misura che forniscono un valore aggiunto significativo (cfr. Borgmeier et al. 2017, pag. 113 e segg.). Un esempio comune sono le soluzioni della Smart Home. Il produttore di termostatici Nest offre termostati collegati a Internet, che possono raccogliere dati sul comportamento dell'utente e per ricavare opportunità di risparmio energetico individuali per i clienti (cfr. Kaufmann 2015, p.3).

Un esempio di punta per i prodotti intelligenti e connessi a internet nel settore pubblico si trova nella città di Barcellona. La città ha implementato le soluzioni di **Internet of Everything** per migliorare la gestione dell'acqua, la gestione dei rifiuti, i parcheggi e i trasporti pubblici - tutte soluzioni che aiutano la città a risparmiare denaro. Ad esempio, grazie alla sola gestione dell'acqua tramite internet, la città risparmia 58 milioni di dollari all'anno. Le soluzioni di illuminazione stradale collegata a Internet hanno ridotto i costi di un terzo, facendo risparmiare a Barcellona 37 milioni di dollari all'anno.

E quello che i suoi leader considerano come un vantaggio ancora più importante, è che Barcellona stima che l'Internet of Everything ha creato 47.000 posti di lavoro negli ultimi sette anni" (Camere 2014). Questi due esempi dimostrano che l'I4.0 non solo offre opportunità per aumentare i profitti, ma supporta anche le aziende che hanno a cuore e sono consapevoli della loro responsabilità sociale.

Prima dell'effettiva produzione di un nuovo prodotto, è necessario procurarsi materiali, componenti e unità di montaggio. I costi dei materiali rappresentano circa il 43% dei costi complessivi delle aziende manifatturiere, per cui la riduzione dei costi in questo settore ha un'influenza enorme (cfr. VDI 2016). Big Data consente la raccolta, l'elaborazione e la trasmissione autonoma in tempo reale di dati rilevanti, come i prezzi dei materiali dei diversi fornitori, consentendo così alle aziende di ridurre al minimo i costi dei materiali. Allo stesso tempo, Big Data può aiutare le aziende a risolvere importanti questioni strategiche, come ad esempio le decisioni di acquisto per trovare una soluzione ottimale in termini di costi (cfr. Kleemann e Glas 2017, p.9).

Per quanto riguarda i processi di produzione e assemblaggio, l'I4.0 offre importanti miglioramenti in termini di qualità, flessibilità ed efficienza. Un modo relativamente semplice ed economico per migliorare i processi produttivi è l'introduzione dei sistemi di assistenza I4.0 per il personale di produzione:

I *data glasses* possono mostrare informazioni rilevanti come dati di processo attuali, documentazione tecnica, regole per la manutenzione o istruzioni per la riparazione, migliorando così l'efficienza e la qualità dei processi grazie al supporto mirato dei dipendenti. In caso di guasto del sistema, il campo visivo dell'utente dei *data glasses* può essere trasmesso direttamente all'helpdesk del produttore dell'apparecchiatura interessata, che può quindi offrire un supporto ottimale e aumentare la rapidità del processo di manutenzione (cfr. Bauernhansl et al. 2014, p.488).

Gli esoscheletri intelligenti come Robo-Mates possono essere indossati dai dipendenti nel caso debbano svolgere attività fisicamente impegnative. I sensori integrati registrano lo stress fisico e l'esoscheletro ridistribuisce i carichi pesanti dalla zona delle spalle a tutto il corpo. Di conseguenza, anche i compiti più impegnativi possono essere eseguiti in modo più efficiente, lo stress fisico diminuisce e la salute dei dipendenti viene tutelata a lungo termine (cfr. Fraunhofer IAO 2015).

La combinazione di diverse tecnologie di I4.0 consente di realizzare soluzioni innovative in grado di valorizzare l'intera produzione. La tabella 2.1 mostra una panoramica di alcune applicazioni I4.0 di successo, con conseguente aumento dei ricavi e della qualità dei prodotti.

Azienda	**Applicazione I4.0**
3D-Schilling GmbH	Ogni macchina operatrice è dotata di sensori per la misurazione di utensili e pezzi. L'ulteriore lavorazione avviene solo se tutte le dimensioni rientrano nei limiti di tolleranza. La documentazione automatica delle misure porta ad una maggiore trasparenza e consente di rilevare errori sistematici. Di conseguenza, il fatturato è aumentato del 60% nel primo anno (cfr. Plattform Industrie 4.0).
Habermaass GmbH	Un CPS sviluppato internamente ha la capacità di accedere, arricchire e inoltrare dati importanti come le informazioni sui clienti o i dati anagrafici. In tutte le postazioni di lavoro si crea un collegamento in rete tra CPS, pezzi e macchine di lavorazione. Le informazioni e le specifiche rilevanti vengono trasmesse ai collaboratori in tempo reale. Inoltre, tutti i collaboratori successivi ricevono un feedback sullo stato di lavorazione attuale e sulla posizione dei semilavorati. I tempi di consegna, i costi di stoccaggio e la puntualità potrebbero essere notevolmente migliorati (cfr. Plattform Industrie 4.0)

FlammSyscomp GmbH & Co. KG	I processi di punzonatura sono caratterizzati da un'altissima percentuale di scarto del 40-60%, per cui il Gruppo Flamm è impegnato a sviluppare un processo di punzonatura ottimizzato per i materiali. Sensori e software determinano la posizione di punzonatura ottimale per risparmiare materiale e ridurre gli scarti. Grazie a diverse telecamere, query e sensori, vengono prodotti solo componenti testati al 100% (cfr. Plattform Industrie 4.0).

Tabella 2.1: Esempi di applicazioni di successo dell'Industria 4.0 nella produzione

Gli esempi riportati nella tabella 2.1 rappresentano aziende di diverse dimensioni e dimostrano quindi che la I4.0 non è limitata ad una specifica dimensione aziendale o ad un'unica tipologia di prodotto. La Habermaass GmbH è una grande azienda del settore del mobile, mentre la 3D-Schilling GmbH, con 36 dipendenti, produce forme e pezzi stampati per la produzione di parti in plastica. Le applicazioni dell'I4.0 hanno permesso a queste aziende di migliorare significativamente i loro processi, portando ad una maggiore competitività e redditività.

Un altro concetto promettente di I4.0 con la capacità di aumentare l'efficienza dei processi produttivi è promosso nell'ambito della manutenzione predittiva. Come implica il termine, l'idea di manutenzione preventiva, o predittiva, è quella di utilizzare i dati, registrati da sensori e Big Data Analytics per prevedere e ridurre al minimo i guasti della macchina. Ad esempio, Linde Material Handling, uno dei principali produttori di carrelli elevatori, equipaggia i propri prodotti con sensori che registrano i parametri del veicolo come velocità, accelerazione o carico termico. Insieme alle informazioni rilevanti dell'Enterprise Resource Planning System (ERP), come i rapporti di manutenzione precedente o i rapporti sui danni, è possibile prevedere eventuali guasti della macchina e sostituire i componenti prima che si verifichino i danni (cfr. Lemke et al. 2017, p.179 f.).

L'intera logistica dal ricevimento della merce fino alla produzione e alla spedizione può essere parzialmente o completamente automatizzata. Le scorte, che richiedono molto tempo, possono essere completamente sostituite da scatole di stoccaggio intelligenti, dotate di telecamere che ne rilevano il contenuto e ne determinano in tempo reale l'esatta quantità tramite Cloud. Gli ordini possono essere effettuati automaticamente (cfr. Vogel-Heuser et al. 2016, p.19). I materiali e i prodotti etichettati RFID possono aiutare a monitorare il flusso di merci e portano a una maggiore trasparenza. I veicoli guidati automaticamente sono in grado di trovare autonomamente il percorso ottimale attraverso la produzione e di portare la merce a destinazione in un breve periodo di tempo. Il Fraunhofer Institute ha sviluppato un cosiddetto sistema di trasporto cellulare: i singoli veicoli a guida automatica sono in grado di comunicare tra loro e quindi di adattare le capacità in tempo reale (cfr. Fraunhofer IML 2010).

Dopo il completamento del processo di produzione, consulenza, distribuzione e vendita costituiscono la fase successiva del ciclo di vita del prodotto (vedi fig. 2.3). Le tecnologie di Realtà Aumentata e Realtà Virtuale possono essere utilizzate per aiutare i clienti a trovare il prodotto giusto. Soprattutto per il commercio online, un numero consistente di resi mette a dura prova le aziende e l'ambiente. Le immagini online spesso differiscono dalle aspettative dei clienti sul prodotto reale e quindi vengono restituite (cfr. Deges 2017, p.1 ss.). Queste tecnologie consentono ai clienti di provare i prodotti e conoscere le varie caratteristiche prima di ordinare un prodotto e possono quindi contribuire a ridurre i rapporti di reso. I Big Data possono essere utilizzati in questa fase per valutare le preferenze di una specifica tipologia di clienti e offrire servizi individuali. Inoltre, la previsione dei volumi di vendita può migliorare la disponibilità e i tempi di consegna dei prodotti (cfr. Hood et al.).

Per il cliente, l'uso o il consumo dei prodotti cambierà in quanto un maggior numero di prodotti sarà integrato da servizi intelligenti. Tali servizi offrono ai clienti un valore aggiunto (cfr. Bullinger 2015). I vantaggi non sono generati solo dai prodotti, ma solo dalla combinazione di prodotti e servizi (cfr. Borgmeier et al. 2017).

Questo esempio è già stato discusso nel contesto dello sviluppo del prodotto: il termostato NEST intelligente. Rispetto ai termostati convenzionali, offre il vantaggio di aiutare in modo attivo i clienti a ridurre il consumo energetico sulla base dell'analisi dei dati. I prodotti intelligenti non solo offrono servizi premium, ma favoriscono anche modelli di business innovativi che possono aiutare le aziende ad aumentare il grado di soddisfazione dei clienti. Il produttore di motori Rolls Royce ha rivoluzionato il gioco sui mercati introducendo motori per aerei intelligenti che possono essere

monitorati in tempo reale. Rolls Royce fornisce i motori ai suoi clienti, ma invece di pagare l'intero periodo di prestito, i clienti pagano solo il tempo effettivo di funzionamento. Inoltre, Rolls Royce utilizza i dati raccolti per offrire servizi di manutenzione e riparazione ottimali (cfr. Smith 2013, p.999 f.). Putzmeister, uno dei principali produttori tedeschi di pompe per calcestruzzo e malta, ha introdotto lo stesso modello di business. Invece di vendere le pompe, offrono una soluzione combinata prodotto-servizio e i clienti pagano solo il tempo di utilizzo effettivo delle pompe (cfr. Borgmeier et al. 2017). In entrambi i casi, sia i clienti che i produttori beneficiano del nuovo modello commerciale. Attualmente, un servizio clienti di alta qualità è considerato uno dei fattori chiave per la soddisfazione del cliente e quindi indispensabile per un vantaggio competitivo sostenibile (cfr. Shemwell et al. 1998, pag. 156 segg.). La fornitura di servizi di manutenzione e riparazione può portare ad una maggiore durata dei prodotti in questa fase e quindi può anche influenzare positivamente la soddisfazione del cliente (cfr. Grote et al. 2014, p.1). Oltre all'opportunità di prevedere i servizi di manutenzione o riparazione, l'accesso remoto a Smart Products può accelerare l'intero processo in quanto i tecnici non devono necessariamente essere sul posto per diagnosticare la fonte di un problema o istruire i clienti durante l'installazione o la manutenzione (cfr. Sciocchetti 2015). Inoltre, il monitoraggio e l'accesso remoto ai propri prodotti consente ai produttori di conoscere meglio il comportamento d'uso dei propri clienti. Queste informazioni possono essere utilizzate per ottimizzare i loro prodotti o generare innovazioni di prodotto. Dati attuali requisiti di legge e una maggiore consapevolezza ambientale, il riciclaggio dei prodotti è diventato una priorità assoluta sia per le aziende che per i loro clienti.

La possibilità di riutilizzare i prodotti offre non solo l'opportunità di generare ulteriori profitti, ma può anche essere un fattore influente nel processo di acquisto e migliorare l'immagine dell'azienda (cfr. Nnorom und Osibanjo 2008, p.844). Da un lato, gli ambienti di sviluppo collaborativo durante il processo di sviluppo del prodotto possono aiutare a progettare prodotti riciclabili con la collaborazione di esperti nel campo del riciclaggio. Dall'altro lato, per aumentare la percentuale di riciclaggio è possibile utilizzare i sistemi di differenziazione basati su sensori I4.0 per aumentare la percentuale di riciclaggio. Materie prime preziose come il metallo possono essere rilevate da sensori e computer che calcolano la loro esatta posizione sul nastro trasportatore. Utilizzando aria compressa, i materiali preziosi possono essere separati dal resto dei rottami, il che consente una separazione più pulita del materiale e quindi tassi di riciclaggio più elevati (cfr. Dückert et al. 2015, p.155; VDI ZRE 2017, p.45 f.). Secondo un'indagine condotta tra più di 1000 operatori del settore della gestione dei rifiuti, l'I4.0 consentirà in futuro un'economia circolare – le tecnologie innovative e l'urgenza di risparmiare risorse naturali aumenterà ulteriormente il riciclaggio dei materiali con l'obiettivo di raggiungere un tasso di riciclaggio del 100% (cfr. ISWA 2017).

I concetti e gli esempi applicativi precedentemente discussi relativi al ciclo di vita del prodotto (vedi fig. 2.2) dimostrano la capacità di I4.0 di migliorare le caratteristiche del prodotto e dei processi, e quindi le opzioni per aumentare la redditività e la competitività delle aziende manifatturiere. Gli esempi mostrano solo una minima parte delle possibili applicazioni - la gran quantità di tecnologie esistenti consente soluzioni individuali completamente nuove. Le aziende si trovano quindi di fronte al compito di individuare i fattori decisivi per la loro competitività e di ottimizzare questi fattori attraverso l'implementazione di concetti e tecnologie legate a I4.0.

3.6.1. Esempi di Prodotti Smart

"La Smart Industry digitalizza e integra i processi in tutta l'organizzazione, dallo sviluppo del prodotto e degli acquisti, passando per la produzione, la logistica e i servizi. Tutti i dati relativi alle vendite, ai processi operativi, all'efficienza dei processi e alla gestione della qualità, nonché alla pianificazione delle operazioni sono disponibili in tempo reale, supportati da sistemi ICT e software (ad esempio la realtà aumentata) e ottimizzati in una rete integrata. Integrando nuovi metodi di raccolta e analisi dei dati, le aziende sono in grado di generare dati sull'utilizzo dei prodotti e di perfezionare i prodotti per soddisfare le crescenti esigenze dei clienti finali" (PWC, 2016a).

Nell'ambito del suddetto progetto SMeART, è stata condotto uno studio sui requisiti delle SME (PMI) I4.0 (riferimento alla relazione del WP2). Nella nostra indagine, lo "sviluppo di nuovi prodotti" ha un punteggio elevato quando si tratta di opportunità di implementare soluzioni intelligenti [link Q13]. La tecnologia Internet influisce principalmente sui prodotti stessi. Dopo la consegna, possono informare il fornitore su come vengono utilizzati, il che è utile, ad esempio, se si desidera applicare un modello di business pay per use (3.3.3.3). Possono anche segnalare se è necessaria una manutenzione e possono ricevere aggiornamenti del software. In un certo senso, in questo modo i prodotti prendono vita (van Ede, 2017a). I prodotti intelligenti sono facili da usare, accattivanti (tocco umano) e collegati digitalmente.

Sono progettati per ridurre al minimo i costi totali di esercizio (energia, materiali, trasporti). I prodotti intelligenti hanno un'intelligenza integrata, sono utilizzabili con un'elettronica flessibile in modo che possano comunicare con il loro ambiente (utenti, ma anche eventuali amministratori remoti). I prodotti intelligenti saranno customer-specific (beni strumentali) o addirittura ultra personalizzati (prodotti di consumo). Inoltre, questi prodotti sono progettati per il riutilizzo dei componenti e delle produzioni flessibili (n = 1) ("Smart Industry heeft als ambitie dat Nederland nel 2021 het meest flexibele en het beste digitaal verbonden verbonden productienetwerk van Europa heeft. -Smart Industry," 2018a).

Rendere i prodotti (più) intelligenti è possibile:

- Aggiungendo caratteristiche digitali ai prodotti già esistenti (come fotocamere, sensori e dispositivi di comunicazione per renderli collegati).
- Combinando prodotti digitali e servizi (database), offrendo ai clienti soluzioni complete.
- Utilizzando l'analisi dei dati per creare prodotti come servizi (product-as-a-service) e/o creare una piattaforma online per l'accesso dei clienti ai contenuti e ai servizi basati sui dati
- Attraverso l'integrazione di dati, prodotti e servizi esterni di altre aziende nel proprio portfolio e nella propria piattaforma al fine di svincolare i clienti. Ciò significa cooperazione con altri fornitori e/o integrazione della catena del valore, costruendo un ecosistema incentrato sul cliente.

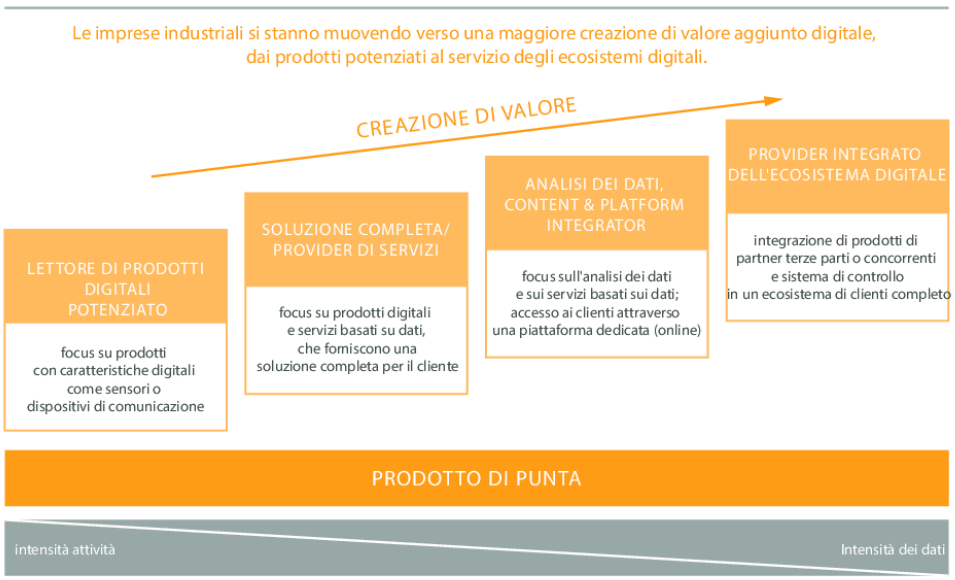


Fig. 2.5: Proposte di valore digitale ("[Nessun titolo]," n.d.d.-a)

Le fabbriche, così come le catene di distribuzione, devono dimostrare la capacità di cambiare le varietà di prodotto in quantità variabili. I clienti ordinano quantità minori con il metodo JIT (Just in Time) e richiedono una personalizzazione. Inoltre, i cicli di vita dei prodotti stanno diventando più brevi. Non è quindi più abbastanza per lavorare in modo lineare, è necessario essere flessibili e agili.

Nell'industria, vengono applicati molti metodi per il miglioramento che forniscono un flusso maggiore e cambiamenti (Lean Production, Six Sigma, TOC, QRM, TPM, Agile, First time Right, Value Stream mapping etc.). "QRM" e "Lean", ad esempio, sono metodi per ridurre i malfunzionamenti in ufficio e nei processi produttivi. Con il QRM, l'obiettivo principale è quello di garantire un'elevata qualità con un'elevata affidabilità di consegna, nonostante la grande variazione degli ordini. Mentre con il Lean, l'enfasi è più sulla riduzione o l'eliminazione degli sprechi nel reparto di produzione. Grazie ad entrambi, ci saranno meno errori e minori costi grazie alla maggiore efficienza.

Un passo importante consiste nell'imparare a pensare in modo diverso in maniera fluida invece che per prodotto, per vedere dove il valore si perde nell'intero processo. L'impiego di manager di linea al posto dei responsabili di produzione, che pianificano e lavorano sulla base della raccolta e dell'analisi dei dati di produzione, è una tendenza visibile nell'industria.

Per progettare, produrre e consegnare prodotti su misura in modo più rapido, è essenziale passare da un processo ETO (Engineering-to-Order) ad un processo CTO (Configure-to-Order). Mentre ETO obbliga a progettare ogni singolo ordine "da zero", il CTO compila ogni ordine a partire dai blocchi di costruzione esistenti. Variando in blocchi costruttivi standardizzati come hardware, software, elettronica, ma anche in blocchi operativi come i sistemi di produzione e le risorse, i clienti otterranno soluzioni su misura attraverso un percorso standardizzato. I vantaggi sono prodotti migliori, meno errori, tempi di commercializzazione più brevi, più tempo per l'innovazione e meno costi (Cadac Group-Create, manage & Information, 2017).

Secondo il nostro sondaggio, l'uso del Computer Aided Design (CAD) è abbastanza comune. I configuratori automatici di prodotto sono molto meno utilizzati [link Q43&Q65]. I controlli di qualità automatizzati dei prodotti sono difficilmente realizzati dalle PMI (link Q49&Q71).

Oltre ai suddetti CAD, le aziende intelligenti utilizzano un'intera gamma di tecnologie computerizzate (CAx) per la progettazione, l'analisi e la produzione di prodotti come la Computer-aided manufacturing (CAM) e la Computer-aided engineering (CAE).

3.6.2. Il framework strategico

Le aziende che cercano un orientamento nella letteratura scientifica in termini di strategia si troveranno subito di fronte al problema di trovare una chiara definizione del termine "strategia". Decine di interpretazioni diverse rendono difficile cogliere l'essenza di cosa vuol dire "strategia".

Una difficoltà comune sembra essere la differenziazione tra efficacia operativa e strategia. È stata sviluppata una serie di strumenti volti ad aumentare l'efficacia operativa. Se da un lato questi strumenti possono raggiungere miglioramenti impressionanti in termini di qualità e velocità di produzione, dall'altro non portano automaticamente ad una redditività sostenibile. Nonostante l'efficacia operativa, le aziende faticano ad acquisire e mantenere i clienti e a mantenere il loro posto nella concorrenza internazionale. Di conseguenza, l'efficacia operativa può essere vista come un requisito per ottenere prestazioni eccellenti, ma la strategia è l'elemento chiave, che consente la sopravvivenza e il successo delle aziende nel lungo periodo (cfr. Porter, 1996). In generale, una strategia di successo deve considerare tre attori chiave sul mercato: la Compagnia i Clienti e i Concorrenti, chiamati anche "le tre C strategiche" (cfr. Ohmae, 1982). L'interazione di questi tre attori del mercato è cruciale per la performance economica di un'azienda. Solo se un numero sufficiente di clienti acquisterà i prodotti e i servizi di un'azienda, questa potrà sopravvivere e ottenere profitti. Pertanto, comprendere le esigenze e le aspirazioni dei clienti è l'elemento chiave di ogni business di successo. Allo stesso tempo, un'azienda deve soddisfare le esigenze dei clienti meglio dei suoi concorrenti, altrimenti perde costantemente parti della quota di mercato (cfr. Ohmae, 1982 p. 48).

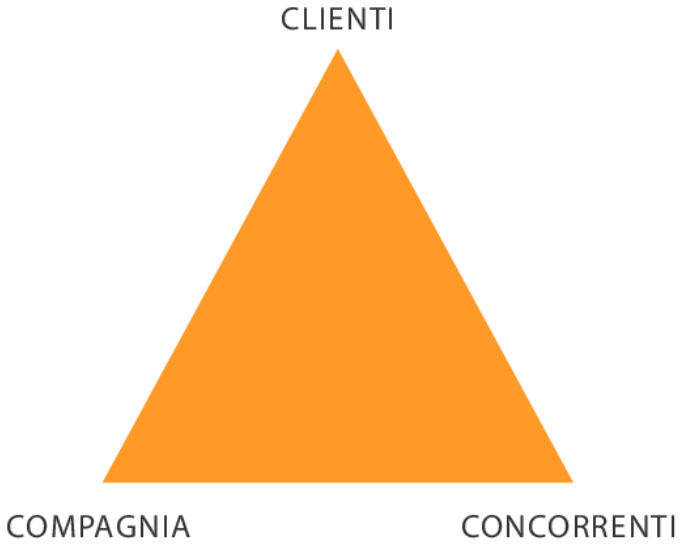


Fig. 2.6: le tre C strategiche (cfr. Ohmae, 1982)

Secondo Porter (cfr. Porter, 1996), le differenze sostenibili tra un'azienda e i suoi concorrenti non emergono da singole attività. Ad esempio, l'introduzione di una nuova tecnologia di produzione potrebbe creare vantaggi competitivi per un certo periodo di tempo diminuendo i costi di produzione, ma le singole misure possono essere valutate e copiate facilmente da altre imprese, il che le fa apparire più simili nel lungo periodo invece di garantire prestazioni eccellenti. È la combinazione di "centinaia di attività necessarie per creare, produrre, vendere e consegnare [....] prodotti e servizi" (cfr. Porter, 1996) a creare distinzione tra un'azienda e un'altra e definisce se un'azienda può creare più valore per i suoi clienti finali rispetto ad altri concorrenti nel lungo periodo. Pertanto, la strategia aziendale consiste nel trovare un mix di attività diverse, il cui potere si sviluppa attraverso il legame unico dei suoi singoli elementi e quindi non può essere facilmente copiato (cfr. Porter, 1996).

Le pubblicazioni scientifiche propongono un'ampia gamma di strumenti e quadri strategici, ma la maggior parte di essi presenta le stesse carenze: questi mirano a sostenere le imprese nella definizione di una strategia, ma raramente offrono un supporto nella deduzione di attività e misure concrete per l'attuazione e l'esecuzione. La definizione di una strategia invece richiede l'astrazione delle complesse e dinamiche interazioni tra le tre C strategiche, in modo che le aziende possano delineare e comprendere gli elementi chiave della concorrenza. L'esecuzione della strategia richiede una comprensione dettagliata delle risorse e dei processi dell'azienda per ricavare misure concrete e valutare precocemente la fattibilità di una strategia (cfr. Richardson, 2005 p.134 f.).

Inoltre, l'importanza dell'attuazione della strategia è spesso trascurata nella letteratura scientifica; molti approcci si concentrano sulla formulazione della strategia e classificano l'attuazione come un allegato alla formulazione piuttosto che un elemento altrettanto importante (cfr. Raps, 2017 p.24 ss.). In teoria, la strategia migliore potrebbe non essere in grado di valorizzare un'impresa se non viene attuata con successo. Soprattutto in termini di I4.0, la complessità richiede un quadro strategico che possa guidare e supportare le aziende dalla definizione di una strategia alla sua esecuzione. Inoltre, uno strumento di successo dovrebbe supportare la comunicazione e consentire processi decisionali trasparenti. Lo scopo di questa sezione è quello di introdurre un quadro olistico e descrivere le singole fasi e gli elementi che lo compongono. Successivamente, per ogni fase, verrà introdotta una selezione di strumenti e metodi che offra una guida pratica per le aziende. Il quadro proposto è riportato di seguito:

Fig. 2.7: Fasi del quadro strategico

L'idea di base del quadro strategico è quella di utilizzare il modello di business dell'azienda come base per sviluppare una strategia I4.0 e dedurre misure concrete.

In generale, un modello di business può essere definito come "la dichiarazione di come un'azienda guadagnerà e sosterrà il suo flusso di profitto nel tempo" (Stewart & Zhao, 2000) e descrive così le interazioni tra un'azienda, i suoi concorrenti e clienti. In termini di strategia, i modelli di business possono essere visti come l'elemento di collegamento tra la strategia di un'azienda in teoria o la sua idea su come competere e i processi concreti, le attività e le risorse che un'azienda impiega per eseguire questa strategia (cfr. Richardson, 2005 p.135). Mentre gli strateghi sono ancora in

disaccordo, riguardo alla possibilità che il successo economico si basi sulle risorse di un'azienda o, se piuttosto dipenda dalla scelta del giusto mercato e dal posizionamento competitivo, un modello di business olistico è in grado di catturare elementi da entrambe le prospettive e di analizzare i fattori di successo interni ed esterni e le loro interdipendenze (cfr. Chesbrough, 2002 p.529 f.).

Mettere per iscritto l'attuale modello di business, non solo aiuterà le aziende a mettere in evidenza il modo esatto in cui generano profitti, ma, la documentazione dello stato attuale porterà ad una comprensione condivisa della situazione iniziale, che eviterà così incomprensioni e potrà accelerare il processo di individuazione delle debolezze presenti e delle opportunità per il futuro (cfr. Nicolai, 2017 p.288). Di conseguenza, l'obiettivo della fase 1, la fase di avvio, è quello di specificare un modello di business aziendale e di capire esattamente come vengono generati i profitti.

A causa dell'elevata quantità di nuove opportunità e della complessità che ne deriva, le PMI in particolare hanno difficoltà ad individuare tecnologie specifiche e processi I4.0 tangibili. Hanno in programma di implementare queste tecnologie e gli eventuali processi I4.0 in un secondo momento. Prima o poi, l'insoddisfazione e la frustrazione aumenterà perché gli imprenditori non sanno come avvicinarsi all'idea di I4.0. Per evitare questa difficoltà, è necessario un procedimento strutturato che possa supportare gli imprenditori nell'elaborazione di misure e azioni concrete. Una serie di pubblicazioni e studi scientifici raccomanda l'utilizzo di modelli di maturità I4.0. In generale, un modello di maturità è uno strumento per valutare l'attuale livello di sviluppo di un argomento specifico (Mettler & Rohner, 2009). In termini di I4.0, i modelli di maturità possono aiutare a ridurre la complessità definendo ulteriormente la situazione iniziale di un'azienda (cfr. Schumacher et al., 2016). Inoltre, una valutazione delle scadenze può fungere da punto di riferimento per la stima dello sforzo.

Di conseguenza, la valutazione della maturità dell'azienda in termini di I4.0 è la fase successiva (fase 2) durante la fase di Maturità (vedi fig. 2.7) del quadro di riferimento proposto.

Nella fase quadro 3, dovrebbero essere formulati scenari realistici sulle potenzialità future o, in altre parole, su come migliorare la generazione di profitti grazie all'uso di I4.0. Il modello di business iniziale (fase 1) serve da orientamento per capire e rilevare le debolezze attuali, come un servizio clienti insufficiente o processi di produzione lenti. Aiuta anche a determinare i fattori di successo cruciali, che possono essere sviluppati e sfruttati per rafforzare ulteriormente la competitività in futuro. L'approccio del modello di business aiuta a creare una visione olistica, invece di pensare a singole tecnologie o prodotti. In che modo l'azienda vuole competere in futuro? Una maggiore varietà di prodotti può fornire valore ai clienti esistenti o attrarre nuovi clienti? L'affidabilità delle consegne è un fattore di successo cruciale per l'azienda, che dovrebbe essere migliorato in futuro? I capitoli 2, 3 e 4 servono da input e ispirazione e sono una guida per le aziende per formulare e specificare le loro ambizioni e potenzialità.

Allo stesso tempo, le aziende devono iniziare a ricavare risorse tangibili (vedi sezione X) che sono necessarie per concretizzare per proprie idee. All'inizio, devono valutare lo sforzo necessario per realizzare ogni idea. Le idee che si rivelano troppo rischiose o costose, devono essere personalizzate o scartate. L'obiettivo è quello di trovare un insieme di nuove attività, processi o tecnologie, che siano in grado di creare valore sostenibile e che possano essere realizzate con determinati mezzi o, in altre parole, di formulare una strategia praticabile. Le fasi di definizione della strategia, pianificazione e implementazione si fondono tra loro. Anche se non vengono pianificati tutti i dettagli della strategia aziendale, attività come la preparazione iniziale per l'implementazione, come ad esempio la formazione degli impiegati, dovrebbero cominciare da subito. Il quadro (si veda fig. 2.7) suggerisce di integrare il cambio di gestione (si veda la sezione X) nel processo di sviluppo e attuazione della strategia. I cambiamenti aziendali falliscono regolarmente per diverse ragioni: processi decisionali non trasparenti rendono difficile per gli impiegati capire l'urgenza del cambiamento e l'utilità delle singole misure adottate.

Le valutazioni e i piani vengono condivisi solo in parte tra i diversi piani gerarchici dell'organizzazione, di conseguenza sorgono incertezza, frustrazione o addirittura paura. Come risultato, i collaboratori, non conoscendo i piani, si impegnano solo a metà nel processo di cambiamento e le potenzialità di riuscita diminuiscono (cfr. Nicolai, 2017 p.288). In generale, il Change Management cerca di monitorare e rendere realtà il cambiamento, in particolare per quanto riguarda gli esseri umani, che sono in qualche modo influenzati dai processi di cambiamento (cfr. Lauer, 2014 p.7 f.). Numerosi autori e diverse pubblicazioni sottolineano che un cambiamento positivo può avvenire solo se i collaboratori sono disposti ad attuare il cambiamento. Senza convinzione interiore, i dipendenti lavoreranno solo per lavorare, non per raggiungere un obiettivo condiviso.

Sulla base di questo approccio strutturato, gli autori sono convinti che i processi decisionali possano essere progettati in modo più trasparente e comprensibile per le organizzazioni. L'utilizzo di modelli di business permette una visione olistica dei punti deboli e dei punti di forza e può aiutare a riconoscere le potenzialità future in tutti i settori di business. Il paragrafo che segue introduce una serie di metodi che possono essere applicati in ogni fase.

3.6.3. Il Toolbox SMeART

3.6.3.1. Avvio

Sono stati sviluppati diversi approcci basati su modelli di business per aiutare le imprese ad esaminare la loro situazione iniziale. Osterwalder suggerisce un approccio praticabile, il cosiddetto **Business Model Canvas**, che consiste di nove elementi chiave (cfr. Osterwalder & Pigneur, 2011). Analizzando ciascuno di questi elementi, le aziende potrebbero cogliere l'essenza del loro business.

Segmenti di Clientela	Per chi creiamo valore? Chi sono i nostri clienti più importanti?
Rapporti con la Clientela	Che tipo di rapporto si aspettano che stabiliamo e manteniamo i nostri segmenti di clientela? Quali di questi rapporti abbiamo stabilito? Come si integrano con il resto del nostro business model? Quanto costano?
Canali	Tramite quali canali vogliono essere contattati i nostri segmenti di clientela? Come entriamo in contatto con loro attualmente? Come sono integrati i nostri canali? Quali sono quelli che funzionano meglio? Quali sono i più efficienti in termini di costi? Come li stiamo integrando con le abitudini dei nostri consumatori?
Proposta di Valore	Qual è il valore che consegniamo ai clienti? Quale dei problemi dei nostri clienti stiamo contribuendo a risolvere? Quali pacchetti di prodotti e servizi stiamo offrendo ad ogni segmento di clientela? Quale tipo di bisogno dei nostri clienti stiamo soddisfacendo?
Attività Chiave	Quali attività chiave richiedono le nostre Proposte di valore? I nostri canali di distribuzione? Rapporti con i clienti? Flussi di entrate?
Risorse Chiave	Quali risorse chiave richiedono le nostre Value Proposition? I nostri canali di distribuzione? Rapporti con i clienti? Flussi di entrate?
Partner Chiave	Chi sono i nostri Partner Chiave? Chi sono i nostri fornitori principali? Quali risorse chiave stiamo acquisendo dai nostri partner? Quali attività chiave svolgono i partner?
Struttura dei Costi	Quali sono i costi più significativi inerenti al nostro modello di business? Quali sono le risorse chiave più costose? Quali sono le attività chiave più costose?
Flussi di Entrate	Per quale valore i nostri clienti sono realmente disposti a pagare? Per che cosa pagano attualmente? Come pagano attualmente? Come preferirebbero pagare? Quanto contribuisce ogni flusso di entrate alle entrate complessive?

Tabella 2.2.: Rappresentanza propria basata su (cf. Osterwalder & Pigneur, 2011)

Alla base di ogni singolo processo di acquisto c'è un cliente con un'esigenza specifica (cfr. Sandhusen, 2000). Di conseguenza, l'obiettivo di questa fase è quello di supportare le attività, le risorse e le tecnologie che creano valore per tutti i segmenti di clientela lungo l'intero ciclo di vita del prodotto.
Inoltre, una presentazione strutturata di un modello di business aziendale può essere utilizzata come guida per spiegare l'urgenza e le potenzialità di I4.0 a tutti i membri dell'organizzazione.

3.6.3.2. Maturità

In termini di I4.0, i Maturity Models possono aiutare le aziende a ridurre la complessità e a valutare se un'azienda ha le capacità e le risorse personali e finanziarie per impegnarsi in specifiche tecnologie e attività (cfr. Schumacher et al., 2016). All'interno di SMeART è stato sviluppato un modello di maturità, che non solo è in grado di determinare lo stato attuale del processo sviluppo in termini di I4.0, ma può anche determinare misure che possono essere implementate dalle PMI per raggiungere un livello di maturità più elevato.

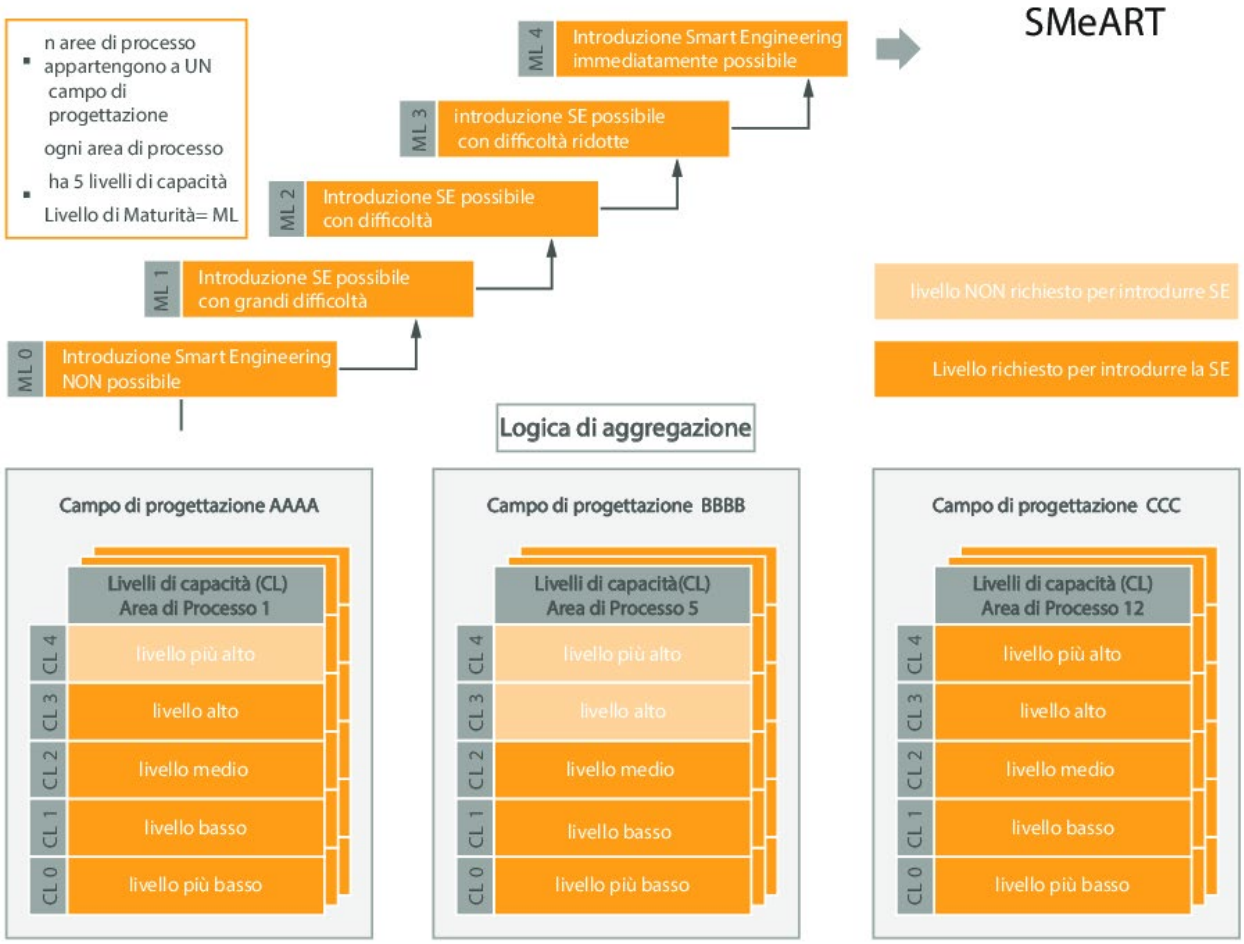


Fig. 2.8.: Il MOSE del progetto SMeART

Nella Fig. 2.8., il modello di Smart Engineering (MOSE) è limitato a 3 campi di progettazione. Questi campi sono definiti individualmente da SMeART ("persone, tecnologia, organizzazione"). All'interno di ogni campo di progettazione abbiamo diverse aree di processo SMeART individuali, come "istruzione" per il campo "persone". I livelli di capacità (CL) sono criteri per valutare la maturità delle singole aree di processo. In realtà, i CL sono contributi degli utenti di SMeART Stress Test Tool. Dopo l'input dell'utente, i CL dei vari campi di progettazione sono combinati in maniera logica e raggruppati secondo la logica dell'aggregazione. I livelli di capacità (CL) delle singole aree di processo sono riassunti dalla logica di aggregazione ad un grado di maturità sovraordinato (ML).

Infine, il risultato del raggruppamento è un livello di maturità globale del livello di maturità (ML). Il ML è un numero o codice che può essere utilizzato per produrre automaticamente ulteriori raccomandazioni per l'utente. La definizione di misure generali o raccomandazioni supporta anche gli utenti SMART (aziende) per raggiungere il successivo livello più elevato di capacità di CL nell'area di processo considerata.

Il modello di maturità MOSE tenta una classificazione lineare dei diversi livelli di maturità ML (vedi logica di aggregazione). Con l'aumento del Maturity level (ML), per definizione, è più facile per le aziende introdurre lo Smart Engineering o facilitarne l'introduzione.

Con questo approccio, una PMI è in grado di identificare rapidamente se e in che misura è in grado di introdurre la Smart Engineering. L'implementazione immediata dello Smart Engineering è possibile quando vengono raggiunti i livelli di capacità richiesti in tutte le aree di processo dei rispettivi campi di progettazione. Ciò si traduce in modelli di maturità specifici per specifici scenari di implementazione della Smart Engineering.

Quando si raggiunge il CL successivo, le imprese sono sostenute dall'inclusione di misure generali adeguate nell'area di processo considerata.

In generale, adegueremo questo approccio con le seguenti fasi:

1. Determinazione/definizione del livello minimo richiesto per poter introdurre l'ingegneria intelligente nelle PMI (da cosa è contraddistinta una PMI?).
2. Determinazione dello stato effettivo dei singoli livelli di maturità (ad esempio tramite sondaggio online).
3. Determinazione dell'obiettivo (medio) raggiunto (ML), ci sono 3 opzioni.
4. Interpretazione dei risultati, ad esempio mediante grafico radar.
5. Generazione automatica della consulenza per generare il prossimo ML.

3.6.3.3. Combinando la fase 1, 2 e 3: Potenzialità

In questa fase (cfr. fig. 2.7), le imprese hanno già completato due operazioni importanti: hanno analizzato le interazioni con i loro clienti e concorrenti e hanno quindi compreso come si generano i profitti. Inoltre, hanno valutato il loro livello di maturità in termini di I4.0. Sulla base di questi risultati, possono essere proposti scenari realistici sulla generazione di profitto o, in altre parole, su come l'azienda può essere migliorata grazie all'uso di I4.0. Il livello di maturità è stato valutato in termini di I4.0. In fase di preparazione, è importante tenere presente che l'obiettivo di questa fase non è quello di raggiungere il livello di maturità più alto e possibile in termini di I4.0, ma di raggiungere il livello necessario per perseguire gli obiettivi aziendali da raggiungere sfruttando le risorse disponibili.

Poiché i clienti possono essere descritti come il cuore di un'azienda, un'analisi più approfondita e dettagliata delle loro esigenze e dei loro desideri è utile per scoprire le potenzialità e personalizzare i processi.

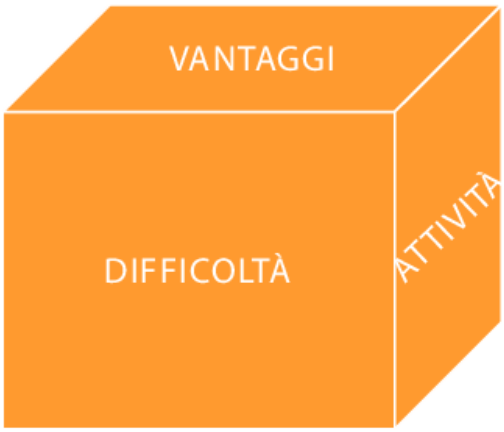


Fig.: 2.9.

Un possibile approccio è l'analisi delle attività, dei problemi e difficoltà e dei vantaggi dei clienti (Customer Job, Pain, Gain). Per evidenziare il significato di ciascuno degli elementi, questi vengono spiegati con l'es. di un cliente A che vuole acquistare un nuovo impianto audio. [FIG: Presentazione propria basata su (cf. Osterwalder, Pigneur, Bernarda, & Smith, 2015)]

- Le attività per i clienti (**Customer Jobs**) descrivono le attività che i clienti desiderano completare. Questi compiti possono essere di tipo funzionale, emotivo o sociale. Un esempio: il compito funzionale del cliente A è quello di ascoltare la musica. Allo stesso tempo, lui o lei potrebbe volersi rilassare durante l'ascolto (attività emotiva) o invitare gli amici per impressionarli con il nuovo sistema audio (attività sociale).
- Le "difficoltà dei clienti" (**Customer Pains**) descrivono gli ostacoli e i problemi che i clienti devono affrontare mentre cercano di portare a termine la propria attività. Il cliente A potrebbe avere problemi di accensione dell'impianto audio. Inoltre, potrebbe essere difficile collegare dispositivi diversi al sistema.

- I vantaggi dei clienti (**Customer Gains**) descrivono funzioni che apportano un valore aggiunto per il cliente. Nell'esempio, il cliente A potrebbe trarre vantaggio da un sistema audio che ha un controllo vocale e si connette automaticamente ai suoi dispositivi via Bluetooth (cfr. Osterwalder et al., 2015).

Un'altra opzione è l'adozione di metodi creativi come il Metodo Delphi o il Metodo Six Thinking Hats per sostenere il pensiero innovativo e quindi incoraggiare soluzioni innovative (Phillips und Gully 2013, S. 309; Goldenberg und Mazursky 2002, S. 54).

3.6.3.4. Risorse

Le idee che fanno parte dell'elenco ristretto delle selezionate, devono essere valutate in termini di fattibilità, potenziale e costi di attuazione. L'obiettivo di questa fase (vedi fig. 2.7.) è quello di valutare le risorse necessarie per realizzare ogni idea e, sulla base di questa valutazione, stimare i costi del progetto. Le risorse possono essere di tipo materiale, come i mezzi finanziari o le tecnologie, o immateriale, come il know-how tecnologico o il tempo. A seconda di quali risorse sono disponibili all'interno di un'azienda e quali devono essere acquisite, le aziende possono valutare la fattibilità di ogni idea:

1. Quali risorse materiali e immateriali sono necessarie per realizzare un'idea specifica? Quali di queste risorse sono già disponibili all'interno dell'azienda?
2. A seconda delle risorse necessarie, quali sono i costi totali stimati?

In generale, esistono tre diverse tipologie di tecniche di stima dei costi:

- Metodi algoritmici
  - metodi parametrici
  - fattore o metodi di stima
- Metodi comparativi
  - metodi analogici
  - metodi relazionali
- Metodi della figura chiave
  - metodi di moltiplicazione
  - metodi di produttività
  - metodo basato sulla percentuale (Burghardt, 2018)

Per lo più, vengono applicate tecniche di stima dei progetti che si basano sulle esperienze di progetti precedenti. Le aziende possono fare affidamento su progetti propri di dimensioni e complessità simili, da poter mettere a confronto. Se prima non sono stati realizzati progetti comparabili, è possibile utilizzare un software di calcolo che valuta i dati di progetti del passato in combinazione con procedure di calcolo matematico. Il vantaggio principale della stima dei costi tramite software è il fatto che tiene conto anche dell'incertezza durante il calcolo e può quindi fornire risultati più precisi (cfr. Dumitrascu & Nedelcu, 2012).

3.6.3.5. Gestione del Cambiamento

In generale, i processi di cambiamento positivo nelle organizzazioni attraversano tre fasi distintive chiamate "scongelamento, spostamento e ricongelamento" (Lewin, 1947).

Durante la fase detta di scongelamento, i dipendenti devono capire perché l'organizzazione deve cambiare. Poiché il cambiamento è sempre connesso con le insicurezze e gli sforzi, i dipendenti che non vedono alcuna necessità di cambiamento, molto probabilmente non investiranno il loro tempo e le loro capacità personali per impegnarsi nei processi di cambiamento. Nel peggiore dei casi, la resistenza sorgerà perché i dipendenti preferiscono mantenere le cose come sono.

Il ragionamento può essere basato sul modello di business che è stato scritto per la fase 1 del quadro strategico:

1. Quali sono le principali carenze di oggi?
2. Se l'attività è continua così com'è, quali saranno i risultati?

Solo se tutti i membri del team dell'azienda comprendono la necessità del cambiamento, saranno disposti a partecipare.

Durante la fase di spostamento avviene il cambiamento effettivo. In termini di strategia, l'attuazione inizia in questa fase. Nuovi processi e comportamenti devono essere appresi e formati. È importante tenere a mente che il cambiamento non avviene da un giorno all'altro e che alcuni dipendenti potrebbero aver bisogno di più tempo di altri o corsi di formazione.

La fase di congelamento avviene quando nuovi processi e comportamenti si consolidano e diventano la nuova normalità. I sistemi di ricompensa o di feedback possono essere utili per supportare il consolidamento.

3.6.3.6. Implementazione

In generale, l'attuazione della strategia si basa su due elementi diversi: adattamento, ad esempio in termini di competenze dei dipendenti, cultura aziendale o struttura organizzativa e applicazione della strategia a livello operativo (cfr. Huber, 1985 p.106).

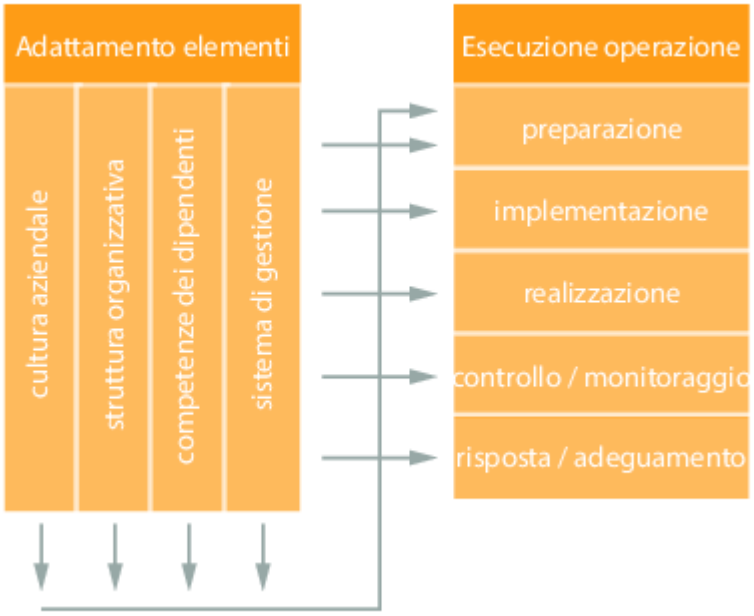


Fig 2.10: (cf. Huber, 1985 p.106); (cf. Raps, 2017 p.62)]

Entrambi gli elementi sono cruciali per il successo dei processi di realizzazione: l'introduzione di un sistema di assistenti, ad esempio, non sarà in grado di aumentare la creazione di valore se i dipendenti non sono in grado di usarlo o non sono motivati a provarci. Mentre la gestione del cambiamento si concentra sui processi di adattamento, in termini di esecuzione operativa, è possibile applicare una varietà di strumenti e tecniche di project management per migliorare l'implementazione della strategia.

In generale, un piano della struttura del progetto, che elenca tutti i pacchetti di lavoro, i sottocompiti e le responsabilità, aiuta a mantenere una visione d'insieme. Un'indagine tra oltre 200 responsabili di progetto ha rivelato che una delle questioni cruciali per il successo dei progetti è avere obiettivi chiari (cfr. White & Fortune, 2002). Una comprensione comune diffusa è quella di definire obiettivi basati sull'approccio S.M.A.R.T:

Specifico, **M**isurabile, **A**ttuabile, **R**ealistico, **T**emporizzato (Locke & Latham, 1990).

L'esempio seguente mostra un obiettivo 1.) senza approccio S.M.A.R.T. e 2.) con S.M.A.R.T.:

1.) “Nel nostro negozio online vogliamo mostrare i nostri prodotti nel modo più realistico possibile per creare una migliore esperienza di acquisto per i nostri clienti".
2.) “Con l'utilizzo delle tecnologie di Realtà Virtuale nel nostro negozio online, vogliamo ridurre del 40% la percentuale di resi dei prodotti fino alla fine dell'anno".

4. Opportunità di Business

Autori: Sandra Verweij e José Laan (Parbleu)

4.1. Introduzione e obiettivi di questo capitolo

“Un buon giocatore di hockey gioca dove si trova il disco. Un grande giocatore di hockey gioca lì dove sarà il disco". Wayne Gretzky, icona dell'hockey canadese 1978-1999.
Come abbiamo visto nei capitoli 3 e 4, la Smart Industry ha a che vedere con tutti gli aspetti di un'azienda manifatturiera; dalla ricerca, allo sviluppo, alla (ri)progettazione e produzione, al marketing, all'assistenza e al riciclaggio dei prodotti. Cambiano i prodotti, i servizi, i processi e, cosa ancora più importante, i modelli di business delle singole aziende e viene rimescolata l'intera catena di distribuzione. La Smart Industry crea opportunità per le aziende esistenti e nuove imprese nei mercati tradizionali aprendo anche nuovi mercati. Tuttavia, ricerche recenti mostrano che le aziende manifatturiere tendono a concentrarsi principalmente sugli aspetti tecnologici e sui (potenziali) guadagni di efficienza della Smart Industry, piuttosto che sul cambiamento di paradigma delle proposte di valore aziendale e dei modelli di business (Ibarra, Igartua, & Ganzarain, 2017). "Le imprese industriali che integrano il mondo digitale e quello fisico, aprono dimensioni completamente nuove nel modo di operare e nel valore che possono fornire ai clienti e agli azionisti. Possono ridurre drasticamente i tempi di immissione di nuovi prodotti sul mercato e rispondere più rapidamente alle esigenze dei clienti. Tradurre in tempo reale i dati dei clienti, i dati della fabbrica e i dati della catena di distribuzione in intuizioni, renderà le fabbriche e le catene di distribuzione in grado di rispondere molto più rapidamente ai cambiamenti delle esigenze dei clienti e agli shock esterni" (Annunziata, 2014a). In una competizione di mercato feroce, con variabili in continua evoluzione, una crescente lotta per l'attenzione (digitale) dei clienti e la loro richiesta di soluzioni personalizzate in breve tempo verso il mercato, i modelli di business e le strategie di mercato devono essere riconsiderati e le posizioni di mercato devono essere definite in modo nuovo.

Il contenuto di questo sottocapitolo serve come input, ispirazione e guida per coinvolgere le opportunità di business nella vostra SMeART Roadmap.
Dopo aver letto questo capitolo, sarete in grado di comprendere e applicare alla vostra azienda:

- Quali opportunità di business può offrire l'industria intelligente.
- Come modificare i prodotti o sviluppare nuove e *valide* soluzioni intelligenti per i clienti.
- Come costruire un portfolio di prodotti e servizi a prova di futuro.
- Come introdurre o migliorare il marketing *intelligente* nella vostra azienda.
- Quali effetti avrà l'industria *intelligente* sulla vostra catena di distribuzione e come reagire e trarne profitto.

4.2. Esigenze del Mercato

Gli ingredienti principali per un'azienda per creare opportunità di business nuove e *smart* sono una profonda comprensione:

- delle proprie ambizioni e (potenziali) risorse,
- degli sviluppi tecnici e sociali e tendenze del mercato,
- delle esigenze, problemi e valore per il cliente.

La nostra indagine mostra che il 51% degli intervistati ha bisogno di una maggiore conoscenza del mercato e di una maggiore comprensione delle esigenze dei clienti (Knowledge Alliance for Upskilling Europe's SMEs to Meet the Challenges of Smart Engineering, 2018).

Le tendenze del mercato internazionale sono strettamente connesse con l'industria intelligente e avranno effetti crescenti sulle singole PMI manifatturiere e sulle loro catene del valore:

1. **Personalizzazione**
   - Richiesta di concetti totali specifici per il cliente, compresi la manutenzione e altri servizi.
   - Cicli di vita dei prodotti più brevi, causati dalla rapida evoluzione delle esigenze dei clienti e dall'accelerazione della tecnologia.
   - I concetti di macchine modulari flessibili facilitano la personalizzazione e aumentano la velocità di risposta ai cambiamenti del mercato
   - I clienti finali richiedono maggiore capacità di sviluppo e flessibilità.

2. **Servitization**
   Aggiungere servizi (basati su dati) ai prodotti, offrendo soluzioni totali, dalla proprietà all'accesso (capitolo 5.3.3.3).
3. **Business Model basati sulla performance**
   Ad esempio, modelli di reddito pay-per-use (capitolo 5.3.5)
4. **Sostenibilità**
   Attenzione crescente sull'economia circolare e il riutilizzo di (parti di) macchine, maggiore attenzione e domanda di applicazioni di "tecnologia pulita" (capitolo 5.3.4).
5. **E-commerce**
   Marketing online e social marketing, applicato anche ai mercati B2B (capitolo 5.5)
6. **Cambiamento delle condizioni di mercato**
   La crescente automazione e robotizzazione richiede la collaborazione con partner specializzati e causa l'integrazione della catena di fornitura (sviluppo, produzione e assistenza, capitolo 5.6).

Un'azienda può scegliere strategie o posizioni diverse per reagire alle mutevoli circostanze di mercato, alle tendenze specifiche e agli sviluppi (tecnici), a seconda della rilevanza e del potenziale previsto di tali tendenze e sviluppi. Essi possono tentare di *plasmare il futuro* (svolgere un ruolo di leadership nello stabilire come opera il settore, fissando standard e/o creando domanda), *adattarsi al futuro* (vincere con velocità, agilità e flessibilità nel riconoscere e cogliere opportunità nei mercati esistenti) o semplicemente *riservarsi il diritto di giocare* (investire a sufficienza per rimanere nel gioco ma evitare impegni prematuri) (Courtney, Kirkland, & Viguerie, 1997).

4.2.1. Esigenze del Consumatore

Viviamo in un mondo in cui l'offerta è molto più grande della domanda. Pertanto, soprattutto i prodotti o servizi che si basano sui problemi e le esigenze degli utenti identificati, hanno il potenziale per diventare prodotti di mercato di successo.

La Smart Industry mira a trasformare la produzione di massa in una personalizzazione di massa: i prodotti su misura saranno realizzati a costi di produzione di massa. La conoscenza approfondita dei comportamenti, delle percezioni, dei valori e delle esigenze dei clienti, nonché la capacità di tradurre rapidamente queste intuizioni in prodotti e servizi modificati o nuovi (customer intimacy), diventeranno sempre più una competenza cruciale per tutte le aziende manifatturiere.

Il nostro sondaggio mostra che c'è spazio per migliorare il feedback degli utenti finali al reparto produzione (Knowledge Alliance for Upskilling Europe's SMEs to Meet the Challenges of Smart Engineering, 2018).

In questa era digitale e tecnologica, i modi per soddisfare le esigenze dei clienti e le opportunità di superare le loro aspettative sono in continua e drastica evoluzione. I mercati sono trasparenti, i clienti sono ben informati e critici e in posizione di guida quando si tratta di come, quando e dove vogliono che i loro ordini (su misura) siano consegnati. Creare valore per il cliente e sviluppare nuovi modi per farlo, richiede un occhio attento alle (mutevoli) situazioni di mercato e una profonda comprensione del comportamento, dei desideri e delle esigenze dei clienti.

4.2.2. Approfondimenti sui consumatori

"Se avessi chiesto alla gente cosa volevano, avrebbero detto: cavalli piu' veloci." ("Talk: Henry Ford - Wikiquote," n.d.)

Chiedere ai clienti ciò che vogliono, non porta quasi mai a innovazioni rivoluzionarie nel lungo periodo. Perché? I clienti di solito richiedono solo soluzioni basate su problemi, esigenze e possibilità note. Raccogliere le intuizioni dei clienti per creare (più) valore per il cliente, non significa chiedere ai clienti quali prodotti o servizi vorrebbero, ma indagare il contesto in cui utilizzeranno i prodotti e i servizi. Si tratta di capire quale sia lo scopo dell'acquisto di prodotti o servizi: che cosa sta cercando di realizzare o soddisfare? I clienti sono esperti delle loro routine (di lavoro) quotidiane, dei loro problemi e delle loro ambizioni. Un fornitore intelligente supporta e facilita questi ultimi, in qualità di esperto in modi all'avanguardia e intelligenti per farlo.

4.2.3. Raccogliere le opinioni dei consumatori

I modelli di business digitali intelligenti dirompenti sono spesso focalizzati sulla generazione di ricavi digitali aggiuntivi e sull'ottimizzazione dell'interazione e dell'accesso dei clienti. I veri progressi nelle prestazioni si verificano quando si comprende attivamente il comportamento dei consumatori e si può orchestrare il ruolo della propria azienda all'interno del futuro ecosistema di partner, fornitori e clienti. Le aziende intelligenti utilizzano le tecnologie digitali per creare e fornire valore al cliente in una soluzione integrata e innovativa. (WC, 2016)

Esistono una serie di tecniche analogiche e digitali per raccogliere le informazioni sui clienti che possono essere eseguite da una PMI stessa: pannelli clienti, interviste con i clienti, riunioni di esperti clienti, osservazioni dei clienti, ecc. Un modo interessante per iniziare è quello di spostarsi in un cliente esistente o potenziale, e di descrivere il suo lavoro da svolgere (compiti, processi e interazioni o punti di contatto) in un *customer journey* (viaggio del consumatore). La mappa del customer journey è uno strumento utile per prendere la prospettiva di un cliente come linea guida per identificare le opportunità e sviluppare o adattare prodotti e servizi (Kwakman, Rudolph Johannes Antonius, Smeulders, & Moerman, 2017).

Progettando un customer journey, un prodotto o servizio viene inserito nel suo contesto, come parte della soluzione e dell'esperienza complessiva del cliente. Un customer journey può essere utilizzato per generare intuizioni su come liberare i clienti e quindi creare nuove proposte intelligenti e per (ri)progettare i processi del cliente. All'interno della catena del valore, questo può portare a una profonda specializzazione (separazione di prodotti e servizi) o integrazione (raggruppamento di prodotti e servizi per creare soluzioni totali).

Un modo efficace e realizzabile per le PMI per raccogliere informazioni sui clienti, è quello di organizzare un dialogo da discutere con i clienti, gli utenti ed eventualmente i fornitori:

- Quali sono le aspirazioni dei nostri clienti e come possiamo aiutarli a soddisfarle?
- Quali compiti deve svolgere il nostro cliente e come possiamo aiutarlo?
- Di cosa hanno bisogno i nostri migliori clienti? Come possiamo aiutarli ad apportare valore aggiunto?
- Che tipo di rapporto i nostri clienti si aspettano di costruire con loro?
- Per quale(i) valore(i) il cliente è disposto a pagare?
- Come ci si rivolge al nostro cliente? come preferisce essere contattato?
- Come possiamo, noi come azienda, inserirci al meglio nella sua routine?
  (Osterwalder, 2013)

Insieme possono anche co-creare il viaggio 'ideale' del cliente, (ri)-progettare proposte di valore, prodotti e servizi, processi off- e online, relazioni con i clienti e customer experience.

Così come il mondo delle imprese, anche il quadro di riferimento dei consumatori è in continua evoluzione. Un imprenditore (e il suo team di ricerca e sviluppo o product manager), grazie al dialogo costante e regolare e orientato al futuro con i clienti, riceverà un flusso costante di input per l'innovazione.

Le tecnologie digitali per fare previsioni sempre migliori del comportamento dei clienti migliorano ogni giorno di più. L'analisi dei dati verrà utilizzata sempre più spesso per prevedere il comportamento dei clienti e delle macchine, nonché la domanda di prodotti o servizi. I clienti che partecipano allo sviluppo di prodotti e servizi diventeranno comuni. Diventano parte integrante dei modelli di business intelligenti fornendo informazioni sulle loro esigenze individuali e

sul loro uso di prodotti e servizi. La progettazione e l'implementazione di nuovi modelli di business intelligenti dovrà consentire l'integrazione attiva della co-creazione con i clienti.

Anche se il paradigma aziendale sostiene spesso che il cliente è al centro del processo, ha senso guardare a questo paradigma da altre prospettive. Gli sviluppi e le soluzioni che si trovano in altri settori industriali e campi di lavoro possono servire a un'azienda come ispirazione o chiave per innovazioni (rivoluzionarie). La storia dimostra che molte innovazioni radicali ed epocali sono state sviluppate su tecnologie completamente nuove. Alcuni decenni fa, non c'era bisogno dei telefoni cellulari. È stata una tecnologia che ha permesso lo sviluppo e di conseguenza è stato creato un mercato completamente nuovo. Un altro esempio, molto più vecchio ma ancora molto attuale, è legato a Michael Faraday, che nel XIX secolo, scoprì l'induzione. Senza di essa non possiamo immaginare la vita di oggi: viene utilizzato per radio, televisione, macchine, auto elettriche, telefoni cellulari e computer. Quando il ministro delle finanze ha chiesto il beneficio della scoperta, l'inventore ha risposto: "Non so perché sia utile, ma sono sicuro che il vostro successore ne riscuoterà le tasse".

Richard Branson (Raymundo, 2014) è riuscito a trasformare *Virgin* in una potenza globale. Per lui, la cosa più importante sono i dipendenti, non i clienti. Sembra un approccio radicale, ma la logica che sta dietro può spiegare questo importante concetto di business. I dipendenti soddisfatti e creativi sono i più importanti per lo sviluppo di nuovi modelli di business e prodotti. Se abbiamo persone di questo genere, queste saranno in grado di svolgere perfettamente il loro lavoro, identificare le esigenze del mercato e preparare soluzioni creative. Tali prodotti creeranno di conseguenza valore per il cliente e risultati economici.

4.3. Opportunità di SMART Business

Un dispositivo o una macchina collegata a Internet diventa qualcosa di completamente nuovo, che non rende più facilmente distinguibili le linee di confine tra prodotti e servizi. Allo stesso modo, un'azienda che produce dispositivi industriali interconnessi può diventare un'azienda fondamentalmente diversa (Annunziata, 2014b).

Il nostro sondaggio mostra che la maggior parte degli intervistati si trova dinanzi a delle sfide quando si tratta di (nuovi) modelli di business, basati sulla Smart Industry (Knowledge Alliance for Upskilling Europe's SMEs to Meet the Challenges of Smart Engineering, 2018).

Si tratta di creare valore

"Il valore non è determinato da coloro che fissano il prezzo. Il valore è determinato da coloro che scelgono di pagarlo". (Simon Sinek)

Il valore del cliente è il fulcro di un modello di business (capitolo 4.6.4.1.). Per essere in grado di fornire il giusto valore per il cliente e di sviluppare un modello di reddito corrispondente, è necessario rispondere ad alcune importanti domande: chi è esattamente il vostro cliente, quali sono le sue aspirazioni e le attività da portare a termine, cosa gli impedisce di ottenerle (meglio, più velocemente, più facilmente, con più piacere), quali sono le sue opzioni attuali e per quale valore vuole pagare (di più)?

In generale, i clienti non sono realmente interessati ad acquistare prodotti o servizi. Sono interessati a soluzioni e modi per fare le cose in modo più veloce, più economico, più piacevole o più conveniente rispetto alle alternative percepite. Il valore non è nel prodotto o nel servizio in sé, ma nell'uso che se ne può fare. Il valore dell'offerta di un'azienda è determinato dai suoi benefici tangibili e intangibili, visti dal punto di vista del cliente. La misura in cui un'azienda riesce a creare continuamente valore per il cliente, ne determina la competitività e il successo.

Si può distinguere tra valore economico (un'offerta fornisce riduzione dei costi, aumenta i ricavi), valore funzionale (fa risparmiare tempo e fatica, facile da usare, solleva i clienti da un peso), valore emotivo (offre piacere, attenzione, design, sorpresa, divertimento), valore simbolico (senso di appartenenza) e valore sociale (sicurezza, salute, ambiente). I modelli di business di successo generalmente combinano questi diversi tipi di valore.
Il valore percepito è determinato da:

- La dimensione e l'importanza di un problema, necessità, disturbo o sfida; il "dolore" o "desiderio" che un cliente si trova ad affrontare.
- La misura in cui un'offerta risolve un problema o serve come valore aggiunto (il "guadagno").
- Il numero di fornitori che, dal punto di vista del cliente, offrono qualcosa di simile (opzioni).

- Il carattere distintivo (unicità) di un'offerta o del suo fornitore.
- Il tempo che intercorre tra le esigenze individuate e i prodotti di mercato adeguati (time to market).

L'industria cambia e aumentano le opportunità per le aziende di creare (più) valore. La combinazione di conoscenze approfondite dei clienti con le tecnologie intelligenti creerà nuove opportunità di business che possono portare a nuovi prodotti e servizi di valore, integrati e a modelli di business interessanti o addirittura dirompenti.
Gartner (2014) prevede che, già nel 2020, una macchina su cinque sarà connessa in un modo o nell'altro. Che cosa significa questo per l'industria automobilistica? Offriranno servizi che vanno ad aggiungersi a quelli già disponibili pe le automobili automobili? Sviluppare modelli di business completamente nuovi, come i mercati del design su Internet? E quali aziende che non sono ancora presenti su questo mercato si uniranno al mercato automobilistico collegato? E chi guadagna con che tipo di valore aggiunto lo fa? Le aziende con un modello di business basato sul valore per il cliente e sulle soluzioni per il cliente, avranno ottime opportunità di creare profitto in qualsiasi mercato ("[Nessun titolo]," n.d.d.-b).

La Smart Industry offre alle aziende manifatturiere nuove opportunità di business attraverso:

- La creazione di prodotti Smart (digitalizzati e personalizzati)
- La creazione di valore con i (Big) data
- Sviluppo di servizi smart e soluzioni totali (servitization)
- Contribuire alle questioni sociali, applicare soluzioni tecniche intelligenti.

La digitalizzazione dei prodotti e la Smart Engineering permettono la produzione di prodotti (modulari) specifici del cliente alla velocità e al prezzo di prodotti di massa. Produrranno molte informazioni e dati, che possono essere utilizzati per migliorare i prodotti e i servizi esistenti e per sviluppare nuove offerte su misura per il cliente. L'offerta di servizi aggiuntivi, soluzioni complete o addirittura prodotti come un servizio, “alleggerirà” i clienti e può diventare una parte sostanziale del fatturato di un'azienda manifatturiera. L'arricchimento e l'analisi dei dati può fornire nuovi modelli di reddito. Tecnologie all'avanguardia e nuovi modi di raccogliere e interpretare i dati, possono fornire nuove conoscenze e persino soluzioni per problematiche sociali e ambientali "spinose".

4.3.1. Prodotti Smart

La "Smart Industry digitalizza e integra i processi in tutta l'organizzazione, dallo sviluppo del prodotto e acquisti, alla produzione, alla logistica e ai servizi. Tutti i dati relativi alle vendite, ai processi operativi, all'efficienza dei processi e alla gestione della qualità, nonché alla pianificazione delle operazioni sono disponibili in tempo reale, supportati da sistemi ICT e software (ad esempio la realtà aumentata) e ottimizzati in una rete integrata. Integrando nuovi metodi di raccolta e analisi dei dati, le aziende sono in grado di generare dati sull'utilizzo dei prodotti e di perfezionare i prodotti per soddisfare le crescenti esigenze dei clienti finali" (PWC, 2016b).

Come dimostra la nostra indagine, lo "sviluppo di nuovi prodotti" ha un punteggio elevato quando si tratta di opportunità per adottare soluzioni intelligenti (Knowledge Alliance for Upskilling Europe's SMEs to Meet the Challenges of Smart Engineering, 2018). La tecnologia di Internet incide principalmente sui prodotti stessi. Dopo la consegna, possono informare il fornitore su come vengono utilizzati, il che è utile, ad esempio, se si desidera applicare un modello di business pay per use. Possono anche segnalare se è necessaria una manutenzione e possono ricevere aggiornamenti software. In un certo senso, i prodotti in questo modo prendono vita (van Ede, 2017b). I prodotti intelligenti sono facili da usare, attraenti (tocco umano) e collegati digitalmente. Sono progettati con costi totali minimi nel corso della loro vita utile (energia, materiali, trasporti). I prodotti intelligenti sono dotati di intelligenza integrata, in modo da poter comunicare con il proprio ambiente (utenti, ma anche eventuali amministratori remoti). I prodotti intelligenti saranno fatti su misura per il cliente (beni strumentali) o addirittura ultra personalizzati (prodotti di consumo). Inoltre, questi prodotti sono progettati per il riutilizzo di componenti e per la produzione flessibile (n = 1) ("Smart Industry heeft als ambitie dat Nederland nel 2021 het meest flexibele en het beste digitaal verbonden verbonden productienetwerk van Europa heeft. - Smart Industry" 2018b).

Rendere i prodotti (più) Smart è possibile:

- aggiungendo caratteristiche digitali a prodotti esistenti (come telecamere e sensori e dispositivi di comunicazione per renderli collegati),

- unendo prodotti digitali e servizi (basati su dati), offrendo ai clienti soluzioni complete,
- utilizzando l'analisi dei dati per creare prodotti come servizi (products-as-a-service) e creare una piattaforma online per l'accesso dei clienti ai contenuti e ai servizi basati sui dati,
- integrando dati, prodotti e servizi esterni di altre aziende nelle proprie offerte e nella propria piattaforma, al fine di facilitare i clienti. Questo comporterà cooperazione con altri fornitori e/o integrazione della catena del valore, costruendo un ecosistema incentrato sul cliente (PWC, 2016a).

La disponibilità dei dati e le nuove tecnologie di produzione migliorano la conoscenza e il controllo del processo produttivo, rendendo possibili enormi miglioramenti qualitativi (ad esempio zero difetti).

4.3.2. Creare valore basandosi sui Big Data

Le organizzazioni del futuro sono organizzazioni fondate sui dati, che fanno profitti attraverso la raccolta, l'aggregazione, l'analisi e la (ri)-vendita dei dati.

La nostra ricerca mostra che in questo momento i dati sono utilizzati principalmente per l'ottimizzazione e l'efficienza (Knowledge Alliance for Upskilling Europe's SMEs to Meet the Challenges of Smart Engineering, 2018).

Il data landscape è un campo di lavoro a sé stante con molti aspetti quali infrastrutture, analisi, applicazioni (smart data), fonti di dati, gestione dei dati, cloud e piattaforme. Molte aziende utilizzano già l'analisi dei dati per analizzare e rendicontare i processi, concentrandosi principalmente sull'uso dell'analisi dei dati per controllare e migliorare la pianificazione aziendale complessiva e le operazioni di produzione. Ma questi approcci sono solo l'inizio. Ci sono altri usi per l'analisi dei dati che molte meno aziende hanno sul loro radar. Questi includono migliori opportunità di ricerca e sviluppo, un migliore servizio e manutenzione dei prodotti delle aziende di proprietà dei clienti, e una migliore cooperazione e processo decisionale con i clienti e le aziende partner. Ciò apre possibilità a nuove offerte di servizi e metodi di lavoro. Per avere successo, le aziende dovranno utilizzare i dati in modi predittivi e lungimiranti che tengano conto degli sviluppi del mercato e del comportamento dei clienti per migliorare i prodotti e sviluppare nuovi prodotti e servizi (PWC, 2016c).

L'obiettivo della raccolta e analisi dei dati può essere:

- **Descrittivo**: per scoprire cosa è successo in passato
- **Diagnostico**: per capire perché è successo qualcosa
- **Preventivo**: per scoprire cosa potrebbe succedere
- **Prescrittivo**: per determinare come un risultato desiderato può essere soddisfatto.

(Yaqin, 2016)

I dati di utilizzo dei prodotti/macchine vengono raccolti per migliorare la ricerca e lo sviluppo, la qualità e le operazioni, per creare offerte personalizzate basate sul profilo dell'utente e per creare nuovi prodotti e servizi.

Quando si inizia a raccogliere dati, molte aziende si trovano ad affrontare un dilemma. Si dovrebbe partire dall'idea di raccogliere il maggior numero possibile di dati, analizzarli e combinarli successivamente e "sperare" di aver raccolto i dati giusti per ricavare tendenze e previsioni? Oppure si dovrebbe iniziare a pensare a ciò di cui si ha bisogno di sapere a livello strategico e applicare tra 3-5 anni per decidere quali sono i dati essenziali e specifici da raccogliere e analizzare nel prossimo periodo? Formulare una domanda specifica alla volta, fare un inventario delle vostre risorse di dati interne ed esterne, fare una lista di variabili e parametri che si riferiscono alla vostra domanda ed elencare i set di dati di cui si ha bisogno, potrebbe essere un buon inizio. La fase successiva sarebbe quella di "pulire" o filtrare i vostri dati prima di analizzarli, combinarli, convalidarli e tradurli in conoscenze che possono essere convertite in (nuove) preziose specifiche, funzioni tecnologiche, prodotti e servizi. Il monitoraggio ha a che vedere sia con i prodotti che con i processi, e tramite il controllo da remoto è possibile ottimizzare sia i prodotti che i processi in tempo reale.

4.3.3. Servizi Smart (servitization)

"La servitization inizia mettendo il cliente al centro. Cercate di guardare oltre il vostro prodotto e di pensare attentamente a quali servizi aggiuntivi sono necessari per offrire ai vostri clienti un customer journey ottimale. Il passo successivo è quello di digitalizzare i vostri prodotti e utilizzare i dati che ne derivano per migliorare ulteriormente l'esperienza del cliente". ("Wat kan servitization jouw bedrijf opleveren? - MT.nl," 2017)

L'innovazione nei servizi è in aumento nelle grandi aziende industriali e nelle multinazionali. Esse ampliano la loro offerta fornendo soluzioni digitali (dirompenti), come ad esempio servizi basati sui dati e una piattaforma di soluzioni integrata ("Industry 4.0: Building the digital enterprise", 2016). Le aziende manifatturiere si trasformano in fornitori di servizi o addirittura in fornitori di soluzioni integrate (produzione come servizio), trasformando i dipartimenti di servizio in centri di profitto invece che in centri di costo. Una maggiore consapevolezza delle PMI manifatturiere nel trattare con i servizi, che si aggiungano o meno al loro attuale portafoglio prodotti, può significare maggiori vendite, un migliore ritorno sugli investimenti e un miglior legame con i clienti.

L'innovazione dei servizi, ancor più dell'innovazione di prodotto, richiede una conoscenza approfondita del cliente e la co-creazione. Definire una value proposition in un altro modo, ad esempio fornendo produttività invece di vendere sistemi di produzione, apre nuove possibilità per creare valore. Spetta all'azienda proporre combinazioni ottimali di prodotti e servizi o servizi completamente nuovi, in linea con le sue qualità, ambizioni e visioni fondamentali. L'innovazione dei servizi richiede nuovi principi organizzativi, nuove strutture e processi, e si differenzia dalle innovazioni di prodotto in particolare nell'area dello sviluppo sociale (organizzazione e cultura d'impresa) e dallo sviluppo del business. L'innovazione dei servizi offre molte opportunità di innovazione, ma spesso significa una conversione nella strategia e nell'organizzazione di un'azienda, soprattutto nel caso di un'organizzazione orientata al prodotto. La servitization è il processo attraverso il quale i servizi svolgono un ruolo sempre più importante nei modelli di business delle aziende orientate al prodotto. Diventare un fornitore di servizi, influenzerà la posizione strategica di un'azienda e le relazioni con i clienti.

Nella sua forma più elementare, un produttore esegue solo servizi elementari di installazione e manutenzione, derivanti da obblighi di garanzia (servizi post-vendita). Un passo successivo è quello di passare a servizi più proattivi, passando dal concentrarsi sul prodotto al concentrarsi sull'uso che si può fare di tale prodotto e fornendo tutti i tipi di servizi aziendali che lo completano. In modo intelligente: combinare prodotti digitali e servizi basati su dati come solution partner. In caso di manutenzione, un'azienda può iniziare a mappare indicando dove si trovano le macchine e gli elettrodomestici installati e lavorare da lì fino a una situazione in cui è in grado di offrire servizi in modo proattivo. Oltre alla manutenzione, un'azienda può offrire servizi di leasing (incluso il finanziamento di prodotti hardware). Attraverso l'Internet degli oggetti (IoT), la tecnologia 5G e la tecnologia blockchain, sono possibili servizi di manutenzione basata sulle condizioni attraverso il monitoraggio remoto degli impianti. Nel ruolo più ampio, un'azienda non trasferisce i prodotti ai clienti, ma offre valore (ad es. tempi di attività garantiti / aumento della produttività) attraverso prodotti basati su dati come servizio, compresa la manutenzione predittiva per liberare i clienti come value partner. Una piattaforma online per l'accesso dei clienti ai contenuti e ai servizi basati su dati può essere realizzata attraverso collaborazioni o collegamenti con le piattaforme esistenti. Lo sviluppo di soluzioni di piattaforme (digitali) che uniscono più applicazioni e componenti, può rafforzare questo ruolo e questa posizione.

Fig. 5.2: Una tipologia di strategia di servizio. Adattata da 'Service addition as business market strategy: identification of transition trajectories', International Journal of Service Industry Management, 21, p. 698. (Matthyssens & Vandenbempt, 2010)

La suddetta piattaforma di accesso al cliente costituisce un'importante interfaccia tra l'azienda e i suoi clienti. Questa interfaccia utente è un collegamento interattivo tra l'essere umano e la macchina. Un'interfaccia utente ha lo scopo di aiutare in modo dinamico il cliente, ad esempio visivamente o a distanza. È proprio qui che un'azienda manifatturiera può aggiungere molto valore al cliente. Ad esempio, per informare un cliente che c'è un difetto alla sua macchina, anche prima che il cliente se ne accorga (Geertsma, n.d.). Grazie a sviluppi ancora più rapidi nella tecnologia e nelle reti di dati, è possibile sviluppare interfacce più intelligenti e orientate al cliente, ad esempio applicazioni di assistenza digitale.

Strategia di servizio e gestione dei servizi

L'aggiunta di servizi intelligenti a beni materiali, macchine o prodotti offre alle PMI manifatturiere l'opportunità di apportare valore aggiunto al cliente e di sviluppare nuovi modelli di business e di reddito.

Valore aggiunto totale = valore aggiunto del prodotto + valore aggiunto del servizio + una combinazione di valore aggiunto della macchina e del servizio (van Looy, Gemmel, & Dierdonck, 2003).

Una strategia di servizio e di crescita è necessaria per decidere quale valore di servizio sviluppare. Una solida strategia di servizio dovrebbe rispondere a domande come:

- Quali sono le esigenze e le aspettative dei nostri clienti?
- Quale vogliamo che sia il valore per il nostro cliente? Ad esempio, passare dalla consegna post-vendita ad un vero e proprio partner di valore.
- Cosa ci vuole per arrivarci? Cosa deve essere cambiato nella nostra azienda? Come possiamo tradurre la nostra cultura da orientata al prodotto in orientata al servizio?
- Che tipo di servizi possiamo fornire (ad esempio, consulenza, formazione, manutenzione, ecc.)?

Relativo alla manutenzione:

  - Qual è la durata tecnica delle nostre parti (macchine) e dei nostri beni?
  - Quali strategie di manutenzione sono utili e preziose per i nostri clienti?
  - I modelli TCO (Total-Cost-of-Ownership) aumentano di popolarità. Ma cosa significa TCO per i nostri processi aziendali, gli aspetti finanziari e la fornitura di servizi?
- Quale sarà il nostro modello di reddito sui servizi?

Si possono distinguere diversi tipi di concetti di manutenzione:

- **RCM** (Reliability Centered Maintenance), basata sull'affidabilità
- **TBM** (Time Based Maintenance), basata su intervalli di tempo
- **TPM** (Total Productive Maintenance), che ottimizza la disponibilità della macchina
- **CBM** (Condition Based Maintenance), status di manutenzione condizionata
- **Run-To-Failure**
- Combinazioni delle precedenti

Al momento si assiste ad un passaggio dalla manutenzione basata sul tempo (manutenzione preventiva periodica) alla manutenzione predittiva (manutenzione preventiva non appena una macchina indica che è necessario).

I servizi possono essere forniti ai clienti su più piani, con diverse modalità e all'interno di diverse relazioni con i clienti. Il mercato dei servizi può essere classificato da generico ad altamente specifico: dal servizio ricambi generici e servizio di processo/applicazione a servizi completi centrati sul cliente. (fig. 5.2). Ogni tipo di servizio richiede un'organizzazione specifica e competenze specifiche.

Le ICT non possono essere trascurate se si vuole applicare una buona politica di gestione dei servizi, utilizzando software e sistemi specifici. Le PD, ad esempio per la registrazione delle ricevute, possono essere collegate a questo sistema, alimentando la reportistica interattiva, l'amministrazione finanziaria e il contratto (ad esempio, SLA con accordi di uptime).

L'aggiornamento delle informazioni sulle macchine installate, che comprende le componenti di manutenzione consegnate, non è ancora molto ben sintonizzato da molti costruttori di macchine (PMI). La gestione dei documenti è un problema per molte PMI. Le parti consegnate in fabbrica spesso non corrispondono ai disegni originali. Per le azioni di reclamo è essenziale sapere quali parti specifiche sono andate in quale macchina (tracciamento delle parti). Inoltre, gli aggiornamenti software (spesso in parte specifici del cliente) non sono ben registrati, il che causa guasti e persino l'arresto delle macchine.

Lo sviluppo di una strategia per i pezzi di ricambio e la gestione dei pezzi di ricambio può portare a profitti commerciali soddisfacenti. La classificazione dei pezzi di ricambio può essere un primo passo: Le parti A (articoli generici) possono essere acquistate ovunque, le parti B (articoli più specifici) e parti C (quelle che possono essere ordinate solo dal costruttore della macchina stessa). Può anche garantire un rapporto sostenibile con i clienti e un elevato margine (nuovo) modello di reddito, grazie al sistema di consegna locked-in dei pezzi di ricambio C. Rendendo le macchine e i pezzi di ricambio intelligenti collegandoli tra loro, la manutenzione predittiva potrà diventare una realtà. Tra qualche anno, le macchine connesse ordineranno i propri pezzi di ricambio quando sarà necessario, in autonomia.

All'interno di molte PMI che costruiscono macchine, un elemento dal costo elevato tiene in magazzino parti di macchine che sono state costruite molto tempo fa. Un elenco dei pezzi obsoleti con la relativa strategia di eliminazione graduale, può essere un'opportunità per stimolare la vendita di una nuova macchina.

4.3.4. Contribuire alle problematiche sociali e ambientali con soluzioni tecniche intelligenti

Come abbiamo visto nei capitoli precedenti, la Smart Industry apre nuovi modi per utilizzare le risorse in modo più efficiente, come la riduzione della necessità di materie prime (ad esempio attraverso la produzione additiva) e il consumo di energia (ad esempio attraverso la manutenzione remota).

La Smart Industry, in relazione alle questioni sociali e ambientali, offre opportunità di business anche alle aziende manifatturiere. Ad esempio, migliorando o fornendo nuove soluzioni (tecniche) per l'energia sostenibile, dispositivi medici a prezzi accessibili, sicurezza e mobilità sostenibile e affidabile. "Nell'ambito della Smart Industry, ICT, Meccatronica, Robotica e Produzione sono tecnologie abilitanti essenziali per affrontare le grandi sfide che la nostra società sta affrontando. Nuove tecnologie robotizzate, sistemi di movimento di precisione e tecniche di azionamento ad alta efficienza energetica possono, ad esempio, contribuire in modo costruttivo ad affrontare i problemi che stiamo

incontrando nel campo dei cambiamenti climatici (monitoraggio ambientale, ma anche una produzione più efficiente), dell'energia (progettazione efficiente delle macchine), della salute (nuovi interventi diagnostici o robotici), della mobilità (trasporti intelligenti coordinati) e della sicurezza (monitoraggio e prevenzione o screening intelligente)". Inoltre, la Smart Industry assicura che questi prodotti e servizi possano essere forniti in modo efficiente e local-to-local, mantenendo l'innovazione e la realizzazione vicine tra loro. ("[Nessun titolo]," n.d.d.-c)

I prossimi modelli di reddito relativi alla servitization, come "prodotti come servizio" (cfr. capitolo 5.3.5), in cui un prodotto venduto rimane di proprietà del produttore, richiederà e contribuirà alla gestione avanzata e integrata del ciclo di vita, compresa la progettazione per il riutilizzo, la ristrutturazione e il riciclo.

4.3.5. Modelli di reddito smart

Un modello di reddito mostra come il valore creato da un'azienda viene convertito in uno o più flussi di reddito. Un modello di reddito non è la pietra angolare di un modello di business, ma ne è parte integrante. Descrive chi pagherà per quale valore e come viene addebitato ai clienti. E, naturalmente, i costi sostenuti per sviluppare e fornire questo valore. Il modello di reddito determina il prezzo di prodotti e servizi.

Un'azienda può supportare un modello di reddito (ad esempio, prezzo per prodotto), ma può anche adottare modelli di reddito multipli (ad esempio, prezzi fissi per le macchine e tariffe orarie per la manutenzione).

Un fornitore di software può far pagare un pacchetto software, una transazione al cliente o offrire il software a basso costo o addirittura gratuitamente, addebitando gli aggiornamenti o servizi come la consulenza e la formazione. Quindi lo stesso prodotto offre molteplici possibilità di merito.

L'innovazione di un modello di reddito può essere affrontata in quattro modi diversi:

1. Offrire un valore maggiore, diverso o nuovo e adeguare di conseguenza il modello di reddito. Ad esempio, un abbonamento per la manutenzione preventiva delle macchine.
2. Far diventare il modello delle entrate *un motivo* per i clienti per comprare e rimanere:

- Eliminare le soglie finanziarie evitando investimenti elevati per i clienti, ad esempio offrendo soluzioni di leasing. Oppure offrire un prezzo (più) basso combinandolo con un contratto di servizi. Un'altra possibilità è quella di rendere variabili i costi fissi, ad esempio un costruttore di macchine può addebitare il noleggio all'ora, il pagamento dei tempi di attività o il pagamento per prodotto sulla sua macchina. La tendenza "dalla proprietà all'accesso" sposterà i rischi finanziari dai clienti ai fornitori. Un inconveniente per le PMI è la non sufficiente disponibilità di capitale per offrire questo tipo di modelli di reddito.
- Offrire abbonamenti (contratti di manutenzione, servizi finanziari, consulenza, servizi di ingegneria, servizi di ingegneria/refit, servizi dati, servizi di assistenza (aiuto digitale), consegna e stoccaggio di pezzi di ricambio speciali, ecc.), in questo modo un'azienda può fidelizzare i clienti. Questo tipo di modelli di fatturato offre ai clienti chiarezza e certezza di consegna e garantisce ai fornitori un reddito regolare durante la durata dell'accordo.
  Offerte differenziate o modulari; prezzi diversi per diversi tipi di servizi o un pacchetto base a cui il cliente può aggiungere prodotti o servizi. I clienti hanno la possibilità di scegliere qualcosa che si adatta alle loro esigenze e al loro budget. In questo modo, un fornitore può rivolgersi a più gruppi di clienti.

3. Rendere visibile il valore di beni e servizi che ora sono forniti gratuitamente, e chiedere in cambio il valore (in qualsiasi forma). Ad esempio ore per preventivi, servizi post-vendita o dati che vengono forniti ai clienti.

4. Utilizzare e valorizzare al meglio le risorse di un'azienda, compresi i dati. Ad esempio, il vostro cliente potrebbe essere molto interessato ai dati che state generando per il condition monitoring dei vostri prodotti o delle macchine installate (5.3.2, Creare valore con i dati).

Un altro modo di addebitare un cliente, spesso significa che ci si rivole a nuovi gruppi target o che l'offerta di un'azienda sta cambiando. Al contrario, una nuova offerta o un nuovo gruppo target può significare ragioni e opportunità per un nuovo modello di reddito.

I modelli di reddito rilevanti per le aziende manifatturiere sono:

- Il modello tradizionale delle vendite di prodotti e delle fatture orarie per servizi (aggiunti) (modelli di scambio);
- Noleggio, licenze, hosting (modelli di utilità);
- Modelli di reddito basati sui consumi misurati (modelli di fornitura):
- I clienti pagano per l'uso o il consumo di prodotti o servizi (pay per use). Spesso viene offerto un prezzo di base con un sovrapprezzo d'uso, sotto forma di abbonamento. Prepagato, *Pay As You Go* o *Pay As You Use* sono modalità in cui si paga in anticipo per un credito. Il credito sarà addebitato al momento dell'effettivo utilizzo del servizio.
- I clienti pagano per il valore effettivamente consegnato (modelli di prestazioni), ad esempio gli accordi di uptime (*uptime agreements*) sulle macchine;
- *Rifiuti di scarto* come merce, ad esempio mobili di design in legno di recupero (riutilizzo o modelli circolari);
- Fornitura di prodotti e servizi gratuiti o poco costosi, mentre i clienti pagano per pezzi (di ricambio), servizi o aggiornamenti. Come stampanti relativamente economiche con cartucce d'inchiostro costose o servizi extra a pagamento di Skype e Spotify (modelli entry-level o freemium).

I modelli di reddito *smart* combinano questi principi e i modelli esistenti con nuove possibilità tecniche. Definendo i vostri prodotti in un altro modo, è possibile aggiungere o creare (nuovi) servizi. Pensate ai servizi di leasing, di assicurazione o di logistica. Grazie alla connettività dei prodotti, delle macchine e dei dati da esse forniti, i modelli di reddito (composti), come i prezzi dinamici, il pagamento per uso, il pagamento dei tempi di attività o il pagamento per prodotto/pezzo approvato, saranno sempre più applicati nell'industria. Lasciando alla creatività di un'azienda il compito di realizzare la sua proposta di valore con (un mix di) prodotti, servizi e applicazioni (ad esempio, gli utenti pagano per l'uso della luce invece di acquistare lampade).

4.4 Innovazione SMART di prodotti, processi e servizi

Autore: Prof. dr. Borut Likar, MBA

Tempo limitato, opzioni illimitate

Le strategie di mercato "a prova di futuro" e i portfoli di prodotti "antiurto" vengono creati combinando due forze principali che interagiscono tra loro: tecnologia-push e market-pull. La continua ricerca, lo sviluppo e l'innovazione, basati su tecnologie all'avanguardia, è la linea guida per una gestione efficace e intelligente del prodotto. Con le esigenze dei clienti in continua evoluzione e le opzioni tecniche quasi infinite per soddisfarle, la gestione del prodotto e la ricerca e sviluppo acquisiranno sempre più le caratteristiche della gestione dell'innovazione.

Gestire l'Innovazione nelle industrie SMeART

L'innovazione è vitale per la competitività europea nell'economia globale. L'UE sta attuando politiche e programmi che sostengono lo sviluppo dell'innovazione per aumentare gli investimenti nella R&S e per convertire al meglio la ricerca in beni, servizi o processi migliori per il mercato. Come sottolineato dalla politica industriale dell'UE, l'industria è fondamentale per la competitività dell'UE e l'innovazione è un fattore chiave in questo senso. È particolarmente importante per l'industria 4.0.

4.4.1. Sviluppare un portfolio di innovazione smart

In primo luogo, va sottolineato che le imprese che stanno innovando e che si occupano anche di varie tipologie di innovazioni, sono più resistenti agli urti e sopravvivono più facilmente alle crisi economiche. Pertanto, è importante non limitarsi allo sviluppo di nuovi prodotti. Le attività di innovazione apportano il massimo valore se sono equilibrate e affrontano i diversi tipi di innovazioni come segue:

- Prodotto (che si traduce in nuovi prodotti o servizi o in miglioramenti di vecchi prodotti o servizi)
- Processo (che si traduce in processi migliorati all'interno dell'organizzazione - ad esempio la reingegnerizzazione dei processi aziendali)
- Innovazione nel marketing (comprese le funzioni di promozione del prodotto, pricing e distribuzione)
- Organizzazione (che migliora le modalità di gestione dell'organizzazione)
- Innovazioni nel processo (miglioramento di tutti i processi, anche di ricerca e sviluppo e processi produttivi nella Smart Industry)

Tipologie di innovazioni aggiuntive:

- Innovazioni tecnologiche e non tecnologiche
- Per la Smart Industry sono importanti le innovazioni tecnologiche, ad esempio le innovazioni tecnologiche basate sull'interfaccia di programmazione delle applicazioni API. Allo stesso tempo, le innovazioni non tecnologiche sono legate alle prestazioni aziendali e anche al/i mercato/i.
- Innovazioni progressive e radicali
- Anche se le innovazioni progressive rappresentano spesso miglioramenti minori legati a risultati finanziari minori, possiamo aspettarci che molte di esse siano presenti nelle aziende. D'altra parte, le innovazioni radicali possono portare a risultati finanziari enormi, ma sono rare e spesso rischiose - ad esempio, l'inventore del motore turboreattivo/aeroplano è stato De Havilland (Comet), ma il vincitore finale è stato Boeing, che in realtà è stato un seguace dell'innovazione.
- Concetto di Tecnologia-push e market-pull
- Alcune innovazioni sono strettamente tecnologiche (ad es. aerei elettrici, dove il collo di bottiglia sono le batterie ad alta capacità), altre seguono il concetto di market-pull (ad es. sviluppo della fotocamera digitale e del software di fotoritocco).

Fig. 5.3: Tipologie di innovazione. Le aziende che stanno innovando e che si occupano anche di vari tipi di innovazioni, reagiscono meglio agli imprevisti.

Esistono ancora altre tipologie che stanno diventando sempre più importanti negli ultimi anni:

- Eco-innovazione
  È la produzione, l'assimilazione o lo sfruttamento di un prodotto, processo produttivo, servizio, gestione o metodo aziendale che è nuovo per l'organizzazione (sviluppo o adozione) e che si traduce, durante tutto il suo ciclo di vita,

in una riduzione dei rischi ambientali, dell'inquinamento e di altri impatti negativi sulle risorse utilizzate (compreso l'uso dell'energia) rispetto alle alternative pertinenti.

- Innovazioni sociali
  Esistono nuove strategie, concetti, idee e organizzazioni che aspirano a soddisfare i bisogni sociali derivanti dalle condizioni di lavoro, dall'istruzione, dallo sviluppo della comunità, e dalla salute. Queste idee sono state create con l'obiettivo di estendere e rafforzare la società civile.

Per un'azienda smart è importante avere in mente tutti i tipi di innovazioni, perché ognuna di esse può portare benefici. Ma, naturalmente, dovrebbe concentrarsi su quelle che sono correlate con il core business dell'azienda smart.

4.4.2. Gestione dell'Innovazione

Secondo le parole del guru del management Peter Drucker, ogni organizzazione ha bisogno di una competenza chiave: l'innovazione. Questo è il processo con cui le imprese migliorano la loro competitività e redditività. Le innovazioni portano allo sviluppo di nuovi prodotti e servizi, a nuove caratteristiche dei prodotti e servizi esistenti, a nuovi modi di produrre o vendere o a un approccio diverso a qualsiasi altro processo all'interno dell'azienda. I modi completamente nuovi di fare business sono spesso chiamati nuovi modelli di business, che apportano il massimo valore aggiunto. Possiamo dire che l'innovazione non è soltanto un processo, è uno stile di vita.

Se vogliamo introdurre o migliorare l'innovazione all'interno dell'organizzazione, non esiste una procedura uniforme per farlo. Ma ci sono molti elementi e concetti che possono aiutare le aziende a raggiungere prestazioni innovative. La gestione dell'innovazione inizia con la definizione della strategia e la definizione degli obiettivi dell'innovazione. Una strategia di innovazione è una strategia di risposte efficaci alla concorrenza. Sviluppare strategie di innovazione di successo è spesso difficile, il che spiega perché molte aziende scelgono di non farlo, anche se i vantaggi dell'innovazione sono ampiamente compresi.

L'obiettivo dell'innovazione

Gli obiettivi innovativi più comuni sono i seguenti (Likar & Fatur, 2007):

- Aumentare il valore aggiunto per i clienti
- Ridurre i costi di prodotti/servizi
- Aumentare il tasso di successo dell'innovazione
- Migliorare la qualità di prodotti/servizi
- Aumentare l'efficienza dello sviluppo
- Aumentare il tasso di introduzione di prodotti/servizi
- Ridurre i tempi di commercializzazione
- Sviluppare nuove categorie di prodotti/servizi
- Creare nuovi business model
- Migliorare le condizioni di lavoro degli impiegati.

Costruire la cultura innovativa

Se l'azienda vuole raggiungere gli obiettivi menzionati e simili, costruire una cultura innovativa è essenziale e comprende:

- La leadership di campioni visionari ed entusiasti del cambiamento
- Supporto del top management e incoraggiamento della creatività, sia finanziaria che psicologica.
- Un sistema di comunicazione efficace. I leader condividono la visione aziendale con i loro dipendenti e li mettono nelle condizioni di poter ottimizzare il loro potenziale per il raggiungimento degli obiettivi aziendali.
- Flessibilità verso nuovi modi di pensare e nuovi modelli di comportamento. L'organizzazione creativa si adatta facilmente ai cambiamenti e cerca proattivamente nuove opportunità.
- Attenzione al cliente
- Una cultura creativa è focalizzata verso l'esterno, alla ricerca di idee tra clienti, concorrenti, accademici, fornitori e persino industrie con un focus diverso.

La cultura dell'innovazione può essere sviluppata da:

- Selezione di dipendenti innovativi

- Formazione per la creatività e l'innovazione
- Sviluppare una cultura dell'apprendimento
- Potenziamento dei dipendenti
- Creazione di schemi di registrazione e acquisizione delle idee
- Valorizzare i manager per sostenere l'innovazione altrui
- Rendere la creatività un requisito del lavoro
- Migliorare la partecipazione dei dipendenti al processo decisionale
- Avere sistemi di ricompensa adeguati alle innovazioni
- Consentire l'assunzione di rischi come modalità di pratica accettabile.
- Incoraggiare gli investimenti in ricerca e sviluppo
- Benchmarking (intraprendere attivamente approcci sistematici per localizzare e valutare le buone pratiche altrove nel tentativo di migliorare le proprie prestazioni).

Altre misure importanti che influenzano l'ambiente organizzativo:

Responsabilità dell'innovazione posta su tutto il personale Anche se solo alcuni ruoli saranno più direttamente coinvolti nell'innovazione (ad esempio, ricerca e sviluppo, sviluppo di prodotti), tutto il personale dovrebbe avere il compito di agire in modo innovativo nell'ambito del proprio ruolo.

Sistema delle risorse umane che promuove e incoraggia il personale ad essere innovativo. Ciò richiede una dedizione alla formazione, all'istruzione, al mentoring e alla gratificazione del personale per i comportamenti innovativi. Il personale ha anche bisogno di tempo e risorse per fermarsi a riflettere su nuove idee, cosa che non non può avvenire fino a che dedica il 100% del proprio tempo alla routine quotidiana. Soprattutto per le industrie smart, è essenziale una formazione continua e regolare incentrata sulle nuove tecnologie e sui settori in rapido sviluppo.

Sistema di misura delle prestazioni che misura il polso innovativo di un'azienda. Tra le misure semplici spesso utilizzate si annoverano le spese per l'innovazione (spesso etichettate come spese di R&S), una percentuale di nuovi prodotti (numero di prodotti nuovi/modificati introdotti in questo periodo in proporzione rispetto al numero totale di prodotti) e un certo numero di brevetti detenuti.

Collegamenti con la funzione marketing Comprendere i clienti, le loro esigenze e la concorrenza è fondamentale per indirizzare le risorse verso i sistemi di innovazione. Gli innovatori di maggior successo comprendono le esigenze del cliente meglio dei clienti stessi. Spesso sono in grado di identificare e risolvere i problemi prima che il cliente si renda conto che forse c'è un problema, per non parlare dell'acquisto di una soluzione.

Acquisizione della conoscenza e processi di gestione che portano costantemente nuove idee, informazioni, concetti e conoscenze all'interno dell'organizzazione. Questo può spaziare da semplici cose come ricevere riviste commerciali, scientifiche, di ingegneria e professionali, la partecipazione a conferenze e la partecipazione a forum di networking industriale fino ad avere una
capacità di ricerca completa. Dove la conoscenza non è facilmente disponibile, i politecnici, le Università e gli istituti di ricerca hanno le capacità per svilupparla per voi.

Sistemi di gestione della proprietà intellettuale che identificano, proteggono, valorizzano, gestiscono e controllano la proprietà intellettuale (PI) dell'organizzazione. Questa proprietà intellettuale è la nuova conoscenza che nasce dal processo di innovazione, ad esempio, può essere una comprensione unica di un processo di produzione che facilita l'efficienza superiore o la progettazione di un nuovo prodotto. Alcune organizzazioni hanno difficoltà a identificare la loro proprietà intellettuale. Un modo per farlo è rispondere alla domanda: cosa sappiamo e cosa i nostri concorrenti non sanno e cosa non vogliamo che i nostri concorrenti sappiano? Una volta identificato quel "cosa", deve essere protetto o i concorrenti lo scopriranno! La protezione della vostra proprietà intellettuale può andare dal semplice mantenimento della riservatezza, non solo fisica ma anche elettronica, fino a mezzi più formali come la protezione di marchi, brevetti e varietà vegetali. Queste sono particolarmente importanti per le tecnologie intelligenti. Infine, ma non meno importante, uno degli strumenti più importanti è quello della velocità, dell'essere più veloci rispetto ai propri concorrenti: rispondere alle esigenze del mercato, sviluppare la novità, vendere il prodotto e quando i concorrenti riescono a copiarlo, ne avrete già uno nuovo. Questo è anche un concetto di Akrapovič, produttore sloveno di sistemi di scarico: uno dei migliori al mondo.

Fig. 5.4.: Casy Stoner con il sistema di scarico di Akrapovič, che è costantemente rinnovato. Alcuni elementi sono brevettati, gli altri protetti secondo il concetto del "time to market". (Google immagini gratuite)

Innovazione aperta è un concetto secondo cui i confini tra un'impresa stessa e il suo ambiente sono diventati più permeabili; le innovazioni possono facilmente trasferirsi all'interno e all'esterno tra imprese ed altre imprese e tra imprese e consumatori creativi, istituzioni accademiche e ricercatori, con impatti a livello di consumatori, imprese, industria e società (Wikipedia contributors, 2018).

Allo stesso tempo permette alle aziende di cercare nuovi modi per commercializzare le loro idee e il loro know-how vendendo diritti di proprietà intellettuale, spin-off e altre forme. Il raggruppamento di organizzazioni simili e delle loro industrie di supporto è uno strumento collaudato per garantire la crescita collettiva attraverso la condivisione di quelle parti del processo di innovazione e di business in cui i loro interessi si sovrappongono (ad esempio, European Automotive Cluster Network - un'iniziativa che riunisce nove delle più importanti iniziative di cluster nel settore automobilistico di sette paesi europei).

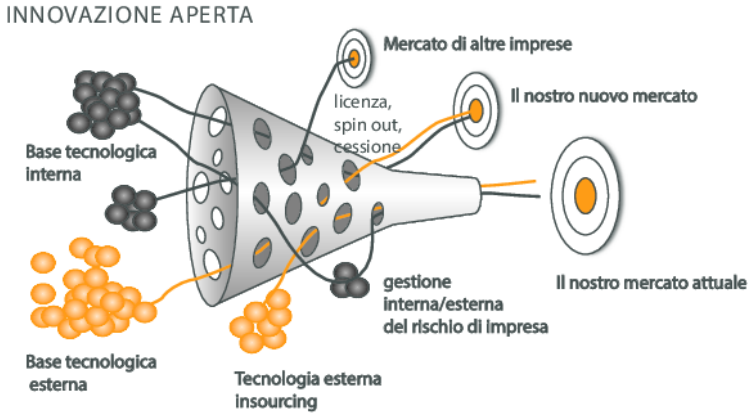


Fig. 5.5: Concetto di innovazione aperta (Lubiewa-Wielezynsk, n.d.)

Struttura organica, flessibile: che incoraggia il lavoro di squadra e stimola le persone ad essere più creative. Avere una definizione elastica di business aiuta a scongiurare gli istinti protezionistici e l'organizzazione evita così una difesa inconsapevole contro i cambiamenti necessari. La direzione dell'organizzazione dovrebbe essere indirizzata a impiegare una parte significativa del suo tempo alla ricerca di opportunità al di fuori dei confini dell'attività che gestisce.

Motivazione dei dipendenti: motivare un dipendente significa che deve poter percepire il suo successo personale sul lavoro, il suo contributo positivo all'obiettivo aziendale, la sua responsabilità corrispondente alle capacità, il riconoscimento delle sue prestazioni, l'acquisizione di nuove esperienze e lo sviluppo delle capacità.

Stile di leadership partecipativo: I manager si concentrano sia sul compito che sui subordinati e consentono loro di partecipare alla pianificazione e al processo decisionale.

Limiti organizzativi flessibili: Non è necessario creare tutte le innovazioni internamente. Le collaborazioni possono essere una strategia utile per promuovere l'innovazione. Inoltre, oltre allo sviluppo, l'acquisizione può essere un'efficace strategia di innovazione.

Gestire il rischio: Una strategia non dovrebbe essere monolitica, ma sufficientemente diversificata per consentire agilità e flessibilità organizzativa. È necessario ricordare che la maggior parte delle idee di innovazione non andrà a buon fine, quindi non pensare in grande in termini di finanziamento di ogni singola idea innovativa. La strategia dovrebbe essere quella di finanziare un certo numero di idee. Una sperimentazione a basso rischio è di fondamentale importanza - investire in molte iniziative, ma iniziare da piccole dimensioni. Anche se la maggior parte delle nuove iniziative fallisce, è possibile acquisire un effetto di apprendimento da ciascuna di esse. I rischi di progetto devono essere distinti dai rischi di portafoglio - il rischio di qualsiasi nuovo progetto sarà elevato, ma se ci sono abbastanza progetti di innovazione, il rischio di portafoglio sarà gestibile.

Trasformare la strategia organizzativa: Una pianificazione strategica tipica è spesso antitetica alla promozione di modelli e strategie di business radicalmente innovativi. L'innovazione non può essere limitata a una pianificazione strategica programmata, ma deve essere continuativa. Inoltre, la strategia non dovrebbe essere limitata allo stesso insieme di decisori di alto livello. Una strategia innovativa non viene necessariamente dall'alto, ma troppo spesso una parola sul contributo strategico appare nei criteri di performance per chiunque sia al di sotto del livello dirigenziale superiore.

Altri fattori: come raccolta sistematica di tutti gli impulsi che potrebbero portare all'innovazione, al buon lavoro di squadra, alla formazione continua dei dipendenti, alla capacità di finanziare le attività di innovazione (Likar & Fatur, 2007).

4.4.3. Sviluppare un prodotto o servizio innovativo

Per quanto riguarda il processo innovativo, è possibile definire tappe chiave, come un percorso per realizzare progressi per l'innovazione. Tuttavia, va tenuto presente che l'innovazione è un fenomeno multiuso e non lineare, che viene definito come il risultato di un'ampia gamma di collegamenti, interazioni, cicli e feedback (Likar et al., 2013).

In base a queste considerazioni, è possibile individuare le fasi principali:

A. Identificazione del problema/opportunità
B. Ridefinizione del problema
C. Ideazione
D. Pretotipazione/prototipazione
E. Verifica e selezione dell'idea.

4.4.3.1. Concetti di identificazione di problemi/opportunità

Trovare nuove opportunità può comportare anche:

- revisione periodica delle opportunità esterne ed interne all'organizzazione.
- stabilire i canali di comunicazione adeguati (per "sentire" le opportunità)
- sviluppare metodologie per identificare tendenze e intuizioni (ad es. tendenza in Cryptocurrency).
- percezione delle opportunità di mercato (ad es. crociere su grandi navi)
- individuazione dei punti deboli della concorrenza (ad es. lunghi tempi di risposta per la consegna delle pizze).
- rilevamento di opportunità tecnologiche (ad es. tecnologia blockchain)

- conoscenza delle istituzioni accademiche (in relazione a Spin-off, ad es. concetti di pulizia al plasma).
- costruire sui nostri hobby (es. Pipistrel - produttore sloveno di aerei ultraleggeri)
- requisiti legislativi (ad es. norme ambientali per i motori delle automobili).

Strumenti di comprensione dei problemi

Oltre ai concetti menzionati, sono disponibili anche strumenti concreti, come ad esempio

Il Diagramma di Ishikawa (o fishbone diagram) di solito viene utilizzato nel contesto di un gruppo, che deve prendere in considerazione le possibili cause di un problema che si suddivide in diversi livelli di sottocause. In questo modo si estrapolano gradualmente e si identificano le cause sottostanti, o le cause di fondo, del problema di base. Ci si può anche aspettare delle idee per le soluzioni.

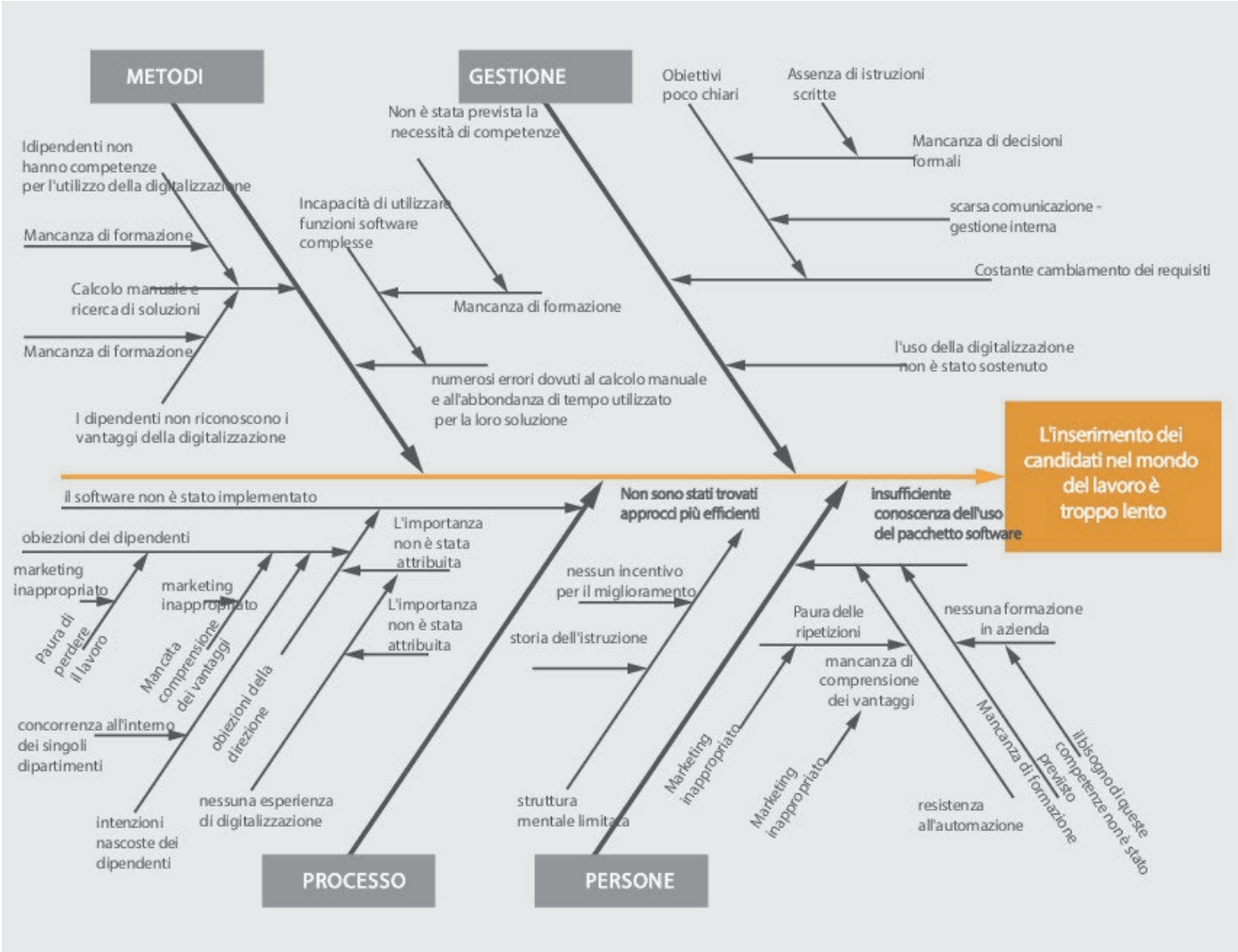


Fig.5.6.: Diagramma Ishikawa nella pratica (fonte; Košmrlj, K., Širok, K., & Likar, B. 2015)

QaDIM (Quick and Dirty Method): è destinato principalmente all'identificazione di opportunità per innovazioni progressive sul prodotto già esistente, ma nel processo di scoperta di problemi e opportunità, può nascere anche l'idea di un'innovazione rivoluzionaria.
SWOT Analysis: Un problema o una sfida viene affrontata dal punto di vista dei suoi punti di forza, punti deboli, opportunità e minacce.

TRIZ comporta un approccio sistematico alla revisione delle banche dati sui brevetti. Affrontiamo la soluzione di un problema ridefinendolo rispetto ai precedenti problemi correlati, le soluzioni che possiamo trovare nella banca dati sui brevetti. Lo slogan di questo strumento è che "qualcuno da qualche parte ha già risolto un problema simile (o molto simile)".

Delphi è un metodo lungo e complesso, che cerca di prevedere gli sviluppi futuri nel settore in esame (ad es. il futuro del fotovoltaico). Si basa sul lavoro individuale di più persone che sono esperti o conoscitori del settore.

eMIP: Metodologia per l'identificazione di massa dei problemi presenti nell'azienda e nel suo ambiente, ma non sufficientemente chiari. È molto adatto per l'applicazione del concetto di innovazione aperta, in cui partecipano anche partner esterni che costituiscono la catena del valore.

Innovation Cube indirizza sistematicamente i partecipanti verso un modo più ampio di considerare e affrontare problemi ed esigenze, opportunità e idee per le novità, nonché verso la ricerca di nuovi mercati e tendenze future.

Comprendere il cliente

Molte innovazioni sono una risposta alle esigenze dei clienti. Pertanto, è fondamentale comprendere le esigenze del mercato o di un cliente concreto. L'empatia aiuta a comprenderle meglio e a definire correttamente il problema. L'empatia aiuta ad essere orientati verso l'essere umano e verso il cliente piuttosto che la tecnologia, che invece può portare al fallimento del prodotto. Un esempio è Google Glass: pur essendo impressionanti a livello tecnologico, l'invenzione non ha funzionato bene, e ciò è dovuto in gran parte alla mancanza di empatia nei confronti degli utenti. D'altro canto, l'innovazione chiamata Embrace Warmer (nuovo tipo di incubatore per i paesi in via di sviluppo http://embraceglobal.org/about-us/) è stato sviluppato da studenti post-laurea a Stanford seguendo il concetto di empatia ed è diventato un grande successo.

Metodologie basate sull'empatia

Condurre colloqui con empatia. I colloqui empatici sono il caposaldo del Design Thinking. Comprendendo i pensieri, i sentimenti e le motivazioni di un'altra persona, è possibile capire le scelte che la persona compie, possiamo capire i suoi tratti comportamentali e siamo in grado di identificare i suoi bisogni. Questo ci aiuta a innovare e a creare prodotti o servizi per quella persona (Empathy methods, 2018, vedi link all'interno del paragrafo Letteratura per maggiori informazioni). Utilizzare foto e video basati su studi sugli utenti. Fotografare o registrare gli utenti target, come altri metodi di empatia, può aiutare a scoprire i bisogni che le persone hanno di cui possono essere o meno consapevoli.

Tre metodi utili: Assumere una mentalità da principiante. Chiedere Cosa-Come-Perché. Coinvolgere gli utenti "estremi". (Design thinking, 2018).

4.4.3.2. Ridefinizione del Problema

Piuttosto che accettarlo, è importante esplorare, descrivere e analizzare il problema e il suo contesto e re-interpretare o ristrutturare tale problema in modo da averne un quadro ben definito che possa suggerire un percorso verso una soluzione. È inoltre possibile utilizzare il Diagramma Ishikawa precedentemente presentato.

Per maggiori informazioni al riguardo: *The art of managing innovation problems and opportunities* (L'arte di gestire i problemi e le opportunità dell'innovazione) (Košmrlj, K., Širok, K., & Likar, B. 2015).

4.4.3.3. Ideazione

Le idee vengono dalle persone che conosciamo, dalle storie che sentiamo, dal lavoro che facciamo, dai nostri interessi, dalle nostre opinioni e dalle nostre esperienze. Le idee imprenditoriali sono tutt'intorno a voi. Alcune idee imprenditoriali nascono da un'attenta analisi delle tendenze del mercato e delle esigenze dei consumatori, altre dalla fortuna. Ma come trovare una fonte di idee e conoscenze? Una base molto importante è la chiara definizione dei problemi e delle opportunità, come già presentato qui (Likar & Fatur, 2007).

Al fine di massimizzare il potenziale creativo del gruppo di problem solving, l'attività di generazione di idee dovrebbe essere di natura collaborativa. Ciò si può ottenere in molti modi. La gestione delle idee e quella dei processi di innovazione spesso forniscono strumenti di collaborazione, mentre i facilitatori di brainstorming e altri eventi di ideazione dovrebbero promuovere lo sviluppo di idee collaborative (Schober et all, 2015). Alcune tecniche per la creazione di idee:

- Brainstorming
- Philips buzz 66
- Bionics
- Six thinking hats (sei cappelli pensanti)

Il **Brainstorming** può essere tradotto come "tempesta di idee". Si tratta di un metodo di risoluzione dei problemi in team. La regola di base è che tutti i membri del team sono uguali e la sessione dovrebbe avere il carattere di una riunione amichevole. Il team è guidato da un moderatore. La critica o la valutazione dei suggerimenti sono severamente proibiti. Tutto ciò verrà fatto nelle fasi successive.

Philips buzz 66 è molto simile al Brainstorming, ma molto breve e adatto per risolvere le sfide quotidiane con pochi partecipanti. Può essere efficacemente utilizzato durante una pausa caffè.

'Six Thinking Hats' è una tecnica potente. Viene utilizzata per esaminare le decisioni da una serie di prospettive importanti, ad esempio da un punto di vista emotivo, intuitivo, creativo o negativo. Se si esamina un problema con la tecnica dei "Six Thinking Hats", allora lo si risolverà usando tutti gli approcci. Le decisioni e i programmi mescoleranno ambizione, abilità nell'esecuzione, sensibilità pubblica, creatività e una buona pianificazione di contingenza.

L'ingegneria bionica o biologicamente ispirata è l'applicazione di metodi e sistemi biologici che si trovano in natura allo studio e alla progettazione di sistemi di ingegneria e della tecnologia moderna. Esempi di bionica in ingegneria includono gli scafi di imbarcazioni che imitano la pelle spessa dei delfini; sonar, radar e imaging medico ad ultrasuoni (immagine di un embrione umano) che imita l'ecolocazione animale. Nel campo dell'informatica, lo studio della bionica ha prodotto neuroni artificiali e reti neurali artificiali. Per la sua specificità, questo metodo rappresenta un forte strumento per le industrie smart.

4.4.3.4. Pretotipazione/prototipazione

La pretotipazione è un modo semplice per materializzare le idee (spesso realizzate in alcune ore o in un giorno) prima di tentare la prototipazione vera e propria. In questo modo si ha un'idea e una visione delle sfide future - concettuali, legate allo sviluppo, alla tecnologia, ai costi.

Strumenti di prototipazione rapida

Un prototipo è un primo campione, modello o lancio di un prodotto realizzato per testare un concetto o un processo innovativo. Dovrebbe essere preparato in modo tale che l'intero funzionamento delle innovazioni possa essere testato o che la loro versione finale possa svolgere la sua funzione. L'obiettivo è quello di essere presentato agli utenti finali o ai potenziali acquirenti. Può essere fatto utilizzando strumenti di prototipazione rapida, ad esempio CAD/CAM, stampa 3D, taglio laser, sinterizzazione laser selettiva, ecc. Spesso è possibile utilizzare dispositivi e componenti elettromeccanici standard, versioni "kit", moduli finiti. Per le invenzioni tecniche si possono utilizzare circuiti elettronici universali programmabili, piattaforme di sviluppo "open source", come Arduino ecc. Allo stesso tempo, il lavoro dovrebbe essere fatto professionalmente in termini di funzionalità e design. L'obiettivo della prototipazione è quello di essere flessibili e veloci e avere la possibilità di riprogettare dopo il collaudo.

Verifica e selezione dell'idea

La fase di valutazione e selezione delle idee è una delle fasi più critiche del processo di innovazione. La prassi dimostra che gli inventori o coloro che si occupano del management aziendale spesso non ne considerano il valore con sufficiente attenzione. Continuano così con lo sviluppo e le fasi successive, mentre i costi aumentano drasticamente. Ci sono alcuni filtri principali che ci aiutano a scegliere le idee con il massimo potenziale:

- far testare la novità ai propri clienti/utenti finali
- verificare i vari aspetti del nuovo concetto.

Test della novità da parte dei clienti/utenti finali

Testare significa ottenere feedback da potenziali utenti/clienti. Invece di descrivere l'idea, un modo più efficiente è quello di presentare un prototipo e ottenere una comprensione più profonda degli utenti. Le domande più importanti alle quali si dovrebbe rispondere sono: Agli utenti piace la novità/prototipo? Capiscono come usarlo? L'uso è abbastanza intuitivo? È facile da usare? Soddisfa le esigenze degli utenti? Ci sono troppe funzioni disponibili, ecc.
Se intrapresa correttamente, la fase del testing permette di empatizzare e di acquisire una migliore comprensione dei propri utenti. Risultati ancora migliori possono essere raggiunti se il test viene eseguito in un ambiente di vita reale (ad es. test dell'attrezzatura alpinista in montagna). È importante anche tenere traccia delle reazioni durante l'uso (emozioni, uso, comprensione, praticità...). Oltre al feedback non verbale, è utile anche parlare dell'esperienza. Si può chiedere loro cosa pensano della novità. Ha senso anche incoraggiarli a parlare di argomenti (non) correlati.

Una volta ottenuti tutti i feedback, vanno analizzate le risposte e utilizzate per il perfezionamento del concetto/prototipo. Dopo di che, i test dovrebbero essere ripetuti.

Verifica dei vari aspetti del nuovo concept

Prima di iniziare con la pre(o)totipazione, le idee dovrebbero essere valutate e selezionate.

- Fattori chiave di successo (si definiscono e valutano gli aspetti più importanti, come il potenziale di mercato, lo studio di fattibilità e gli aspetti tecnologici, gli aspetti finanziari, il prezzo di produzione, ecc.)
- SWOT analysis (si veda la sezione precedente)
- Metodo di input/risultato (rapporto tra input necessari e risultati attesi)

Analisi numerica sensibile (fare calcoli e simulazioni relative ad aspetti finanziari e di altro tipo).
È importante selezionare uno o più metodi tra i più rilevanti, analizzare i risultati e utilizzarli come input per prendere una decisione. Spesso è utile prendere in considerazione anche i risultati della fase precedente relativa all'analisi del problema/opportunità.

Design thinking (Pensiero Progettuale)

Uno degli approcci moderni che si occupano del processo di idea-innovazione è il Design Thinking (noto anche come D Schools). Il Design Thinking si riferisce ai processi cognitivi, strategici e pratici attraverso i quali i concetti di design (proposte di nuovi prodotti, edifici, macchine, ecc.) sono sviluppati da designer e/o team di designer. Rispetto al processo di innovazione presentato, viene data una forte enfasi alla prima fase: capire il problema/bisogno dell'utente finale. È anche molto incentrata sull'uomo e orientata al prototipo.

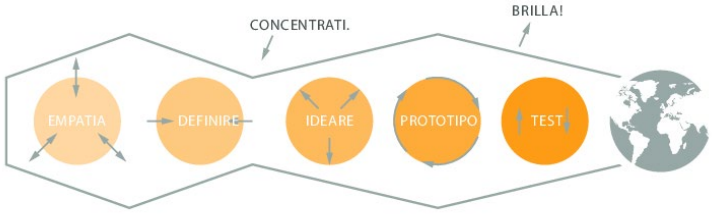


Fig. 5.8: Concept del design thinking. (Design, 2018)

Una delle proprietà dei moderni concetti di sviluppo dell'innovazione è che tutte le fasi sono fortemente interconnesse, ad esempio, quando si realizza un prototipo, spesso abbiamo bisogno di ridefinire il nostro problema, creare nuove idee, ecc. e di conseguenza realizzaren un nuovo prototipo. Situazione simile si verifica in altre fasi (Design thinking-wiki, 2018).

Tabella di marcia verso il prodotto e/o servizio finale

All'interno del capitolo 5.3, ci siamo concentrati sul processo di innovazione. Pertanto, qui vorremmo solo presentare brevemente un quadro più ampio , individuando le fasi e i processi di base che dovrebbero essere attuati per trasformare le idee nel prodotto finale di mercato:

- Strategia e obiettivi dell'innovazione (vedi: Gestione dell'innovazione)
- Sviluppo di un'organizzazione e di una cultura innovativa (vedi: Gestione dell'innovazione)
- Il processo di innovazione (vedi: Sviluppo di un prodotto/servizio innovativo).
- Ricerca e sviluppo (in particolare le industrie smart sono strettamente legate alla R&S - vedi anche: Gestione dell'innovazione, cooperazione tra istituti di istruzione superiore e imprese)
- Tutela della proprietà intellettuale (vedi: Gestione dell'innovazione)
- Come finanziare l'innovazione (ad esempio, sovvenzioni - programmi comunitari, nazionali e regionali e locali, crediti, capitale di rischio, incentivi fiscali, ecc.)
- Produzione (vedi capitolo 4)
- Marketing (vedi capitolo 5.3).

Ulteriori informazioni si trovano in altre sezioni di queste linee guida e nella letteratura del settore.

Invece di una conclusione, abbiamo preparato una semplice ricetta per l'innovazione:
Ingredienti di base: un grande cucchiaio di creatività, un po' di critica, una sana dose di spirito di ricerca, un pensiero positivo: pensare che anche ad altri piacerà la nostra novità, un pizzico di lavoro di squadra, una spruzzata di velocità adeguata perché il piatto non si secchi, un paio di gocce di coraggio manageriale. Mescolare bene insieme, scaldare, e il successo è garantito. Bon Appetite.

4.5. SMART Marketing

Autori: Prof. Dr. E. Werning, Prof. Dr.-Ing. M.Leisenberg, Prof. Dr. M. Negri / FHM

La trasformazione digitale ha implicazioni di vasta portata per tutte le attività che creano valore aggiunto in intere aziende e catene del valore. Grazie alle nuove tecnologie, come ad esempio la Smart Engineering, aree precedentemente separate come la distribuzione, la produzione e la vendita sono diventate unità interconnesse che devono essere efficacemente coordinate, non solo all'interno dei confini di una singola azienda. Anche i consumatori sono inseriti nei processi di creazione di valore di ogni azienda attraverso la digitalizzazione (Biesel & Hame, 2018, p. 9). Allo stesso modo, la disciplina del Marketing è soggetta a profondi cambiamenti. I consumatori non sono più solo alla ricerca di un prodotto da consumare. Al contrario, vogliono contribuire al suo sviluppo, vogliono che sia adattato alle proprie esigenze e vogliono interagire con il prodotto. Inoltre, sono alla ricerca di modi per valutare il prodotto e condividere le loro esperienze di utilizzo. Attraverso l'uso dei social media e delle nuove tecnologie, i prodotti e i processi di sviluppo e produzione stanno diventando più trasparenti. Le aziende e i clienti stanno diventando un'unica entità interconnessa. I consumatori si fanno carico dei compiti dei produttori, il che si riflette nella parola **prosumer** (**pro**ducer-con**sumer**) (Vikram, 2016). L'azienda, tuttavia, acquisisce informazioni sui clienti e sui mercati, che a loro volta possono essere utilizzate per ottimizzare la loro offerta e per adattarla ai diversi gruppi target. In sintesi, trasformazione significa per le aziende, processi derivanti dai clienti e uso di tecnologie appropriate per ottenere un posizionamento di successo dell'azienda e dei suoi prodotti in un mercato trasparente a livello globale (Biesel & Hame, 2018, p. 1). La parte che segue evidenzia l'impatto che la trasformazione digitale sta avendo sul marketing.

4.5.1. Lo sviluppo del Marketing 4.0

Il marketing è cambiato radicalmente dall'inizio dell'industrializzazione. Nelle prime fasi dell'industrializzazione e della produzione di massa, la commercializzazione è stata messa in atto partendo dalla prospettiva del produttore. Sulla base di un mercato di vendita con una gamma limitata di prodotti, le esigenze e i desideri dei clienti hanno giocato un ruolo subordinato rispetto a quelli delle aziende. È stato piuttosto il progresso tecnologico ad essere il motore dello sviluppo dei prodotti. Esisteva quindi un approccio di marketing incentrato sul prodotto. Il marketing era incentrato esclusivamente sulla semplice vendita di prodotti senza alcuna considerazione per le esigenze dei clienti o dei mercati.

Con l'aumento della gamma di prodotti offerti, è stata creata una maggiore scelta per i clienti, che a sua volta ha modificato notevolmente le sfide del marketing. I clienti hanno confrontato i prodotti e sono diventati più consapevoli. I produttori sono stati quindi costretti a mettere in evidenza il valore dei loro prodotti per i clienti. L'attenzione del Marketing 2.0 si è spostata verso un approccio orientato al consumatore.

Il cambiamento dei valori sociali, in particolare a causa della generazione Y, ha fatto sì che i consumatori fossero sempre più interessati alla sostenibilità dei prodotti e delle aziende. Ciò è diventato particolarmente evidente attraverso il nuovo gruppo LOHAS - lifestyle of health and sustainability (stile di vita di salute e sostenibilità). Di conseguenza, alle aziende è stato richiesto di comunicare chiaramente al consumatore come vengono fabbricati i prodotti e come le aziende tutelano la loro responsabilità sociale (Stehr & Struve, 2017, pp. 3-10).

Con il Marketing 3.0 è diventato importante comprendere l'acquirente non solo come cliente, ma anche come persona i cui valori influenzano l'acquisto di un prodotto. La responsabilità sociale d'impresa (RSI) di un'azienda è stata integrata nei processi di comunicazione per supportare le decisioni di acquisto positive dei clienti. Non solo il prodotto, ma anche la responsabilità economica, sociale e ambientale dell'azienda è entrata a far parte del Marketing 3.0. La

responsabilità sociale d'impresa è stata integrata nei processi di comunicazione per supportare le decisioni d'acquisto dei clienti.

Attraverso l'uso crescente dei social media, la comunicazione del brand e del prodotto è diventata un processo a doppio senso. Le aziende non si limitano più a comunicare i propri prodotti, ma i consumatori valutano e comunicano le proprie esperienze e influenzano altri potenziali clienti. Allo stesso tempo, lo sviluppo tecnologico ha anche permesso ai consumatori di partecipare allo sviluppo o alla progettazione del prodotto. Allo stesso modo, c'è un crescente desiderio di collegare i prodotti e interagire con loro. Il ruolo del consumatore nel Marketing 4.0 è cambiato ulteriormente. Ora i clienti possono essere considerati come colleghi sviluppatori, creatori di idee e valutatori di prodotti. Il Marketing 4.0 si traduce quindi nell'integrazione del cliente nel processo di marketing attraverso la collaborazione (Jara, Parra, & Skarmeta, 2012, p. 854).

4.5.2. Definizione di Marketing 4.0

Attualmente c'è pochissima letteratura disponibile che offra definizioni complete del tema del Marketing 4.0 o del marketing digitale.

Lies descrive il Marketing 4.0 come segue:

" Il marketing 4.0 è (.....) inteso essenzialmente come l'attuale fase del marketing, che non considera più il mercato in primo luogo, ma piuttosto il cliente come il suo focus umano, e allo stesso tempo plasma la digitalizzazione come una trasformazione digitale applicata della classe media". (Bugie, 2017, p. 59).

La definizione più generale è ulteriormente sottolineata dal termine "concretizzazione", coniato dal Financial Times. Il Digital Marketing è così definito:

"La commercializzazione di prodotti o servizi che utilizzano canali digitali per raggiungere i consumatori. L'obiettivo principale è quello di promuovere i brand attraverso varie forme di media digitali. Il marketing digitale si estende oltre il marketing su internet per includere i canali che non ne richiedono l'uso. Comprende i telefoni cellulari (sia SMS che MMS), social media marketing, display advertising, search engine marketing e qualsiasi altra forma di media digitali". ("Digital Marketing Definition", 2018).

Kotler affronta l'argomento con una descrizione completa. Nella sezione Marketing 4.0 viene seguito l'approccio di Kotler e il Marketing 4.0 viene definito come segue:

"Il marketing 4.0 è un approccio di marketing che combina l'interazione online e offline tra aziende e clienti. Nell'economia digitale, l'interazione digitale da sola non è sufficiente. Infatti, in un mondo sempre più connesso, il touch offline rappresenta una forte differenziazione. Il marketing 4.0 fonde stile e sostanza. Se è imperativo che i marchi siano più flessibili e adattativi a causa delle rapide tendenze tecnologiche, il loro carattere autentico è più importante che mai. L'autenticità, in un mondo sempre più trasparente, è il bene più prezioso". (Kotler, 2016).

Pertanto, nel complesso, il termine "Smart Marketing" può essere inteso come segue:

Lo Smart Marketing consiste nell'espansione del marketing consumatore-centrico online e offline attraverso l'integrazione di tecnologie per l'interazione con i consumatori, nonché attraverso la digitalizzazione integrata dei processi e l'utilizzo dei dati, per ottenere l'ottimizzazione, la flessibilità e la personalizzazione del contatto con i clienti.

4.5.3. Consequenze del Marketing 4.0

La crescente interconnessione tra le aziende e i clienti sta facendo sì che un potere sempre maggiore passi nelle mani del cliente. Da un lato, attraverso i social network e altre applicazioni dei social media, in generale, la trasparenza su prodotti e prezzi simili sta diventando sempre più significativa.

Attraverso piattaforme commerciali, che consentono l'distribuzione di prodotti in tutto il mondo e l'accesso a marchi internazionali, la pressione sui produttori è in costante aumento. Inoltre, il cliente, con la possibilità di valutare e commentare i prodotti, può ora influenzare attivamente la reputazione del prodotto, del marchio o

dell'azienda. La credibilità del marketing e la creazione di valore aggiunto per il cliente, che rende più difficile il cambiamento, sta diventando così un fattore di successo decisivo all'interno del Marketing 4.0.

Di conseguenza, il Marketing 4.0 influenza di riflesso le componenti primarie del concetto classico di brand management

(vedi Figura 5.4).

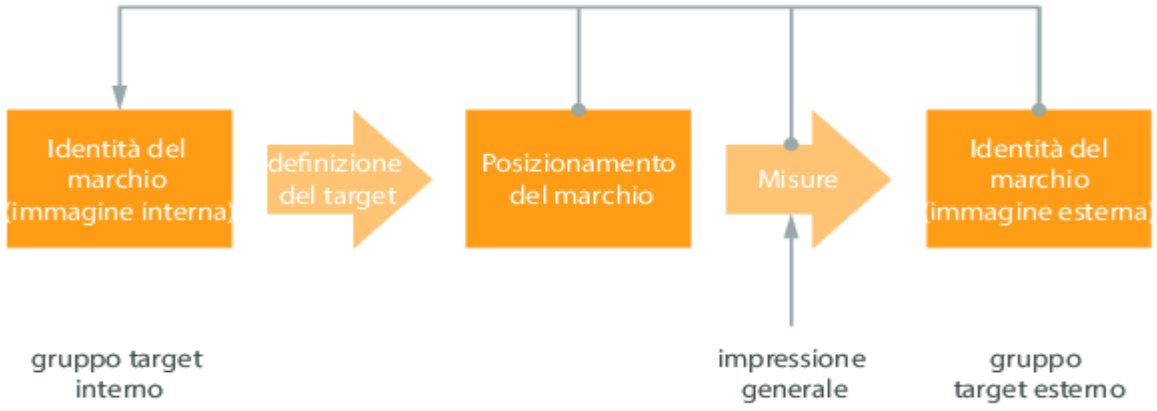


Fig 5.9: Identità, posizionamento e immagine del marchio. In riferimento a: Esch 2012, 9.

In pratica, secondo il modello, un marchio ha bisogno prima di tutto della giusta identità. Burman et. al. (2012) descrivono queste come "l'immagine di sé del marchio dal punto di vista dei gruppi target interni all'interno dell'istituzione che porta il marchio" (Burmann et al., 2012). Pertanto nel concreto, l'identità marcata del prodotto trasmette le caratteristiche coerenti ed essenziali di un marchio (vedi Esch et al., 2005) ai gruppi target esterni. In particolare, è fondamentale creare un'identità che permetta al marchio di differenziarsi da altri prodotti, servizi o imprese grazie alle sue specificità (per quanto riguarda una proposta di vendita unica).

Sulla base di questa immagine propria del marchio, le aziende definiscono obiettivi concreti che vanno di pari passo con il corrispondente posizionamento del marchio nel mercato (ad esempio come marchio premium per la signora over 50). Ciò presuppone una politica di comunicazione specifica per i gruppi target e, in caso di successo, porta a un'immagine coerente del marchio. Il termine brand image rappresenta quindi l'immagine esterna del marchio ed è il risultato di una gestione progettata in modo significativo. "Image" qui descrive l'immagine che "[....] è composta da impressioni soggettive dei consumatori ad un'immagine olistica della brand image" (Burmann / Blinda 2006, 8).

Il marketing 3.0 si rivolge alla mente, al cuore e all'anima del consumatore. Kotler (Kotler et al., 2010, p. 54 ff.) descrive quest'ultima come "Central DNA" (Kotler, Kartajaya, & Setiawan, 2010, p. 55). Un prodotto riceve la sua identità di marca attraverso il marchio stesso e il suo posizionamento. La differenziazione del prodotto supporta l'integrità del marchio e quindi la sua credibilità. Attraverso la differenziazione è possibile soddisfare le esigenze di ogni cliente. Quando le promesse fatte al cliente vengono mantenute e il marchio soddisfa le sue esigenze, il risultato è un'immagine positiva del marchio.

L'identità fa sì che esista una chiara immagine del brand nella mente del consumatore, che vi sia integrità per favorire così la fiducia del consumatore nei confronti della marca e fa sì che l'immagine favorisca una connessione emotiva con il marchio. Il marketing 4.0 estende questo triangolo ad una quarta dimensione, l'esperienza e la conseguente interazione associata alla marca. L'esperienza del cliente, in particolar modo, è al centro di questa interazione. Questa interazione avviene a diversi livelli (Jara et al., 2012):

- Interazione tra prodotto e consumatore (ad es. visualizzazione di esempi di applicazione o di elaborazione tramite codice QR)

- Interazione tra diversi prodotti di un marchio o marchi diversi (ad es. interazione di vari dispositivi Apple tra loro)
- Interazione attraverso piattaforme online e canali di social media per analizzare se un prodotto è conforme ai requisiti e alle esigenze dell'utente (es. risultati dei motori di ricerca, piattaforme di rating, post dei social media).
- Controllare l'integrità e la reputazione del marchio rivedendolo attraverso i valori e le esperienze di altri clienti (ad esempio, post sui social media, test report, report sulla CSR).

Attraverso le tipiche interazioni, più stakeholder possono quindi influenzare l'azienda nell'ambito del Marketing 4.0. Queste sono evidenziate da diverse caratteristiche (Lies, 2017, p. 11):

1. Orientamento Online-Offline (OOO): in particolare, la generazione Y e l'attuale generazione Z, cresciuta con i media digitali, si muovono tra opzioni online a offline. Così, l'orientamento online/offline ha portato al comportamento di acquisto definito ROPO. ROPO è l'acronimo di **Research Online e Purchase Offline** (ricerca online, acquisto offline) (Richter, 2017). Di conseguenza, nel Marketing 4.0 rimane essenziale servire sia canali online e offline.
2. Approccio attivo: gli stakeholder interagiscono con le aziende esprimendo le loro opinioni attraverso la condivisione, il gradimento o la pubblicazione, la raccomandazione di un'azienda o di un prodotto o la partecipazione collaborativa al processo di sviluppo del prodotto. Pertanto, il Marketing 4.0 deve essere strutturato in modo tale che i clienti siano in grado di interagire.
3. Decisioni di acquisto tardivo: grazie alla vasta gamma di opzioni disponibili, il customer journey online-offline offre ai clienti una grande varietà di possibilità di confronto. Le decisioni di acquisto vengono prese spesso in ritardo o addirittura non vengono prese affatto. Il marketing intelligente può mirare a motivare il cliente a prendere una decisione d'acquisto positiva.
4. Orientamento all'esperienza: nel mondo di oggi lo shopping dovrebbe essere un'esperienza positiva per molti clienti. Nel settore della vendita al dettaglio da banco questo significa che il marketing deve creare mondi unici che incoraggino i clienti ad entrare in un negozio. Nell'ambito della vendita al dettaglio online questo può significare anche offrire piattaforme con buoni livelli di usabilità e che facilitano l'acquisto di beni.

4.5.4. Le sfide del Marketing moderno

Digitalizzazione della gestione del cliente

Le sfide poste dalla quarta dimensione, ovvero l' "Interazione" richiedono che anche la gestione del cliente subisca cambiamenti fondamentali. Le conseguenze che seguono sono particolarmente rilevanti nel caso delle medie imprese.

Definizione del brand, del prodotto e della strategia di performance

Anche se un'azienda continua a decidere autonomamente quali prodotti e servizi vuole offrire e con quale marchio, non può più ritenersi davvero indipendente nel mondo digitalizzato di oggi. Gli utenti influenzeranno le decisioni che dovranno prendere le aziende, ad esempio influenzerà il fatto che le opinioni su un'azienda, un prodotto o un'esigenza possono essere espresse attraverso i social media. Per avere successo sul mercato, è importante considerare questi risultati nello sviluppo di una strategia di prodotto e di servizio.

Definire i prodotti e i servizi

La definizione precisa dei prodotti e dei servizi offerti da un'azienda si basa in ultima analisi sulla valutazione e sull'utilizzo dei dati ottenuti attraverso i vari stakeholder. Inoltre, i prodotti vengono sottoposti a processi agili attraverso il controllo da parte dei vari stakeholder, in modo che il successo di un prodotto non si misuri soltanto dopo il lancio del prodotto, ma piuttosto in anticipo rispetto al suo lancio tramite l'analisi per mezzo di vari processi iterativi. "Always in Beta" descrive il fatto che i prodotti o servizi non vengono immessi sul mercato in forma perfetta, ma in fase di prototipo avanzato (Bruce & Jeromin, 2016, p. 63).

Produzione Smart

I processi di produzione automatizzati e modulari consentono ai clienti, in una cosiddetta fabbrica intelligente, di configurare essi stessi i prodotti, che possono poi essere realizzati come prodotti personalizzati nonostante l'uso di metodi di produzione di massa. I clienti diventano così prosumer. Questa creazione di valore, che proviene dalle idee di Alvin Toffler, descrive la “fusione” di produttore e consumatore in un'unica persona sotto forma di co-progettisti o coproduttori (Toffler, 1983).

Processi digitalizzati

La digitalizzazione dei processi all'interno delle aziende riduce il numero di interfacce coinvolte nella gestione dei clienti. Le aziende possono anche trasferire ai clienti attività secondarie attraverso portali self-service, con conseguenti vantaggi in termini di efficienza (vedi capitolo 2). In questo modo è possibile ridurre i tempi di elaborazione e gli errori.

Definire Data (più) Smart

Per ottimizzare i processi dal punto di vista del business e dei clienti, è essenziale utilizzare i dati in modo intelligente. È quindi necessario specificare quali dati devono essere valutati e memorizzati per ottimizzare i processi e quindi soddisfare i clienti.

4.5.5. Dialogo con i consumatori in un mondo digitalizzato fatto di (marchi) brand

In un ambiente in cui ogni impresa, ogni brand (marchio) e ogni prodotto può essere messo a confronto a livello mondiale con i concorrenti, è essenziale che il marketing sia specifico per ogni gruppo target e parli con i clienti. I seguenti strumenti supportano un marketing online ottimizzato e intelligente (vedi Fig.1).

Fig. 5.10: Strumenti per un Marketing online smart (Kreutzer, 2013, p. 2)

Il marketing online avviene a più livelli. Alcuni degli strumenti utilizzati sono visibili all'utente finale, mentre altri rimangono nascosti.

Il marketing online visibile si realizza, da un lato, attraverso banner pubblicitari tradizionali, immagini di prodotti o immagini aziendali, che possono essere visualizzate su siti web aziendali, siti web di terzi, nonché su varie piattaforme online e nei motori di ricerca. Per aumentare la propria visibilità le aziende possono utilizzare gli annunci a pagamento nei motori di ricerca (i cosiddetti keyword adverts o anche link di sponsorizzazione).

Inoltre, le e-mail promozionali e le newsletter elettroniche hanno offerto nuove opportunità alle aziende fin dal Marketing 3.0 per informare i consumatori riguardo alle iniziative di un'azienda o un prodotto. Il marketing online è anche strettamente legato all'area dell'e-commerce. Attraverso le piattaforme online i clienti hanno la possibilità di acquistare beni o servizi. Non appena l'utente si registra su una piattaforma, l'azienda acquisisce l'accesso immediato alle informazioni relative al cliente e può quindi adattare la sua customer care e fidelizzare il singolo utente in base alle sue esigenze specifiche e al suo comportamento da consumatore.

Quando un cliente si registra su una piattaforma e quando vengono emesse carte fedeltà clienti, l'azienda ottiene l'accesso ai dati fondamentali del cliente. Le informazioni, estratte dai dati dei clienti, sono uno strumento fondamentale per far sì che un'azienda si distingua dalla concorrenza. Oltre al comportamento di consumo del cliente in relazione ai prodotti dell'azienda stessa, l'utilizzo di carte fedeltà come Payback, ecc. fornisce anche una panoramica sulle abitudini di acquisto del cliente in relazione ad altri prodotti. Ciò consente di avere un quadro chiaro della tipologia di cliente e delle sue abitudini. In questo modo, attraverso incentivi, come i buoni elettronici, gli acquisti possono essere incoraggiati in modo attivo.

Come già menzionato in precedenza, l'interazione con i clienti è un ulteriore sviluppo particolarmente importante nell'ambito del Marketing 3.0 e 4.0. Ciò è reso possibile grazie all'utilizzo di diversi canali e social media. Da un lato, le aziende e i prodotti possono essere presentati attraverso i social media, come Facebook o LinkedIn, e possono beneficiare di reti di utenti. Dall'altro lato, forum e comunità possono essere utilizzati, ad esempio, per comunicare dichiarazioni di pubbliche relazioni efficaci su vari argomenti o per lo scambio di informazioni con diversi gruppi target.

Le piattaforme di social media sharing, come YouTube, Instagram e SlideShare, consentono alle aziende di presentarsi online in modo più completo, utilizzando diversi strumenti multimediali, come immagini, audio, video o story-telling. Il contenuto gioca un ruolo fondamentale per la presentazione appropriata di un'azienda o di un prodotto. I blog sono un'ulteriore area di social media marketing. Nel contesto dei blog aziendali, eventi specifici all'interno di un'azienda possono essere comunicati e generare benefici attraverso lo scambio. I servizi di microblogging come Twitter, che consentono solo un certo numero di caratteri, rendono possibile una rapida interazione con gli utenti, ad esempio richiamando l'attenzione su diversi servizi o informazioni su eventi attuali, come nuovi prodotti o attività specifiche di un'azienda.

I servizi di messaggistica istantanea, come Facebook, Messenger, WhatsApp o Snapchat, consentono anche il contatto diretto con gli utenti per trasmettere testi, immagini, video e file audio.

Lo sviluppo di una società online 24/7 ha aumentato l'importanza del mobile marketing negli ultimi anni. Il numero di applicazioni diverse che possono essere utilizzate su uno Smartphone in tutto il mondo è notevolmente aumentato negli ultimi anni. Le applicazioni consentono alle PMI di presentarsi in vari modi o di attirare l'attenzione su di sé. Oltre alla tradizionale comunicazione "pull", che si basa sul fatto che l'utente è attivamente interessato alle informazioni su Internet, la tendenza si sta attualmente orientando verso i cosiddetti metodi push, come i banner pubblicitari personalizzati o i messaggi push. Senza che faccia nulla, l'utente riceve, in base al proprio profilo, pubblicità passiva.

Attraverso il marketing online, e soprattutto attraverso l'interazione sulle piattaforme di social media, le aziende e i clienti entrano in stretto contatto tra loro. Le aziende e le loro attività, prodotti o messaggi pubblicitari possono essere commentati dall'azienda stessa ma anche dal cliente o da altre parti interessate. Questo permette alle aziende di esplorare la possibilità di comunicare direttamente con un individuo o con un'intera comunità. Inoltre, il marketing online può connettere e collegare tra loro diverse piattaforme e siti web per ottenere una più ampia distribuzione di messaggi a diversi utenti. Inoltre, il networking di individui all'interno delle varie comunità supporta il cosiddetto viral marketing.

Ciò può essere utilizzato a loro vantaggio anche dalle imprese. Attraverso la condivisione di informazioni su un'azienda o un prodotto, i clienti possono, ad esempio, ricevere vari servizi che possono poi utilizzare o che consentono loro di partecipare a concorsi. Allo stesso tempo, analizzando il comportamento dei diversi clienti, si può lavorare nell'ambito dell'ottimizzazione della comunicazione o delle iniziative di fidelizzazione dei clienti. La pubblicità può essere utilizzata in modo più mirato per evitare sprechi di pubblicità non correttamente mirate. Il mobile marketing è particolarmente adatto per indirizzare i clienti verso le offerte attive nella loro località quando la funzione di localizzazione è attivata. In questo modo, ad esempio, i clienti possono venire a conoscenza di un negozio offline tradizionale.

Oltre alle attività visibili all'utente finale, le aziende possono adottare misure aggiuntive in background per ottimizzare le loro attività di marketing. Le parole chiave possono essere memorizzate nella pubblicità sui motori di ricerca. Se un utente inserisce determinate parole in un motore di ricerca, queste vengono memorizzate come parole chiave, i siti web rilevanti vengono visualizzati all'utente.

Le aziende dovrebbero valutare attentamente quali parole e frasi di ricerca potrebbero utilizzare gli utenti e quindi quali parole e frasi dovrebbero memorizzare come parole chiave. Pertanto, all'utente non è chiaro il motivo per cui gli viene mostrato un particolare annuncio o risultato di ricerca. Nell'ambito dell'ottimizzazione dei motori di ricerca le

aziende possono provare ad utilizzare una "lista organica" per comparire nei primi risultati di ricerca sui motori di ricerca più comuni, come Google, Yahoo! o Bing. Inoltre, i bot dei fornitori di motori di ricerca lavorano con vari fattori che di solito non sono completamente trasparenti. Oltre alle parole chiave, giocano un ruolo chiave anche altri fattori. Questi includono i contenuti (contenuti, qualità, pertinenza, ecc.), l'esperienza utente, le attività sui siti web (numero di click, durata del soggiorno, frequenza di rimbalzo), il design reattivo di un sito web, link, connessioni con i social media più altri fattori (Melnik, 2017). Attraverso il marketing di affiliazione le aziende hanno la possibilità di fare pubblicità sui siti web di terzi. Se la pubblicità porta al successo (click, vendite, ecc.) allora i fornitori di spazi pubblicitari online (affiliati) ricevono una commissione. In ultima analisi, i dati possono essere ottenuti da tutte le attività di marketing online visibili e invisibili, che possono poi essere continuamente valutati. Nell'ambito della Web Analytics, viene valutato il comportamento degli utenti sui singoli siti web, mentre il web monitoring esamina a livello di meta-livello la percezione dell'azienda in relazione alla sua presenza sul web. Inoltre, sono importanti fattori di analisi come i commenti sui prodotti o sull'azienda o anche le previsioni relative a possibili tendenze, che possono fornire espressioni di reclamo, suggerimenti per lo sviluppo dei prodotti o opinioni degli utenti. Come descritto sopra, un'immensa quantità di dati in diversi formati (testo, immagini, audio, video) viene prodotta attraverso le varie opportunità online che possono essere valutate utilizzando gli appositi sistemi. Così, ad esempio, nell'ambito dell'analisi dei BIG data, i post sui social media con video o immagini di YouTube possono essere valutati per evidenziare le tendenze del mercato e gli sviluppi delle esigenze degli utenti, che a loro volta informano sulle previsioni e gli sviluppi in relazione a prodotti e servizi futuri. Si parla anche di "targeting". Inoltre, sulla base dei profili degli utenti, le aziende possono ottimizzare la loro pubblicità attraverso la cosiddetta pubblicità in tempo reale o le offerte in tempo reale. Ciò significa che la pubblicità è personalizzata in base alle esigenze di alcuni utenti (Kreutzer, 2013).

4.6. Catene di distribuzione smart e reti del valore

Le catene di distribuzione smart si concentrano sulla massimizzazione del valore per i clienti (finali), con il minor spreco di tempo e di materiali possibile (Lean), nonché sulla capacità di rispondere rapidamente ai cambiamenti della domanda e delle esigenze dei clienti (Agile) ("The Triple-A Supply Chain", 2004).

Le aziende manifatturiere stanno digitalizzando le funzioni essenziali all'interno dei loro processi operativi verticali interni e con i loro partner orizzontali lungo la catena di distribuzione. La Smart Industry prevede catene del valore molto più integrate, attraverso l'uso di nuove tecnologie di collegamento che consentono il co-design e la co-creazione, coinvolgendo così i clienti e tenendo presente l'utente finale. L'integrazione orizzontale comprende tecnologie che vanno dai dispositivi di track and trace, alla pianificazione ed esecuzione integrata in tempo reale. I modelli di business innovativi si baseranno su una rete dinamica di aziende, in continuo movimento e cambiamento per potersi permettere composizioni di servizi sempre più complesse ("[Senza titolo]," n.d.-d).

Attraverso la digitalizzazione, la cooperazione con i partner chiave può essere facilitata e rafforzata. Una maggiore integrazione dei dati tra produttori e clienti può aprire nuove opportunità di collaborazione. Un uso intelligente dei dati condivisi, ad esempio, può garantire maggiore efficienza lungo tutta la catena del valore così come per la creazione di valore per i clienti: innovazioni condivise dei processi, prodotti e servizi ("[Senza titolo]," n.d.-e). D'altra parte, l'integrazione basata su dati dello sviluppo, della produzione e della manutenzione può anche portare a spostamenti e persino all'abbandono di funzioni e aziende in tutte le catene di fornitura esistenti.

"Si prevede che l'industria 4.0 porterà a diverse trasformazioni nell'ambito della creazione di valore industriale, comprendendo intere reti a valore aggiunto. Le piccole e medie imprese (PMI), che svolgono un ruolo importante sia per l'economia tedesca che per quella europea, faticano ad integrare il concetto di Industria 4.0 nella loro creazione di valore aggiunto. Tuttavia, data la grande importanza delle PMI per le reti di creazione di valore industriale, la loro integrazione è essenziale per creare con successo l'industria 4.0 attraverso le catene del valore. Diverse PMI lottano per ottenere le risorse necessarie per le attrezzature e i macchinari o non possiedono le quote di mercato o l'accesso al mercato per stabilire nuovi modelli di business. Le grandi imprese sono spesso considerate troppo potenti per essere partner di una PMI. Tuttavia, le strategie di cooperazione tra le PMI possono rappresentare un'alternativa valida per attuare con successo l'industria 4.0 lungo tutta la catena del valore". (Müller, Maier, Veile, & Voigt, 2017) , https://tubdok.tub.tuhh.de/handle/11420/1465

4.6.1. Dalle catene di distribuzione alle catene del VALORE

Le aziende manifatturiere spesso si concentrano sulla riduzione dei costi quando si tratta di distribuzione e della sua gestione. Secondo il prof. Jack van der Veen ("Operational Excellence is uit - CEX is in - Logistiek," n.d.), questo è utile, ma così si perde di vista il vero obiettivo: "Una catena di distribuzione è, in ultima analisi, intesa a soddisfare in modo ottimale i clienti finali. Pertanto, una catena del valore dovrebbe essere progettata e funzionare per creare e catturare il valore del cliente (flusso) e perseguire la Customer Excellence (CEX)". Invece di sforzarsi costantemente per ottenere un pezzo più grande della torta esistente, i partner della catena di distribuzione dovrebbero cercare di co-creare il 'miglior' valore per il cliente, al fine di ampliare la torta.

4.6.2. Reti del valore incentrate sul consumatore

Le fabbriche smart e connesse collaborano con clienti e fornitori in ecosistemi digitali industriali (a livello mondiale); catene del valore dinamiche (temporanee), reti dati e piattaforme, collaborando con clienti, fornitori, partner tecnologici e persino concorrenti, senza limitare la loro visione basata sui vincoli attuali. Essi vanno oltre i dettagli tecnici e considerano l'impatto che le nuove applicazioni potrebbero avere sulla loro catena del valore e sulle loro relazioni con i clienti e sull'accesso a questi ultimi (PWC, 2016a).

L'industria intelligente richiede la cooperazione tra clienti e fornitori in una rete di organizzazioni, ma anche la collaborazione tecnica tra apparecchiature di produttori diversi (interoperabilità). La produzione avverrà sempre più spesso nell'ambito di partenariati a base flessibile. In queste reti, la stretta collaborazione e lo scambio di conoscenze avviene attraverso le piattaforme. La collaborazione (digitale) deve portare a un'organizzazione più efficiente dei processi di produzione e a un avvio delle innovazioni più rapido e con tempi di commercializzazione ridotti (Wilhelmus Adrianus Adrianus Franciscus & Timmer, 2016). La sicurezza dello scambio di dati e la protezione della proprietà intellettuale sono qui di vitale importanza (cfr. capitolo 6.5). Una grande sfida è stabilire gli incentivi giusti e trovare i benefici adeguati nella condivisione di modelli che compensino equamente tutti per il loro contributo. Il modello di business più basilare in un ecosistema è un mercato, che riunisce più venditori e acquirenti, catturando il valore delle commissioni sul valore della transazione (PWC, 2016a). Per le PMI, sviluppare nuovi affari utilizzando le piattaforme esistenti, può essere un percorso intelligente verso una (rapida) crescita.

La creazione di un sistema produttivo network-centrico che si estende lungo l'intero ciclo di vita dell'asset, può portare all'emergere di nuove forme di collaborazione caratterizzate da un approccio di co-creazione alla creazione di valore. Nel prossimo decennio, un approccio alla produzione incentrato sulla rete sostituirà i processi produttivi lineari con approcci ecosistemici (regionali) intelligenti e flessibili. Queste reti collegheranno parti, prodotti e macchine attraverso impianti di produzione, aziende e catene del valore ad un livello altamente dettagliato. L'approccio network-centrico ottimizzerà in modo radicale la produzione nelle catene del valore esistenti e, cosa ancora più importante, la nozione di produzione network-centrica significa finalmente la fine della 'catena del valore' e la nascita della 'rete del valore' ("SI Implementatieagenda 2018, NL," n.d.). La Smart Industry, per definizione, richiede un approccio collaborativo. La Smart Industry è tutta una questione di connettività e connessione, che comprende i servizi e tutto ciò che un'azienda non può fornirsi da sola. L'Intelligent Software e l'IoT facilitano lo scambio di dati tra macchine, reparti e aziende. Attraverso una piattaforma basata su cloud, gli utenti (finali) hanno accesso ai dati di tutte le parti che collaborano.

4.7. Conclusioni principali e raccomandazioni

Le aziende manifatturiere tendono a concentrarsi principalmente sugli aspetti tecnologici e sui (potenziali) guadagni di efficienza della Smart Industry, piuttosto che su (nuove) opportunità di business, proposte di valore e modelli di business.

Nell'era digitale e tecnologica, i modi per soddisfare le esigenze dei clienti e le opportunità di superare le loro aspettative stanno cambiando drasticamente e costantemente. I mercati sono trasparenti, i clienti sono ben informati e critici e in prima linea quando si tratta di come, quando e dove vogliono che i loro ordini (su misura) vengano consegnati.

La misura in cui un'azienda riesce a *creare continuamente valore* per il cliente, ne determina la competitività e il successo. La creazione di valore per il cliente e lo sviluppo di nuovi modi per farlo, richiedono un occhio attento alle (mutevoli) situazioni di mercato e una *profonda comprensione del comportamento*, dei desideri e delle esigenze dei clienti. I clienti sono esperti delle proprie routine (lavorative) quotidiane, dei problemi e delle ambizioni. Un fornitore intelligente supporta e facilita questi ultimi, in qualità di esperto in modi all'avanguardia e intelligenti per farlo. Un modo efficace e realizzabile per le PMI per raccogliere informazioni sui clienti, è quello di organizzare regolarmente un dialogo con clienti, utenti e fornitori. In questo modo, un'azienda otterrà un flusso costante di input per l'innovazione. L'analisi dei dati sarà sempre più utilizzata per prevedere il comportamento dei clienti e delle macchine e la domanda di prodotti o servizi.

La Smart Industry offre alle aziende manifatturiere *nuove opportunità di business:*

- Creando prodotti intelligenti (digitalizzati e personalizzati);
- Creando valore con i (big) data;
- Sviluppando servizi smart e soluzioni complete (servitization);
- Aiutando a risolvere questioni sociali, applicando soluzioni tecniche intelligenti.

La digitalizzazione dei prodotti e la Smart Engineering sono in grado di produrre prodotti specifici per il cliente (modulari) alla velocità e al prezzo di prodotti di massa. Ciò genererà molte informazioni e dati, che potranno essere utilizzati per migliorare i prodotti e i servizi esistenti e per sviluppare nuove offerte su misura per il cliente. L'offerta di servizi aggiuntivi, soluzioni complete o addirittura prodotti come servizio (product-as-a-service), aiuterà i clienti che potranno diventare una parte sostanziale del fatturato di un'azienda manifatturiera.

I *modelli di reddito intelligenti* coniugano i principi esistenti dei modelli di reddito con nuove possibilità tecniche. Definendo i prodotti in un altro modo, è possibile aggiungere o creare (nuovi) servizi. Si pensi al leasing, all'assicurazione o ai servizi logistici. Grazie alla connettività dei prodotti e delle macchine e dei dati da essi forniti, modelli di reddito (composti) come i prezzi dinamici, il pay per use, il pay for uptime o il pagamento per prodotto/pezzo approvato, saranno sempre più applicati nell'industria. Lasciando alla creatività di un'azienda il compito di realizzare la sua proposta di valore con (un mix di) prodotti, servizi e applicazioni (ad esempio, gli utenti pagano per l'uso della luce invece di acquistare lampade).

Le strategie di mercato a prova di futuro e i *portafogli di prodotti* (product portfolios) anti-shock vengono creati combinando due forze principali che interagiscono tra loro: la tecnologia-push e la market-pull. La continua ricerca incentrata sul cliente e l'innovazione basata su tecnologie all'avanguardia, è la linea guida per una gestione del prodotto efficace e intelligente. Con le esigenze dei clienti in continua evoluzione e le opzioni tecniche quasi infinite per soddisfarle, la gestione del prodotto e la ricerca e sviluppo acquisiranno sempre più le caratteristiche della *gestione dell'innovazione.*

L*'innovazione* comporta lo sviluppo di nuovi prodotti e servizi, nuove caratteristiche dei prodotti e servizi esistenti, nuovi modi di produrli o venderli o un approccio diverso a qualsiasi altro processo all'interno dell'azienda. I modi completamente nuovi di fare business sono spesso chiamati nuovi modelli di business. Le attività di innovazione apportano il massimo valore se bilanciate e affrontano diversi tipi di innovazioni: prodotti e servizi, processi, marketing e organizzazione.

Se si vuole stabilire o migliorare l'innovazione all'interno dell'organizzazione, non esiste una procedura uniforme che indichi come fare. Ci sono però molti elementi e concetti che possono aiutare le aziende a raggiungere prestazioni innovative. Nel paragrafo 5.4, ci siamo concentrati sul processo di innovazione, gli strumenti, le fasi e i processi di base che dovrebbero essere eseguiti per trasformare le idee nel prodotto finale di mercato:

- Strategia di innovazione e obiettivi
- Sviluppo di un'organizzazione e di una cultura innovativa
- Il processo di innovazione (identificazione del problema/opportunità, ridefinizione del problema, ideazione, pretotipazione/prototipazione, verifica e selezione delle idee).
- Ricerca e sviluppo
- Tutela della proprietà intellettuale
- Come finanziare l'innovazione
- Produzione (si veda capitolo 4)
- Marketing.

La disciplina del *Marketing* è soggetta a profondi cambiamenti dovuti alla trasformazione digitale e all'uso dei social media. I consumatori non sono più alla ricerca di un prodotto da consumare. Al contrario, vogliono contribuire al suo sviluppo, vogliono che sia adattato alle proprie esigenze e vogliono interagire con il prodotto. Inoltre, sono alla ricerca di modi per valutare il prodotto e condividere le loro esperienze di utilizzo.

Attraverso l'uso dei social media e delle nuove tecnologie, i prodotti e i processi di sviluppo e produzione diventano più trasparenti. Le aziende acquisiscono conoscenze sui clienti e sui mercati, che possono essere utilizzate per ottimizzare la loro offerta e adattarla ai diversi gruppi target. Il Marketing 4.0 significa quindi integrazione del cliente nel processo di marketing attraverso la collaborazione. Lo *Smart Marketing* consiste nell'espansione del marketing online e offline che pone al centro il consumatore attraverso l'integrazione di tecnologie per l'interazione con i consumatori, nonché attraverso la digitalizzazione integrata dei processi e l'utilizzo dei dati, per ottenere l'ottimizzazione, la flessibilità e la personalizzazione del contatto con il cliente.

Il marketing tradizionale è un triangolo che coinvolge il brand, il posizionamento e la differenziazione. Il marketing 4.0 estende questo triangolo ad una quarta dimensione: l'esperienza e l'interazione con il marchio. Al centro di questa interazione c'è soprattutto l'esperienza del cliente.

In un ambiente in cui ogni impresa, ogni marchio e ogni prodotto può essere confrontato in tutto il mondo con i concorrenti, è essenziale che il marketing sia specifico per ciascun gruppo target e parli con i clienti. Ciò è reso possibile grazie all'utilizzo di diversi canali di social media, come descritto nel capitolo 5.5.

La Smart Industry implica catene del *valore molto più integrate*, utilizzando nuove tecnologie di collegamento che consentono la co-progettazione e la co-creazione, coinvolgendo clienti e fornitori. Il software intelligente e l'IoT facilitano lo scambio di dati tra macchine, reparti e aziende. Attraverso una piattaforma basata sul cloud, gli utenti (finali) hanno accesso ai dati di tutte le parti che collaborano. La collaborazione (digitale) deve portare a un'organizzazione più efficiente dei processi produttivi e a un decollo più rapido e con tempi di commercializzazione ridotti.

I modelli di business innovativi si baseranno su una rete dinamica di aziende, in continuo movimento e cambiamento per creare valore per il cliente e consentire composizioni sempre più complesse di prodotti e servizi. Le strategie di cooperazione tra le PMI sono essenziali per attuare con successo l'industria 4.0 lungo tutta la catena del valore. Invece di sforzarsi costantemente per ottenere una fetta più grande della torta esistente, i partner della supply chain si sforzano di co-creare costantemente il "miglior" valore per il cliente, al fine di ampliare la torta. Una sfida è quella di stabilire i giusti incentivi e trovare modelli di condivisione dei benefici che compensino tutti in modo equo per il loro contributo.

5. Future sfide per la Gestione

Autori: Joseba Sainz de Baranda, Eva Arrilucea

5.1. Introduzione e obiettivi di questo capitolo

Questo capitolo analizza le principali sfide legate alla gestione che le aziende devono affrontare nel contesto della 4° Rivoluzione Industriale, caratterizzata dall'avvento dirompente di nuove tecnologie industriali e di comunicazione che aumentano drasticamente il livello di connettività tra i componenti coinvolti nel processo produttivo.

La quarta rivoluzione industriale ha pertanto il potenziale per migliorare la flessibilità e la produttività delle imprese e delle aziende, ma comporta anche rischi per la competitività, i mercati del lavoro e la società. Poiché il supporto del top management è essenziale per promuovere l'Industria 4.0, e il management è il processo centrale di un'azienda, i cambiamenti nel management influenzano tutti i principali processi dell'azienda e tutte le componenti del modello di business: proposta di valore, attività principali, rapporto con gli stakeholder, capacità di assorbimento di tecnologia e innovazione, struttura organizzativa, cultura aziendale e persino gestione del rischio.

Questa sezione si concentra sulle sfide occupazionali in materia di occupazione, perdita e creazione di nuovi posti di lavoro in seguito ai cambiamenti tecnologici, ma anche sulla prospettiva della gestione delle risorse umane che mira a sviluppare una forza lavoro altamente impegnata e qualificata nel raggiungere gli obiettivi dell'azienda.

Poiché la risposta alle nuove sfide produttive richiede una stretta collaborazione multidimensionale, questo report include un capitolo dedicato all'esplorazione delle diverse dimensioni della collaborazione: tra aziende e clienti, tra aziende e altri stakeholder, tra lavoratori e robot.

Inoltre, gli effetti della quarta rivoluzione industriale sulle imprese non hanno solo implicazioni tecnologiche e organizzative, ma anche normative e legali. Questa sezione riflette l'importanza della regolamentazione in alcuni aspetti come l'accesso ai dati e la proprietà, la responsabilità del prodotto, la proprietà intellettuale, i rischi professionali, i diritti dei lavoratori e la standardizzazione. C'è anche una menzione specifica per la gestione del processo di monitoraggio.

Infine, la sezione riassume le principali raccomandazioni relative alle sfide gestionali per le aziende nel contesto della 4° Rivoluzione Industriale.

5.2. La gestione del business model

La quarta rivoluzione industriale ha il potenziale per incrementare la flessibilità e la produttività delle imprese, ma comporta anche rischi per la competitività, i mercati del lavoro e la società.

Poiché il supporto del top management è essenziale per promuovere l'industria 4.0 (PWC, 2014) e la gestione è il processo centrale di un'azienda, i cambiamenti nella gestione influenzano tutti i principali processi di un'azienda, come la relazione con il cliente, il modello collaborativo, la creazione e lo sviluppo di prodotti e servizi, la distribuzione e le vendite, la finanza, la qualità, i processi amministrativi e altri processi di supporto.

Ad esempio, il comparto esecutivo avrà bisogno di una relazione più diretta a livello operativo. Inoltre, il **comparto esecutivo** dovrà mantenere una relazione più diretta con i clienti. Il sistema di gestione convenzionale passerà dal controllo dei lavoratori all'impegno attivo, inteso come un reciproco trasferimento di conoscenze tra il manager e i livelli operativi. Inoltre, mentre è possibile che esista una gerarchia di gestione, il processo decisionale avverrà attraverso la comprensione collettiva della conoscenza condivisa. In generale, i lavoratori non saranno agenti passivi, ma "lavoratori della conoscenza" con un ruolo più attivo nelle organizzazioni. (Davies R, 2017)

In altre parole, l'Industria 4.0 ha bisogno di una trasformazione degli attuali modelli di business (figura 1) e di una ridefinizione della proposta di valore per le imprese. Il passaggio da un'azienda tradizionale a una digitale comporta grandi cambiamenti tecnologici (sistemi IT scalabili, utilizzo di grandi dati), cambiamenti nei processi (processi end-to-end) e cambiamenti nell' interazione (con clienti, clienti, fornitori e così via).

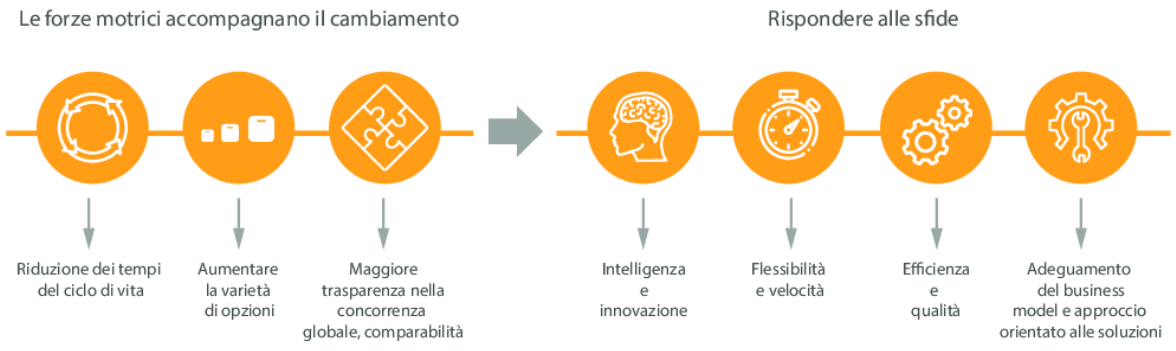


Fig 6.1. Le forze motrici del cambiamento. Fonte: (KPMG, 2016)

A tal fine sono necessari tre tipi di integrazione (figura 2):

- Integrazione verticale e sistemi di produzione in rete, che si riferiscono alla creazione di un sistema flessibile attraverso l'integrazione di sistemi gerarchici,
- Integrazione orizzontale attraverso reti di valore che mira a creare collaborazioni tra diverse aziende della catena del valore,
- Integrazione digitale end-to-end dell'ingegneria lungo l'intera catena del valore.

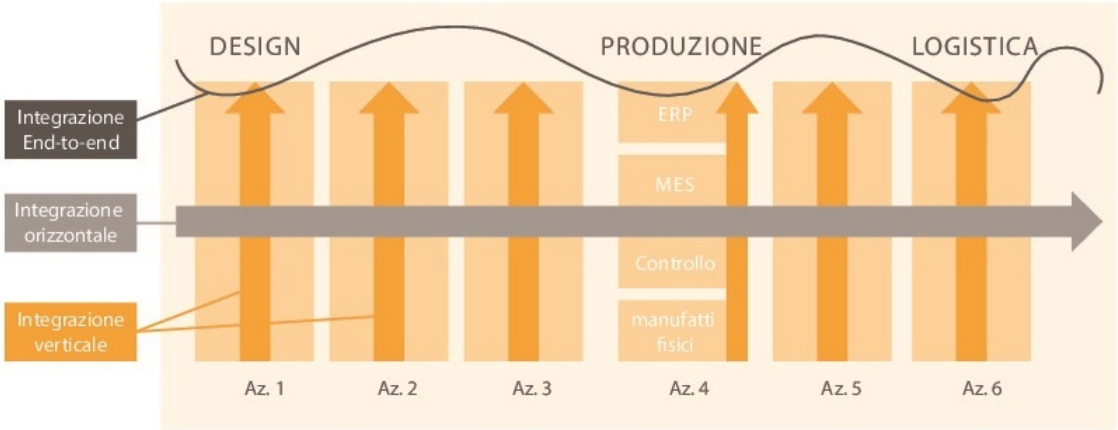


Fig 6.2. Aspetti di integrazione per l'industria 4.0. Fonte: (Foidl & Felderer, 2016)

La grande quantità di dati disponibili consente di prendere decisioni in tempo reale e di avere una maggiore flessibilità operativa. I tempi del ciclo di vita diminuiscono e la trasparenza diventa sempre più importante nella competizione globale.

Per affrontare i cambiamenti, le aziende devono sviluppare un toolbox che permetta loro di sfruttare al meglio le loro capacità. La fabbrica del futuro è flessibile così da poter dare una risposta personalizzata ad ogni tipologia di cliente in breve tempo, ottimizzando la produzione e le risorse. In questo senso, la grande quantità di datia disposizione diventa conoscenza e informazione che può essere utilizzata per monitorare e velocizzare i processi decisionali relativi alla gestione ma anche alla produzione. L'impatto dell'analisi dei dati in un'azienda è enorme: i dati possono fornire informazioni per la pianificazione finanziaria, ristrutturare la catena del valore, scegliere nuovi partner, ridefinire target e obiettivi, sviluppare nuovi prodotti e servizi e altro ancora. La grande sfida per i manager è quella di sviluppare un sistema adattivo che porti a bilanciare l'automatizzazione con la necessità di variazione e modulazione e, allo stesso tempo, a mantenere un prodotto di alta qualità.

In ogni caso, agire sulle forze motrici del cambiamento utilizzando questi strumenti implica cambiare gli attuali modelli di business tenendo conto che a) le aziende devono avere una proposta di valore chiara e differenziata e b) i

cambiamenti interessano tutte le aree e i processi di un'azienda (processi strategici, operativi e di supporto) (vedi figura 3).

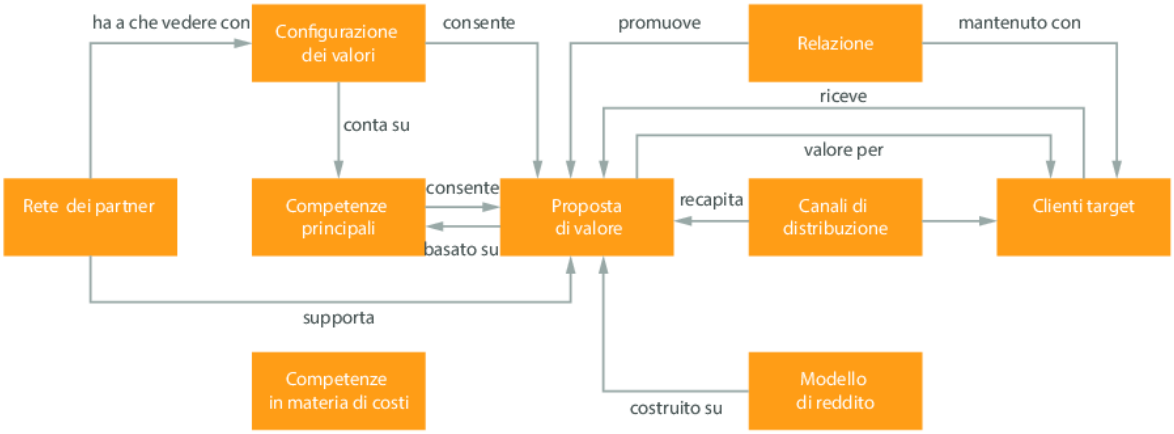


Fig 6.3. Elementi che costituiscono il business model. Fonte: (Christian Arnold, n.d.)

Nell'ambito dell'Industria 4.0, la **proposta di valore** è la componente che viene più coinvolta nei cambiamenti dei modelli di business, grazie soprattutto all'introduzione dell'IoT e all'analisi dei grandi dati (Christian Arnold, n.d.). Le altre parti nteressate dal cambiamento, subito dopo la proposta di valore, sono le competenze di base, e la terza, le relazioni trasversali.

Inoltre, l'Industria 4.0 rende possibili dei modelli di business che sfruttano la personalizzazione di massa (ad esempio, linee di assemblaggio per più modelli di prodotto, o linee di assemblaggio con modelli misti con prodotti diversi che possono essere assemblati sulla stessa linea), e per fare questo, **include nuove forme di gestione dei dati, nuove strutture organizzative e una nuova cultura orientata al digitale.** Il passaggio dalla produzione di massa alla personalizzazione di massa ha comportato la presenza di catene del valore molto più integrate e l'adozione di nuove tecnologie che consentono la co-progettazione e la co-creazione.

Allo stesso tempo, la riduzione dei costi di lancio di nuovi prodotti potrebbe tradursi in nuove opportunità commerciali e livelli di produttività più elevati. Infine, c'è un'enorme pressione per includere anche **i fattori sociali e ambientali** (Stubbs & Cocklin, 2008) nella nuova generazione di modelli di business, tenendo conto di nuovi aspetti come l'obsolescenza delle pratiche di progettazione dei prodotti, l'apporto di energia e acqua, l'innovazione sostenibile, l'impatto dell'attività sulle risorse naturali e sul clima, la gestione dei rifiuti e altri (vedi figura 5).

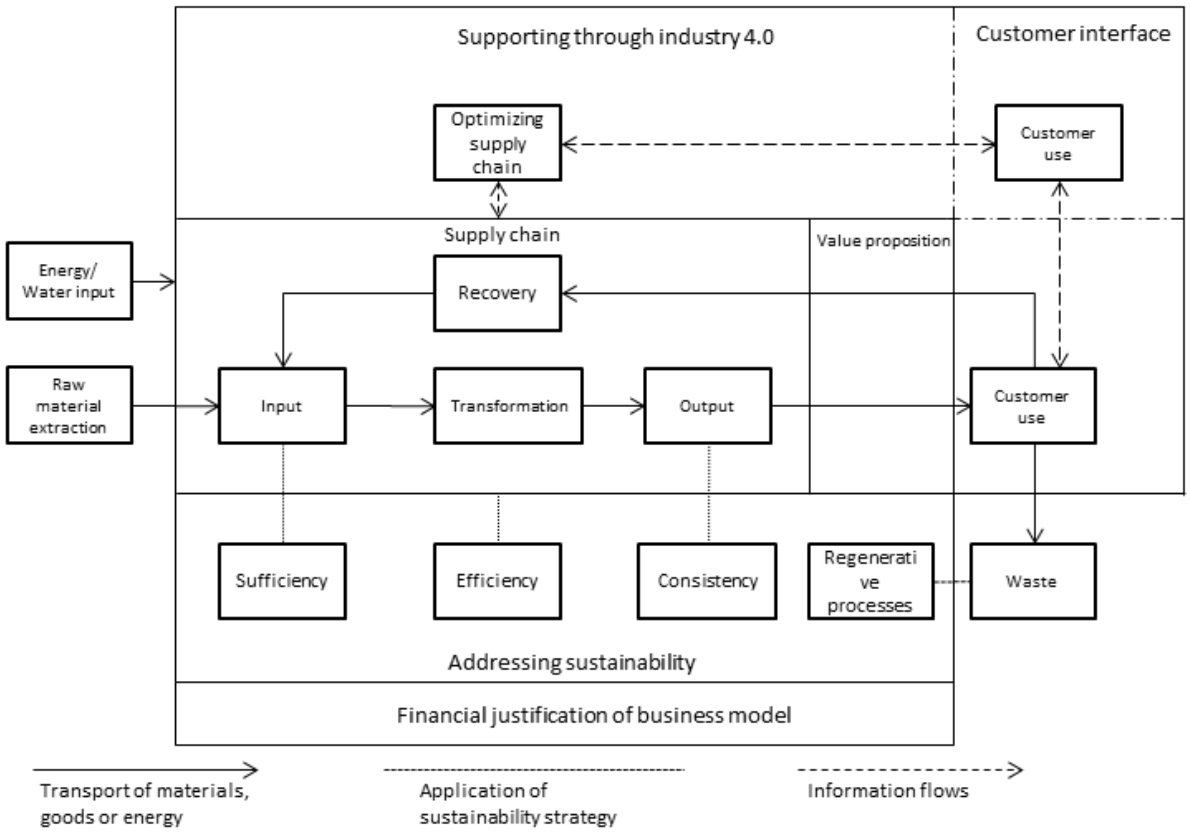


Fig 6. 4. Collegare la sostenibilità e l'Industria 4.0 al business model. Fonte: (Man, de Man, & Strandhagen, 2017)

Altri fattori da prendere in considerazione durante lo sviluppo di nuovi modelli di business sono il modello di servitization o di produzione come servizio, un approccio competitivo per aumentare il valore aggiunto ed essere più efficienti dal punto di vista delle risorse. La tecnologia consente di ottimizzare i sistemi di produzione in termini di costi, affidabilità, tempo, qualità ed efficienza. Infatti, la produzione distribuita, i fattori virtuali e l'integrazione dei servizi in nuove combinazioni prodotto-servizio offrono nuove opportunità con minori barriere di accesso al mercato per le piccole imprese (Commissione Europea, 2018). Le fabbriche virtuali e le mini-fabbriche sono solo due esempi di nuovi modelli di business che possono emergere dall'integrazione di tutti questi nuovi fattori.

Un altro aspetto chiave in un contesto industriale 4.0 è la **gestione dei rischi** (risk management). La gestione dei rischi è il processo che aiuta le aziende a comprendere i rischi inerenti alla situazione attuale e ad individuare la soluzione corretta. Nel settore manifatturiero, i rischi operativi sono associati alla gestione del processo produttivo, alla manutenzione, ai metodi operativi e agli strumenti, ai materiali, alle risorse umane, alle macchine e alle tecnologie di produzione e agli ambienti macchina. Il concetto di Industria 4.0 genera nuovi rischi associati alla connessione del cyberspazio e all'outsourcing dei servizi, tra gli altri. Sebbene l'Industria 4.0 abbia un impatto su tutti i processi dell'azienda, la maggior parte dei rischi sono legati alla sicurezza dell'informazione (Tupa, Simota, & Steiner, 2017).

Infine, i nuovi modelli di business implicano l'uso di nuovi modelli di reddito (prezzi dinamici, pay-by-usage, fatturazione basata sulle prestazioni) e modelli di costo/investimento.

Sebbene questi nuovi modelli di business possano sembrare più complessi, in realtà la complessità del coordinamento può essere ridotta aumentando la flessibilità, suddividendo il processo produttivo in unità più piccole e in linea con obiettivi di alto livello (Brettel, Friederichsen, Keller, & Rosenberg, 2014). In generale, il cambiamento dei modelli di business è giustificato dai seguenti obiettivi: aumento della flessibilità, miglioramento della produttività, riduzione dei costi, riduzione dei tempi di consegna e/o miglioramento della qualità del processo.

Per affrontare le sfide legate ai cambiamenti dei modelli di business, le PMI devono comprendere appieno la tecnologia in modo da poterla assorbire. Esistono diversi nuovi strumenti per aiutare le PMI a testare la tecnologia e a sapere in

anticipo quanto la tecnologia può influire sulla loro produzione o gestione, ad esempio i Digital Innovation Hubs (sportelli unici per aiutare le PMI a diventare più competitive utilizzando le tecnologie digitali) o i laboratori di prova (piattaforme di sperimentazione per testare e utilizzare le nuove tecnologie). Inoltre, le PMI hanno bisogno di manager con un doppio profilo tecnologico e gestionale, in grado di comprendere il potenziale delle nuove tecnologie in un ambiente incerto.

5.3. Sfide per l'occupazione

Nonostante il rapporto tra tecnologia e occupazione sia piuttosto complesso e difficile da prevedere, sia il lavoro con l'organizzazione e la progettazione, sia la formazione che lo sviluppo professionale continuo saranno due dei settori chiave per un'efficace attuazione dell'industria 4.0. I dipendenti hanno un ruolo che cambia da operatore a problem-solver e le imprese devono stabilire il meccanismo per facilitare e accelerare questo processo.

5.3.1. Impatto del cambiamento tecnologico sul lavoro

Da un lato, le fabbriche intelligenti sono caratterizzate dal monitoraggio in tempo reale che trasforma l'intero processo produttivo e offre ai lavoratori l'opportunità di avere più responsabilità e migliorare la loro carriera professionale. D'altra parte, come mostra la figura 5, poiché i processi produttivi sono sempre più complessi, l'industria 4.0 cambia radicalmente i profili professionali e di competenza, per cui la formazione e l'apprendimento continuo e a lungo termine stanno diventando sempre più importanti.

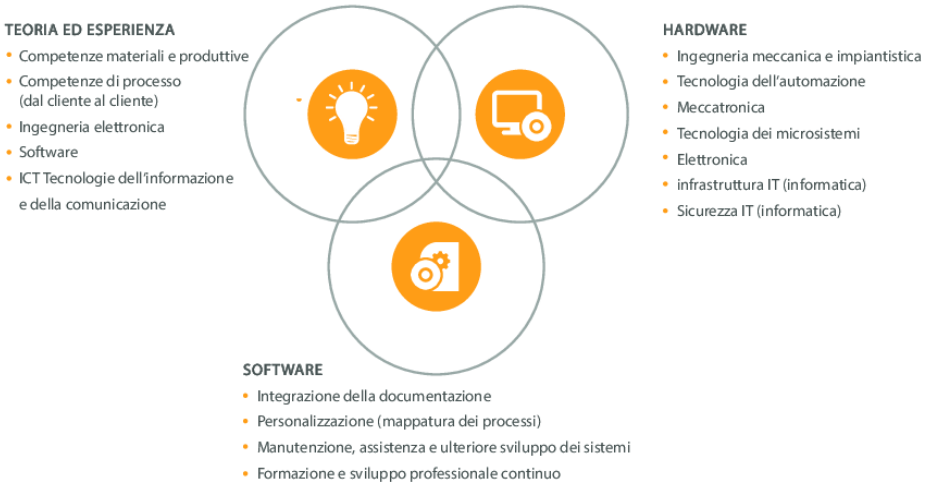


Fig 6.5. Industria 4.0 profilo delle competenze. Fonte: (KPMG, 2016)

Secondo (KPMG, 2016), l'Industria 4.0 ha bisogno di competenze specialistiche, metodologiche e di sistema, nonché di competenze e conoscenze tecnologiche e di mercato, hardware, software e algoritmi. È importante avere profili professionali che conoscano i processi, l'organizzazione, la produzione, la tecnologia e al tempo stesso capacità sociali ed emotive. La disponibilità di questi profili complessi è probabilmente la sfida più grande che si trova ad affrontare ora l'industria 4.0 e richiede sistemi di istruzione e formazione per adattare i propri programmi alla nuova realtà.

L'effetto del cambiamento tecnologico sull'occupazione costituisce uno dei principali dibattiti del secolo scorso. Storicamente, i cambiamenti tecnologici non hanno ridotto il numero di posti di lavoro nell'industria, ma hanno piuttosto cambiato la struttura occupazionale ("Project RockEU", 2016). Tuttavia, alcuni autori sottolineano che, poiché la velocità del progresso tecnologico è in rapido aumento, la capacità dei lavoratori di rispondere ai cambiamenti può non essere altrettanto veloce, e ciò può causare perdite di posti di lavoro (Brynjolfsson & McAfee, 2014), (Frey & Osborne, 2017).

Anche se la maggior parte di questi studi prevedono alti tassi di perdita di posti di lavoro in diverse economie nazionali (USA, Germania, Unione Europea), un recente studio di Bonin (Bonin H, 2015) chiarisce che solo una parte delle professioni potrà essere automatizzata perché anche nei lavori con alta probabilità di automatizzazione, ci sono compiti specifici difficili da automatizzare. In questa indagine, gli autori hanno scoperto che solo il 9% dei lavoratori statunitensi e il 12% dei lavoratori tedeschi erano coinvolti in attività che potevano essere automatizzate. Ci sono report successivi a questi studi che confermano quanto detto poiché hanno ottenuto risultati simili per i paesi OCSE (vedi figura 6).

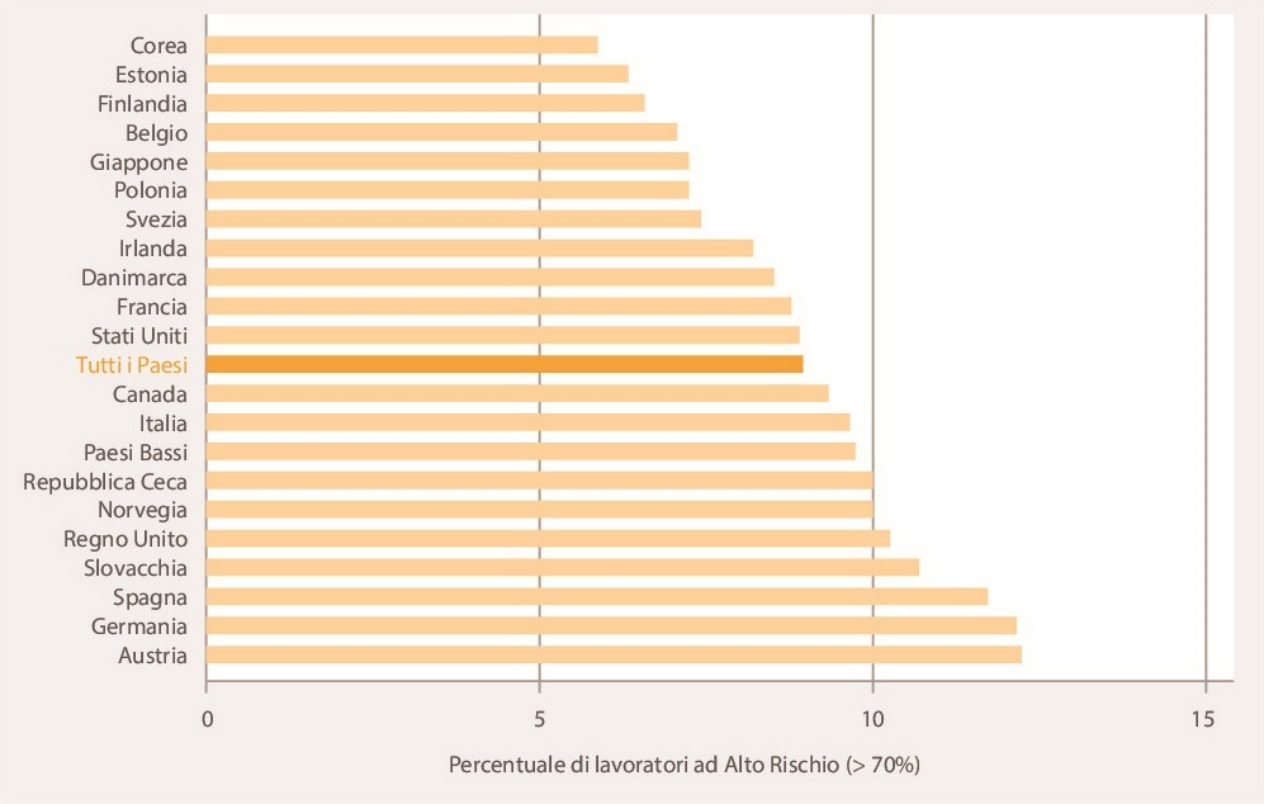


Fig 6.6. Percentuale dei dipendenti ad alto rischio da parte dei paesi OCSE. Fonte: (Arntz, 2016)

Un altro importante risultato di questi studi è che l'automatizzazione varia molto in base al livello di istruzione e al reddito dei lavoratori: i dipendenti poco qualificate e a basso reddito corrono rischi più elevati di essere sostituiti da soluzioni automatizzate.

I principali cambiamenti che influenzeranno la demografia dell'occupazione potrebbero essere: (Martin, 2017)

- I processi di controllo della qualità basati su grandi dati provocheranno una diminuzione della necessità di personale addetto al controllo qualità e un aumento della domanda di grandi dati da parte degli scienziati.
- I dispositivi intelligenti dotati di telecamere e sensori saranno in grado di assistere e monitorare il processo produttivo sostituendo i lavoratori umani con "robot coordinatori".
- I veicoli autoguidati ottimizzeranno la logistica e i trasporti e sostituiranno i conducenti umani.
- Poiché aumenterà la necessità, per gli ingegneri industriali, di simulare le linee di produzione, aumenterà anche la domanda di ingegneri meccanici specializzati nel settore industriale.
- La figura del tecnico della manutenzione potrebbe scomparire ed essere sostituita da dispositivi intelligenti che consentono ai produttori di prevedere i guasti.
- Le macchine e la tecnologia saranno vendute come fossero un servizio, in quanto il costruttore si occuperà dell'installazione e della manutenzione delle macchine, i clienti pertanto trarranno vantaggio dal servizio fornito.

Tuttavia, la sostituzione dei posti di lavoro non è così immediata come si potrebbe pensare, poiché in alcuni casi, come in quello dell'assistenza sanitaria, vi è una forte preferenza per il lavoro umano, e vi sono altri fattori condizionanti che

potrebbero ritardare il cambiamento tecnologico, come le barriere giuridiche o culturali. Di conseguenza, diversi studi recenti confermano che i cambiamenti tecnologici non avranno un effetto negativo sull'occupazione complessiva. (Nordhaus, 2015), (Graetz G, 2015). Nonostante vi siano compiti ad alto rischio di automatizzazione nel settore dei trasporti, della logistica, del lavoro amministrativo e del settore manifatturiero in generale, sembra che la sfida principale per l'occupazione futura risiederà nella strutturazione dei posti di lavoro piuttosto che nel numero di posti di lavoro, per cui sarà fondamentale la flessibilità dei mercati del lavoro per reagire ai cambiamenti tecnologici per ottenere profitti. La minaccia maggiore dell'occupazione non è l'automatizzazione, ma l'incapacità di rimanere competitivi in futuro. In questo senso, il sistema educativo ha un ruolo chiave per lo sviluppo e la formazione di abilità e competenze che difficilmente le macchine riescono ad acquisire: problem-solving, creatività, intelligenza sociale, capacità di comunicazione, apertura a nuove esperienze e così via. È importante considerare la diversità ed evitare l'approccio unico nella strategia delle risorse umane (cfr. Box 1: Foxconn).

Box 1. Foxconn

Foxconn, il più grande esportatore cinese di elettronica di prodotti high tech, nel 2017 ha avviato un piano trifase per automatizzare completamente la sua fabbrica cinese utilizzando unità robotizzate note come *Foxbots*.

La prima fase è volta a sostituire i lavori pericolosi, ripetitivi o sgradevoli. La seconda migliora l'efficienza riducendo il numero di robot in eccesso in dieci linee di produzione, mentre l'ultima fase automatizzerà l'intero stabilimento con un numero minimo di persone assegnate ai processi di produzione, logistica, collaudo e ispezione.

La strategia di Foxconn è di tenere il passo con la politica cinese "Made in China 2025" per sostituire gli esseri umani con robot nelle industrie manifatturiere e aumentare la produttività.

Nel 2016 sono stati sostituiti 60.000 operai, non solo nelle linee di produzione ma in tutti gli stabilimenti. Nel febbraio 2018, l'azienda ha annunciato 10.000 tagli di posti di lavoro a Taiwan.

5.3.2. Impatto del cambiamento tecnologico sulla gestione delle risorse umane

La gestione delle risorse umane è definita come un approccio strategico per l'impiego effettivo e lo sviluppo di una forza lavoro altamente impegnata e qualificata per il raggiungimento degli obiettivi aziendali. I responsabili delle risorse umane hanno i seguenti obiettivi:

- Migliorare l'efficacia e le prestazioni individuali
- Migliorare l'efficacia e le prestazioni organizzative
- Sviluppare conoscenze, abilità e competenze
- Valorizzare il potenziale umano e la crescita personale.

Le tre aree principali di sviluppo delle risorse umane sono lo sviluppo personale, lo sviluppo dei team e lo sviluppo organizzativo (Hecklau F, Galeitzke M, Flachs S, Kohl H., 2016). Abbiamo visto che l'irruzione dei cambiamenti tecnologici nelle aziende influenza l'automazione dei compiti ma anche la presenza fisica dei lavoratori nei luoghi di lavoro. Le tecnologie dell'informazione e della comunicazione facilitano il lavoro e aprono le porte ad un nuovo rapporto tra lavoratori e datori di lavoro. In questo senso, i manager stanno cambiando, trasformandosi da "people manager" a "people and machine manager". Dal momento che gli amministratori delegati operano in un mondo guidato dalla tecnologia, le principali business school si concentrano sull'intersezione di imprese, tecnologia e anche design per anticipare le problematicità legate al digitale nelle aziende. (Symonds, 2018)

Gli amministratori delegati e i responsabili delle risorse umane devono essere le principali forze trainanti del cambiamento, facendo da esempio per quanto riguarda l'adozione della tecnologia nella propria attività lavorativa e preparando il terreno per l'intera azienda per poter accogliere i cambiamenti senza troppe difficoltà. Per fare questo, è necessario sviluppare un "copione" credibile sui valori aggiunti positivi forniti dai cambiamenti tecnologici del settore. E, cosa ancora più importante, è necessario sviluppare le misure per garantire l'aggiornamento e il reimpiego dei profili dei lavoratori e migliorarne l'occupabilità nell'organizzazione.

In un contesto industriale 4.0, i datori di lavoro puntano a migliorare la produttività, ridurre la rotazione dei dipendenti, contenere i costi e innovare. Trasparenza, controllo e comunicazione sono fattori chiave in questo processo, in modo che i lavoratori possano affrontare i cambiamenti in un ambiente di lavoro di fiducia e, allo stesso tempo, diversificato in quanto a tecnologie. I responsabili delle risorse umane devono farsi carico della gestione del cambiamento culturale del lavoro in ambienti tecnologici in cui le macchine sono i nostri nuovi collaboratori.

Inoltre, stanno emergendo **diverse forme di organizzazione del lavoro** che incidono sui rapporti tra lavoratori e datori di lavoro. In queste nuove forme, la dimensione umana è più importante - produzione incentrata sull'uomo - specialmente quando il lavoro umano non può essere sostituito.

Questi modelli incentrati sui lavoratori influenzano la progettazione dei luoghi di lavoro e la ripartizione del carico di lavoro, e si prevede che aumentino il grado di soddisfazione dei lavoratori e rendano il luogo di lavoro più sano e più sicuro (Commissione europea, 2018). Anche le nuove organizzazioni del lavoro tengono conto dei vincoli della forza lavoro, come l'invecchiamento dei lavoratori.

Una delle principali conclusioni relative alla gestione delle risorse umane è che le aziende devono provvedere **all'occupabilità dei lavoratori** piuttosto che ai posti di lavoro. D'altra parte, la formazione, i nuovi metodi di apprendimento e l'apprendimento a lungo termine e sviluppato sono fattori chiave per raggiungere questo obiettivo e per migliorare l'accettazione da parte dei lavoratori dei cambiamenti tecnologici in azienda.

Per affrontare le sfide legate all'occupazione, le PMI hanno a disposizione alcune misure possibili, come la realizzazione di uno studio delle attuali competenze interne e delle esigenze future, per evidenziare i divari tra le due situazioni. Inoltre, le PMI dovrebbero occupare le posizioni chiave con persone “con competenze T”: persone con conoscenze specialistiche che, allo stesso tempo, hanno competenze personali per entrare in contatto con altri campi della conoscenza.

In ogni caso, le PMI avranno bisogno di collegamenti stretti con altri agenti del sistema di innovazione per individuare e analizzare le lacune, sviluppare i profili adeguati e inserirli nell'organizzazione interna del lavoro. In questo senso, Università, organizzazioni di ricerca e tecnologia, centri di formazione professionale, centri di innovazione e banchi di prova potrebbero essere buoni partner in cui sviluppare e offrire aspetti formativi.

5.4. Sfide per la Collaborazione

La risposta alle nuove sfide produttive richiede una stretta collaborazione tra diverse tecnologie e diversi settori, ma anche tra diversi stakeholder lungo l'intera catena del valore produttivo i quali devono essere integrati in modo attivo e collaborativo.

Per quanto riguarda la tecnologia, la collaborazione è una delle componenti principali della quarta rivoluzione industriale. I **sistemi ciberfisici** come le smart grid, i sistemi autonomatizzati dell'automobile o i sistemi di controllo del processo hanno cambiato le modalità di collaborazione nei sistemi di produzione attuali. La connessione tra **mondo reale e virtuale** riguarda processi, sistemi embedded, componenti software e persino robot.

Poiché tecnologie come QR (Quick Response Code), NFC (Near Field Communication), RFID (Radio Frequency Identification), Bluetooth e altre consentono agli stakeholder di essere costantemente informati sullo stato della produzione, il coinvolgimento di clienti e partner commerciali diventa una delle caratteristiche principali del sistema di produzione industriale futuro.

Il cambiamento nei **rapporti con i clienti** influenza il mercato e le strategie di produzione dell'azienda, quindi è importante comprendere le loro esigenze e priorità per stabilire un modello collaborativo che permetta all'azienda di definire una corretta proposta di valore e il modello di business da associarvi. Nel contesto dell'industria 4.0 i clienti sono coinvolti dalla prima fase del processo di consegna del prodotto - la fase di previsione e sviluppo delle idee di prodotto - fino all'ultima, la fase di consegna e post-vendita, ed è importante tenere conto sia delle loro preferenze che dei dati disponibili relativi alle loro esigenze e al loro profilo personale. Inoltre, le opportunità dell' Industria 4.0 consentono di avere proposte di valore più flessibili con conseguente fornitura di prodotti personalizzati e la possibilità di attrarre nuovi clienti oltre i confini del settore (Emmrich V, Döbele M, Bauernhansl T, Paulus-Rohmer D, Schatz A, Weskamp M., 2015). Tutti questi fattori si traducono in un rapporto migliore, a lungo termine, più intenso e più diretto con i clienti.

Inoltre, l'**interazione tra lavoratori e robot** ora avviene in un ambiente condiviso, all'interno dello stesso luogo fisico e, in alcuni casi, anche tramite interazione verbale (cfr. Box 2: The Baxter Difference).

Box 2. La differenza di Baxter

Rethink Robotics è un'azienda fondata nel 2008 con sede a Boston, specializzata nella produzione dei robot collaborativi, Sawyer e Baxter, creati e istruiti per lavorare con gli operai.

Baxter è stata creata nel 2012, per cambiare l'idea secondo cui robot e lavoratori debbano lavorare separatamente. Il Baxter è dotato del software Itera che consente di utilizzare i robot in un ambiente di produzione. Tra le altre cose, il robot può essere "addestrato" semplicemente muovendo il braccio robotico per indicargli i movimenti corretti.

Inoltre, il robot lavora con metriche di produzione critiche (conteggio pezzi, cicli di lavorazione, velocità, segnali), ha telecamere per eseguire compiti di visione complessi e, attraverso le flessioni del titanio, il robot può impostare la quantità di forza richiesta durante l'esecuzione di un compito.

In ogni caso, la collaborazione comporta alcune sfide nel passaggio da un sistema di controllo di fabbrica centralizzato a uno decentrato e altre legate alla sicurezza della produzione che ancora non sono state risolte. Per affrontare tutte le sfide legate alla collaborazione, le PMI dovrebbero integrare i processi di business intelligence nella loro attività, in modo da poter incorporare idee e nuove conoscenze nella strategia aziendale. Inoltre, le PMI dovrebbero considerare le parti interessate nelle loro catene di valore (fornitori, clienti, concorrenti, ecc.) come parte della propria attività, e non solo come figure isolate e slegate dal processo decisionale interno.

Il concetto di Open Innovation, definito come l'uso di afflussi e deflussi di conoscenza per accelerare l'innovazione interna ed espandere i mercati per l'uso esterno dell'innovazione, (Henry Chesbrough, 2003), gioca un ruolo chiave anche nella cooperazione. Inoltre, poiché i cicli di innovazione sono sempre più brevi, la collaborazione con gli altri stakeholder attraverso piattaforme specifiche diventa un valore strategico per dare nuove idee e conoscenze all'azienda e per aumentare le opportunità. La collaborazione con soggetti terzi è fondamentale per favorire il trasferimento tecnologico alle aziende e per sviluppare soluzioni interdisciplinari e integrate al mercato.

I vantaggi dell'Open Innovation sono evidenti:

- Riduzione dei tempi e dei costi dei progetti innovativi.
- Integrazione di soluzioni e innovazioni sotto forma di idee, brevetti, prodotti e tecnologie.
- Commercializzazione delle invenzioni.

Per le PMI industriali è importante andare avanti e più in profondità per passare dal processo di collaborazione all'atto di co-creazione. La co-creazione come creazione congiunta di valore da parte di un'azienda e di altri stakeholder, e in particolare dei consumatori che lavorano con l'azienda per co-costruire l'esperienza di servizio in base alle loro preferenze (Prahalad & Ramaswamy, 2004a). Come primo passo, qui si può trovare un approccio generale:

- Trovate la vostra visione - chi avete intenzione di aiutare e in cosa li aiuterete?
- Create un progetto - questo è il modo in cui aiuterete il cliente, suddividetelo in più parti e caratteristiche più piccole.
- Annotate ogni parte su un singolo pezzo di carta - descrivete il valore di quel pezzo per il vostro cliente.
- Presentate la vostra visione al cliente - confermate che si tratta di qualcosa per la quale hanno bisogno di aiuto e, in caso contrario, chiedete perché o per cosa hanno bisogno di aiuto.
- Date al cliente delle parti mescolate e alcuni fogli di carta bianca e una penna - chiedete loro di disporre i pezzi in modo da formare un quadro completo che li aiuti nel loro compito. Chiedete loro di scartare i pezzi di cui non hanno bisogno e di aggiungerne altri di cui invece hanno bisogno.
- Chiedete loro di iniziare a inserire i dettagli - cosa dovrebbe essere incluso in questo pezzo? Annota le parole che usano per descriverlo.
- Perfezionate e ripetete (Medium,2017).

https://medium.com/@Inceodia/7-steps-to-co-creating-innovative-solutions-with-your-customers-3489e38120ab

Box 3. Co-creazione nell'Industria manifatturiera

Dewalt è un produttore leader di utensili elettrici di alta qualità. Milioni di professionisti si affidano all'azienda per produrre i più moderni prodotti di lunga durata in grado di risolvere le nuove sfide in cantiere. Per capire la direzione che la tecnologia e l'innovazione devono prendere, DEWALT dispone di una community pluripremiata di oltre 10.000 utenti finali.

L'azienda si avvale della sua community per conoscere i clienti e le loro esigenze, raccogliendo feedback su prodotti, imballaggi e marketing. Dewalt dà anche la possibilità di far presentare un'invenzione, così artigiani professionisti e i clienti fedeli possono presentare idee per linee di prodotti completamente nuove. (VISION CRITICAL, 2018).

Uno degli ultimi sviluppi in tal senso, applicato alle PMI industriali, è la nascita di **processi intelligenti della catena del valore,** che vengono definiti come nuovi processi o nuove soluzioni che consentono di risparmiare almeno una fase della catena del valore, ottenendo così un abbassamento dei costi, una riduzione dei tempi e una migliore qualità

della produzione. I processi produttivi intelligenti della catena del valore hanno quindi un impatto diretto sulla competitività delle imprese manifatturiere.

Uno dei fattori chiave di questa tendenza è la chiara richiesta del mercato di processi di produzione più flessibili, agili ed efficienti. Integrando vari aspetti della catena del valore nei processi di produzione intelligente o fornendo soluzioni innovative che aumentano la flessibilità, l'agilità e l'efficienza, è possibile ottenere vantaggi sostanziali lungo tutta la catena del valore. I vari mercati interessati da questa tendenza mostrano un elevato potenziale di crescita.

Sono stati inoltre identificati diversi fattori di successo. Le aziende in genere hanno fornito soluzioni altamente innovative che hanno un chiaro vantaggio competitivo rispetto alla concorrenza. Inoltre, una combinazione di finanziamenti privati, finanziamenti bancari, finanziamenti in capitale di rischio e finanziamenti pubblici ha fornito un buon mix di risorse disponibili. Mentre alcuni continuano a lottare per trovare lavoratori altamente qualificati e specializzati, altri sono stati in grado di attrarre talenti assumendo dottori in azienda o stabilendo un nome per il settore.

http://ec.europa.eu/growth/content/smart-value-chains_en

Nel processo di attuazione del concetto di catena del valore intelligente, l'Iot gioca un ruolo chiave, acquisendo i dati dei dispositivi e sfruttandone il valore a beneficio dell'azienda. Il punto chiave per la maggior parte delle PMI è costituito dal come iniziare, e quali considerazioni devono avere in mente le PMI prima di iniziare. Di seguito sono riportate alcune domande importanti al riguardo:

- Dove vedete opportunità di automatizzazione delle operazioni commerciali?
- Qual è il problema commerciale specifico che la vostra organizzazione vuole risolvere?
- Quanti clienti saranno coinvolti?
- Avete bisogno di altri attori/società/aziende/Istitutiti di Istruzione Superiore/centri Tech/consulenti per una corretta implementazione?
- Quale componente dell'IoT è più adatto a questo progetto? Le opzioni possono includere operazioni connesse, operazioni a distanza, analisi predittiva, manutenzione preventiva, misurazione, assistenza IoT, macchine e attrezzature controllate a distanza, zone di controllo industriale, ambienti intelligenti e molti altri.
- Avete identificato il team leader e i partner interfunzionali per co-implementare la soluzione dell'IoT?
- Quale progetto e posizione specifica avete in mente per il vostro caso d'uso?
- Potete descrivere in termini chiari l'ambito del progetto, la soluzione dell'IoT e il problema aziendale che risolve?
- Questo progetto iniziale può essere modellato e ottimizzato per essere usato in tutta l'azienda?

https://www.networkworld.com/article/3293878/internet-of-things/the-first-step-to-starting-an-enterprise-iot-project.html

Nella maggior parte dei casi le PMI hanno bisogno di assistenza, non solo per rispondere a tutte le domande descritte e per stabilire un rapporto di fiducia e solidità tra le unità della catena del valore intelligente, ma anche per implementare tutta la tecnologia che sta dietro l'Iot. In questo senso, oltre ai dispositivi tecnologici utilizzati per la raccolta e la gestione dei dati, esistono altre tecnologie di gestione che influenzeranno le procedure di gestione delle catene di fornitura.

Con le loro proprietà intrinseche, la **blockchain** e l'IoT offrono ottime opportunità per affrontare queste sfide relative alla continuità dell'informazione, all'accessibilità alle informazioni, al collegamento tra flussi fisici e flussi di informazioni, alle violazioni dei codici di condotta e all'individuazione delle frodi.

https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/lu/Documents/technology/lu-blockchain- internet-things-supply-chain-traceability.pdf

5.5. Difficoltà a livello giuridico e normativo

L'attuazione dell' Industria 4.0 non ha solo implicazioni tecnologiche e organizzative, ma anche normative e giuridiche. Il quadro normativo a livello europeo è definito dalle seguenti **regole e raccomandazioni**:

- Relazione del Parlamento europeo recante raccomandazioni alla Commissione sulle norme di diritto civile in materia di robotica (2015/2013(INL)). Contiene raccomandazioni relative ai "robot intelligenti", alla responsabilità civile, all'interoperabilità: accesso al codice e alla proprietà intellettuale, un codice di condotta etica per gli ingegneri di robotica e un codice per il comitato etico della ricerca e "entità elettronica", tra gli altri.
- ISO /TS 15066:2016- Robot e dispositivi robotici, che specifica i requisiti di sicurezza per i sistemi robotizzati industriali collaborativi e l'ambiente di lavoro e integra i requisiti e le linee guida per il funzionamento dei robot industriali collaborativi di cui alle norme ISO 10218-1 e ISO 10218-2. La regola si applica ai sistemi di robot industriali come descritto nelle norme ISO 20218-1 e ISO 10218-2, ma non si applica ai robot non industriali, anche se i principi di sicurezza presentati possono essere utili ad altri settori della robotica.

- Comunicazione della Commissione europea sul rafforzamento del sistema europeo di resilienza informatica e sulla promozione di un'industria della sicurezza informatica competitiva e innovativa, per garantire la fiducia nei sistemi digitali avanzati.

- Regolamento generale sulla protezione dei dati (GDPR) con il quale il Parlamento europeo, il Consiglio dell'Unione europea e la CE intendono rafforzare e unificare la protezione dei dati per tutti gli individui all'interno dell'Unione europea ("[PDF]Regolamento (UE) 2016/679 - Istituto universitario europeo," n.d.).

L'evoluzione della legislazione non è omogenea in tutti i paesi. Stati Uniti, Giappone e Corea del Sud sono alcuni esempi di paesi con un più elevato grado di regolamentazione in materia di robot e robotica. In Europa, il dibattito si concentra su due questioni principali: il momento giusto per regolamentare e l'intensità della regolamentazione. Per quanto riguarda la prima, una regolamentazione precoce può ostacolare lo sviluppo tecnologico, ma una regolamentazione tardiva può non riuscire a tenere sotto controllo le conseguenze a livello sociale, politico ed economico. Per quanto riguarda l'intensità, non c'è consenso sul quanto debbano andare nel dettaglio le definizioni normative, né si sa se la regolamentazione dovrebbe essere rigida (regole di incollaggio) o morbida (linee guida generali).

Alcune delle problematiche legali più importanti nell'era digitale riguardano **l'accesso ai dati, la responsabilità, la proprietà dei dati e il cloud** (Guido Lobrano, Patrick Grant, Dr IISko Willems, Dr Peter Bräutigam, Christiane Hinerasky, 2017).

Per quanto riguarda **la proprietà dei dati e la possibilità di accedervi**, attualmente non esiste un concetto legale di proprietà dei dati per i dati non personali e la prassi generale è quella di stabilire accordi sui diritti riguardanti tali dati. Al fine di incoraggiare il libero flusso di dati, la Commissione europea ha valutato la creazione di un nuovo "diritto del produttore di dati" per dati non personali e anonimi (Commissione europea, 2017). Sebbene il regolamento generale sulla protezione dei dati sia stato un passo importante verso l'armonizzazione, è importante stabilire regole affidabili per il trasferimento internazionale. Inoltre, la legge sulla protezione dei dati può andare oltre in alcune aree speciali: protezione dei dati dei dipendenti, legge sulla digitalizzazione della transizione energetica e adozione della e-health law.
Dal momento che le **attività immateriali** sono diventate un fattore chiave per il successo, il valore aggiunto di un'azienda può risiedere nel luogo di produzione (inclusi gli home office), luoghi di Ricerca e Sviluppo attività o nella MARKET ACTIVITY (inclusi gli ambienti virtuali). Sebbene la protezione di attività immateriali (come la proprietà intellettuale) sia un elemento chiave per la sopravvivenza delle aziende nel contesto dell'Industria 4.0, non è facile, e si tratta ancora di una problematica molto discussa (KPMG, 2016), come tassare l'azienda nel luogo in cui il valore aggiunto viene creato. Le buone pratiche nella IP EXPLOITATION dovrebbero essere identificate e promosse per stimolare lo sviuppo ulteriore di nuovi approcci nel settore manufatturiero.

Poiché i **beni immateriali** sono fattori chiave di successo, il valore aggiunto dell'azienda può risiedere nel settore della produzione (compresi gli uffici privati), nel luogo in cui si svolgono attività di R&S o nel contesto di attività di mercato (compresi gli ambienti virtuali). Sebbene la protezione dei beni immateriali (come la proprietà intellettuale) sia un elemento chiave per la sopravvivenza delle imprese nel contesto dell'Industria 4.0, non è facile capire, ed è ancora oggetto di discussione (KPMG, 2016), come tassare l'impresa nel luogo in cui il valore aggiunto viene creato. Le migliori pratiche di sfruttamento della proprietà intellettuale dovrebbero essere identificate e promosse per stimolare un ulteriore sviluppo di nuovi approcci nella produzione. [Errore di citazione].

Inoltre, l'azienda deve operare in un determinato contesto giuridico che disciplina la proprietà intellettuale e la conoscenza, le questioni relative ai dati, l'occupazione, la responsabilità sociale, il commercio estero e le esportazioni. Per tutte queste ragioni, le imprese devono sviluppare la capacità di offrire soluzioni semplici a problemi giuridici sempre più complessi.

Una situazione che potrebbe ripercuotersi sulle imprese è l'aumento dei **costi fiscali per l'uso dei robot.** Uno dei principali sostenitori di questa idea è Bill Gates (Delaney, 2017) che propone che i robot debbano pagare tasse equivalenti a quelle pagate dai lavoratori. Infatti, nel 2017, i legislatori europei hanno preso in considerazione la proposta di addebitare ai proprietari di robot di pagare un percorso di formazione per i lavoratori che hanno perso il lavoro. La proposta è stata respinta e, in risposta, il Parlamento europeo ha proposto una regolamentazione relativa alla creazione e distribuzione di robot nei luoghi di lavoro (Delvaux, 2017). Anche se la questione è ancora in esame, c'è un rischio reale di aumento delle disuguaglianze sociali e la tassazione potrebbe essere una soluzione se i robot dovessero assumere compiti senza la possibilità di reintegrare i posti di lavoro persi.

Passando ad altre problematiche, il lavoro in collaborazione con i robot comporta dei **cambiamenti nelle misure di prevenzione dei rischi legati al lavoro,** mentre l'introduzione di nuove tecnologie in un ambiente di produzione può comportare nuovi obblighi commerciali e nuovi rischi (incidenti tra lavoratori e robot, elettrocuzione, bruciature, tecnostress e altri). In questo senso, per quanto riguarda la legislazione del lavoro, è necessario tenere conto di alcune importanti questioni che riguardano direttamente **i diritti collettivi e individuali dei lavoratori:**

- L'adozione di un **sistema di quote** per costringere le aziende ad avere almeno un certo numero di lavoratori umani
- Un cambiamento **nelle spese fiscali e detrazioni nei contributi sociali** previste per i datori di lavoro per poter incrementare l'interesse nell'assumere lavoratori umani
- Nuove **misure per le assunzioni e piani pubblici** in un contesto economico robotico
- Nuova regolamentazione di concetti come **orari, turni e classificazione del lavoro**
- Una legislazione per garantire diritti fondamentali come avanzamento **di carriera, apprendimento permanente, non discriminazione, privacy e protezione dei dati** (l'uso di strumenti audiovisivi per aumentare la consapevolezza e l'interesse a favore della protezione della privacy dei lavoratori), **obiezione di coscienza tecnologica** (reazione negativa dei lavoratori all'idea di lavorare in un ambiente di lavoro robotizzato), libertà sindacali, diritto di sciopero.

Alcune delle principali raccomandazioni del progetto RockEU (2016) (Arntz, 2016) indicano che la regolamentazione dovrebbe essere orientata a sostenere e stimolare il mercato.

Passando ad altre questioni, la **standardizzazione dei flussi di dati** è urgente per sviluppare il potenziale innovativo dell'industria 4.0. Caratterizzate da dispositivi e sistemi interconnessi, le fabbriche intelligenti devono massimizzare l'efficienza nell'allocazione delle risorse e l'agilità dei processi produttivi. Per raggiungere questo obiettivo è necessario che un ecosistema di clienti, fornitori e partner comunichi in tempo reale con informazioni sicure e integrate, e perché ciò avvenga, la circolazione dei dati richiede la standardizzazione. Alcuni settori, come l'industria aerospaziale europea, sono già giunti a questa conclusione, creando una piattaforma settoriale per condividere le informazioni lungo l'intera catena del valore (Rizk, 2016). In questo senso, al fine di ottenere un ambiente di standardizzazione efficace per le tecnologie digitali, la Commissione europea ha individuato cinque aree prioritarie verso cui indirizzare gli sforzi di standardizzazione: 5G, il cloud computing, l'IoT, le tecnologie dei dati e la sicurezza informatica. Questo impegno verrebbe sostenuto da un meccanismo di attuazione, basato su un monitoraggio regolare da parte della Commissione, un dialogo della Commissione con tutte le parti interessate, la cooperazione con gli organismi di standardizzazione e regolamentazione e un impegno internazionale rafforzato (Commissione europea, 2016).

Dal punto di vista delle PMI c'è poco da fare per influenzare il sistema fiscale, giuridico e normativo, ma possono anticipare i cambiamenti e le tendenze future utilizzando un sistema efficiente di monitoraggio del mercato e della tecnologia. Se le PMI sapranno in anticipo cosa accadrà nel prossimo futuro nel contesto normativo/fiscale/giuridico, saranno preparate con le risorse adeguate per affrontare la nuova situazione. D'altro canto, le PMI hanno la possibilità di raggrupparsi in strutture aziendali più grandi (associazioni di settore, industriali o professionali) per far sentire la loro voce.

5.6. Sfide legate al monitoraggio e al controllo

Il monitoraggio costante è una delle competenze chiave di una fabbrica del futuro perché le aziende saranno in un continuo processo di riposizionamento strategico con cambiamenti strutturali e un processo di miglioramento continuo. L'offerta di prodotti e servizi è fortemente orientata ai dati e basata sulla raccolta, il monitoraggio e l'analisi dei processi, e apre le porte a concetti nuovi e innovativi come la **manutenzione predittiva** per prevenire gli eventuali problemi di produzione. In tal senso, un sistema di monitoraggio dotato di sensori che generano un'enorme quantità di dati sui processi, può mettere a confronto questi dati con quelli storici, rivelando schemi e riuscendo a prevedere guasti o vulnerabilità in un ambiente di produzione (analisi delle vibrazioni per rilevare disallineamenti, squilibri e altri guasti, tecniche ad infrarossi per rilevare problemi nei meccanismi elettrici, ecc.) Possono essere presi provvedimenti tempestivi e tali azioni aumenteranno l'affidabilità del processo di produzione.

Le macchine possono anche fornire diagnosi a distanza e offrire servizi di manutenzione dalle loro sedi, questi dati possono anche essere utili per sapere in quali condizioni sono in funzione le macchine e cosa si può imparare da tali dati (Khan A, 2016). A livello operativo, i dati possono essere trasmessi in tempo reale e possono includere, tra l'altro, ordini di produzione, sorveglianza della produzione (metriche chiave di produzione), necessità di manutenzione, analisi dei dati o mappatura virtuale dei flussi di valore (Davies R, 2017).

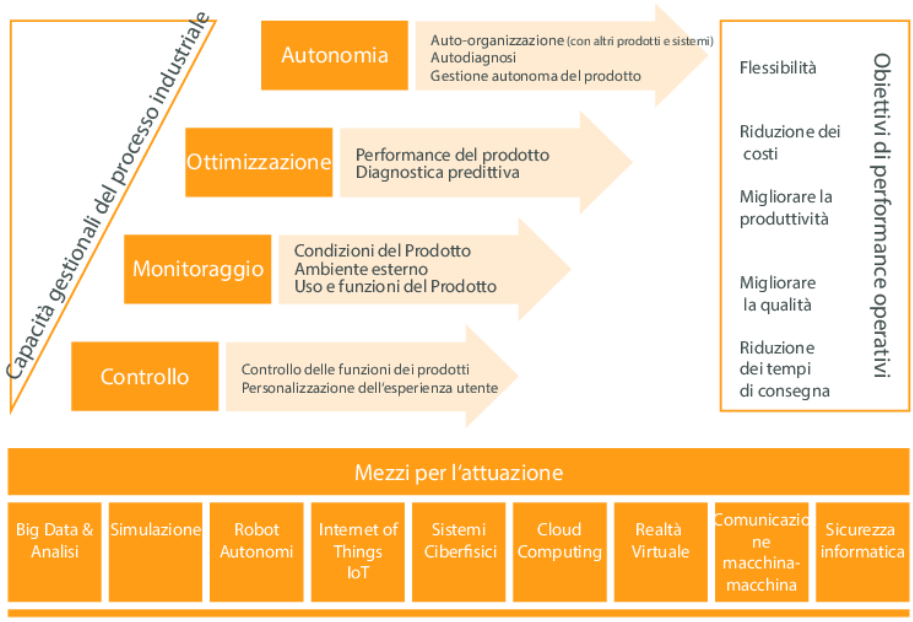


Fig. 6.7. Capacità gestionali del processo industriale. Fonte: (Moeuf, Pellerin, Lamouri, Tamayo-Giraldo, & Barbaray, 2018)

In base al quadro analitico fornito da Moeuf, 2017 (cfr. figura 7), è possibile stabilire quattro livelli di capacità gestionali a fini di monitoraggio e controllo:

- Monitoraggio globale del sistema di produzione tramite dispositivi collegati. La funzione di monitoraggio può anche assumere la forma di un'analisi storica utilizzata a fini decisionali. Questo è il livello più semplice di capacità gestionale che si può raggiungere nell'industria 4.0.

- Controllo basato su dati storici per identificare situazioni che richiedono una decisione in caso di allarme. Il controllo favorisce l'interazione dei dipendenti con il sistema utilizzando dati storici e soglie predeterminate.

- Ottimizzazione in tempo reale utilizzando dati di monitoraggio, modelli di sistema e sistemi di simulazione. Questo livello è finalizzato al miglioramento dei sistemi e dei processi e può essere conseguito mediante molteplici approcci.

Capacità di monitoraggio, controllo e ottimizzazione in tempo reale combinati per ottenere livelli di ottimizzazione più elevati, ad esempio, utilizzando sistemi in grado di apprendere autonomamente dal proprio comportamento, adattandosi in funzione dei risultati ottenuti.

Tutti questi livelli possono diventare realtà attraverso l'applicazione di diverse tecnologie come i big data, la simulazione, robot autonomi, la IoT, i CPS, il cloud computing, la realtà virtuale, la comunicazione machine-to-machine e la cybersicurezza.

Per poter affrontare questa sfida, le PMI dovrebbero essere provviste di un procedimento di monitoraggio formale con indicatori chiave di performance collegati alle attività più strategiche dell'azienda, e perfettamente intrecciate con i restanti processi dell'azienda. In questo modo, le PMI saranno in grado di prendere decisioni informate riguardo alle attività attuali e future, e potranno contare su informazioni precise per prendere decisioni strategiche a medio e lungo termine.

5.7. Conclusioni principali e raccomandazioni

- La **quarta rivoluzione industriale** presuppone la fusione tra il mondo fisico e quello virtuale. il Networking e la trasparenza sono alla base del paradigma dell'Industria 4.0 che cambia la produzione da "centralizzata" a "locale" in una transizione dai sistemi centrali di gestione della produzione all'intelligenza locale con una migliore base decisionale.

- In questo contesto, le **fabbriche sono diventate "intelligenti"** con un miglioramento dei processi di produzione, ingegneria, supply chain e gestione del ciclo di vita, in un approccio completamente nuovo alla produzione. Le fabbriche intelligenti hanno sistemi di produzione integrati verticalmente collegati in rete con sistemi non produttivi e orizzontalmente integrati per creare reti del valore lungo l'intera catena del valore. Ciò consente una personalizzazione del prodotto e una produzione più agile, che implica modelli di business innovativi intorno a nuove proposte di valore e pratiche di business più efficienti.

- L'industria 4.0 ha bisogno di una **trasformazione degli attuali modelli di business** e di una ridefinizione della proposta di valore per le aziende. Il passaggio da un'azienda tradizionale a un'azienda digitale implica grandi cambiamenti in termini di tecnologia, di processo e di interazione. Ciò implica tre tipi di movimenti di integrazione: integrazione verticale e sistemi di produzione in rete, integrazione orizzontale attraverso reti del valore e integrazione digitale end-to-end dell'ingegneria lungo l'intera catena del valore.

- Il cambiamento nei modelli di business è giustificato da uno dei seguenti obiettivi: **aumento della flessibilità, miglioramento della produttività, riduzione dei costi, riduzione dei tempi di consegna e/ miglioramento dei processi di qualità.**

- Poiché il supporto del top management è essenziale per promuovere l'industria 4.0 **e la gestione è il processo fondamentale di un'azienda,** i cambiamenti nella gestione influenzano tutti i principali processi aziendali. La grande sfida per i manager è quella di sviluppare un sistema adattivo che porti a bilanciare l'automatizzazione con la domanda di variazione e, allo stesso tempo, a mantenere un prodotto di alta qualità.

- La gestione dei rischi è il processo che aiuta le aziende a comprendere i rischi legati alla situazione attuale e ad individuare la soluzione corretta. Nel settore manifatturiero, i rischi operativi sono associati alla gestione dei processi produttivi, alla manutenzione, ai metodi operativi e agli strumenti, ai materiali, alle risorse umane, alle macchine, alle tecnologie di produzione e agli ambienti macchina. Il concetto di Industria 4.0 genera nuovi rischi associati alla connessione al cyberspazio e all'outsourcing dei servizi. Anche se l'Industria 4.0 può avere un impatto su tutti i processi dell'azienda, **la percentuale maggiore dei rischi è legata alla sicurezza dell'informazione.**

- Per affrontare le sfide legate ai cambiamenti dei modelli di business, le PMI devono comprendere appieno la tecnologia per essere in grado di assimilarla. Ci sono alcuni nuovi **strumenti per aiutare le PMI a testare la tecnologia** e a sapere in anticipo come la tecnologia può ripercuotersi su di loro, ad esempio, i Digital Innovation Hubs (sportelli unici per aiutare le PMI a diventare più competitive utilizzando le tecnologie digitali) o i laboratori di prova (piattaforme di sperimentazione per testare e utilizzare le nuove tecnologie). Inoltre, le PMI hanno bisogno di manager con un doppio profilo tecnologico e gestionale, in grado di comprendere il potenziale delle nuove tecnologie in un ambiente incerto.

- Industria 4.0 cambia radicalmente le professioni e i profili di competenze. I lavoratori cambiano ruolo, **passando dall'essere operatori ad essere problem-solver.**

- L'automatizzazione varia considerevolmente in base al grado di istruzione e al reddito dei lavoratori: i lavoratori meno qualificati e con redditi più bassi sono quelli che corrono il rischio più alto di essere sostituiti da processi automatici.

- La figura del manager sta cambiando, si sta infatti passando dalla figura del "people manager" a quella di "people and machine manager". Dal momento che i CEO operano in un mondo dominato dalla tecnologia, le principali business school si concentrano sull'intersezione di **business, tecnologia e design** per anticipare

l'irruzione del digitale nelle aziende. In questo senso, la più grande minaccia all'occupazione non è l'automatizzazione, **ma l'incapacità di rimanere competitivi in futuro.**

- Le imprese devono preoccuparsi **dell'occupabilità dei lavoratori piuttosto che del lavoro.** La formazione, i nuovi metodi di apprendimento, l'apprendimento permanente e lo sviluppo a lungo termine sono fattori chiave per raggiungere questo obiettivo e per migliorare la capacità dei lavoratori di recepire i cambiamenti tecnologici all'interno dell'azienda**.**

- **Si stanno delineando diverse modalità di organizzazione del lavoro,** che incidono sui rapporti tra lavoratori e datori di lavoro. In queste nuove modalità, la dimensione umana è più importante - produzione incentrata sull'uomo - specialmente per i lavori in cui il lavoro umano non può essere sostituito. Questi modelli incentrati sui lavoratori influenzano la progettazione dei luoghi di lavoro e la ripartizione del carico di lavoro, e ci si aspetta che aumentino la soddisfazione dei lavoratori e rendano l'ambiente lavorativo più sano e sicuro.

- Per affrontare le sfide legate all'occupazione, le PMI hanno a disposizione alcune misure possibili, come la realizzazione di **un'indagine realtiva alle attuali competenze interne e delle esigenze future,** per evidenziare i divari tra le due situazioni. Inoltre, le PMI dovrebbero far ricoprire le posizioni chiave a persone con competenze a "T" ovvero persone con conoscenze specialistiche che, allo stesso tempo, hanno abilità personali per relazionarsi con altri campi di conoscenza. In ogni caso, le PMI avranno bisogno di stretti collegamenti con altri agenti del sistema di innovazione per analizzare le lacune, sviluppare i profili adeguati e includerli nell'organizzazione interna del lavoro. In questo senso, Università, organizzazioni di ricerca e tecnologia, centri di formazione professionale, centri di innovazione e banchi di prova potrebbero essere buoni partner con cui sviluppare e offrire aspetti formativi.

- La risposta alle nuove sfide produttive presuppone una **stretta collaborazione e un'innovazione aperta tra tecnologie e settori diversi**, e tra i diversi attori dell'intera catena del valore produttivo integrati in modo attivo e collaborativo.

- Per affrontare tutte le sfide legate alla collaborazione, le PMI dovrebbero integrare **i processi di business intelligence** nella loro attività, in modo da poter includere idee e nuove conoscenze nella strategia aziendale. Inoltre, le PMI dovrebbero considerare tutte le figure che hanno a che vedere con le loro catene del valore (fornitori, clienti, concorrenti, ecc.) come parte della propria attività, e non solo come agenti isolati e slegati dal processo decisionale interno.

- Alcune delle questioni legali più imporanti per le aziende e che riguardano l'era digitale sono **l'accesso ai dati, la responsabilità, la proprietà dei dati e il cloud.**

- Le PMI possono anticipare i cambiamenti e le tendenze future utilizzando un efficiente **sistema di sorveglianza del mercato e della tecnologia.** Se le PMI sanno cosa accadrà nel prossimo futuro nel contesto normativo/fiscale/giuridico, saranno preparate con le risorse adeguate per affrontare la nuova situazione. D'altra parte, le PMI hanno la possibilità di raggrupparsi in strutture aziendali più grandi (associazioni di categoria, industriali o professionali) per far sentire la loro voce di fronte agli altri soggetti interessati.

- Il monitoraggio costante è una delle competenze chiave della fabbrica del futuro perché le aziende saranno coinvolte in un continuo processo di riposizionamento strategico con cambiamenti strutturali e miglioramento continuo. Le offerte di prodotti e servizi sono fortemente orientate ai dati e basate sulla raccolta, **il monitoraggio e l'analisi dei processi**, e aprono la porta a concetti nuovi e innovativi come la manutenzione predittiva per prevenire problemi nella produzione. In questo senso, le PMI dovrebbero avere un processo di monitoraggio formale con indicatori di performance chiave legati alle attività più strategiche dell'azienda e perfettamente integrati con il resto dei processi aziendali.

6. Cooperazione tra gli Istituti di Istruzione Superiore (IIS) e le imprese

Autore: Gianluca Rossi

6.1. Introduzione

La sfida più grande per le PMI europee nel settore dell'ingegneria è la cosiddetta "industria intelligente", intesa come insieme di componenti e sistemi informatici intelligenti in tutti i settori delle catene di fornitura, produzione e distribuzione. Per essere ben preparati a questi sviluppi, il contributo degli istituti di istruzione superiore, attraverso le loro conoscenze e la loro ricerca, rappresenta un importante sostegno. D'altro canto, le PMI devono sviluppare le conoscenze, le capacità e le competenze del proprio personale, ma anche approcci pedagogici speciali, adattati ai processi di produzione e alla vita aziendale. In questo contesto, il modello di cooperazione tra Istituti di Istruzione Superiore (IIS) e imprese è uno degli strumenti più importanti che le PMI potrebbero utilizzare per diventare "intelligenti", aumentando la loro competitività e migliorando la loro posizione sul mercato.

Gli obiettivi di questo capitolo sono:

- Fornire una definizione del modello di cooperazione tra IIS e imprese
- Spiegare in che modo la Commissione Europea incoraggia e supporta il modello di cooperazione tra IIS e imprese
- Dimostrare perchè IIS e PMI dovrebbero collaborare: in questo capitolo verranno presentati i ruoli delle Università e delle aziende insieme ai vantaggi e svantaggi di questa cooperazione
- Presentare una proposta di modello di cooperazione tra IIS e imprese fatto su misura in base al progetto SMeART
- Presentare le buone pratiche dei modelli di cooperazione tra IIS e imprese nel settore della Smart Industry a livello europeo.

6.2. Definizione del modello di cooperazione tra IIS e Imprese

La cooperazione tra Università e imprese è ogni tipo di interazione diretta e indiretta, personale e non personale tra istituti d'istruzione superiore e imprese a reciproco vantaggio e che mira allo scambio di conoscenze nell'ambito dei processi di innovazione, nonché al trasferimento tecnologico di proprietà intellettuale, pubblicazioni, ricerca congiunta, mobilità e formazione (The State of University-Business cooperation, agosto 2011).

La chiave per una collaborazione di successo tra gli istituti di istruzione superiore e le imprese è la mutua comprensione e l'apprezzamento reciproco di scopi e obiettivi, e possono cooperare tra loro come segue:

- Le aziende fanno buon uso del loro know-how sviluppato da ricercatori universitari attraverso lo sviluppo delle innovazioni;
- Le Università usano il know-how trasmesso dalle aziende per scopi educativi e per portare avanti la ricerca.

La stretta cooperazione tra le IIS e le PMI può aiutare le Università ad aumentare la capacità di rigenerazione e rinnovamento della ricerca, aiutare le imprese ad acquisire e mantenere la competitività dell'economia nazionale, contribuire allo sviluppo economico a vari livelli (regionale, nazionale ed europeo) e soddisfare la domanda del mercato del lavoro per fornire conoscenze e competenze più pertinenti.

I fattori che influenzano il modello di cooperazione Università-Imprese sono i seguenti:

- Il **rapporto** tra le Università e le imprese: gli Istituti e le imprese lavorano in un rapporto di collaborazione e reciprocamente vantaggioso. In generale, l'esistenza di una fiducia reciproca per la cooperazione Università-imprese è più elevata quando sono coinvolte le grandi imprese (seguite dalle medie e piccole imprese) che sono più disposte a cooperare con gli istituti di istruzione superiore. La loro cooperazione è spesso già di lunga durata, il che crea fiducia e impegno tra le due parti interessate. La fiducia e l'impegno reciproco sono i fattori

che promuovono in larga misura la cooperazione con le Università tra quelle imprese che già vantano già un elevato grado di cooperazione con le Università.

- I pilastri fondamentali della cooperazione tra Università e Imprese: strategie, strutture e approcci, attività, condizioni generali.

Gli ostacoli, gli elementi chiave e i fattori situazionali che influenzano la capacità degli istituti di istruzione superiore di avviare un rapporto di collaborazione:

1. Gli elementi chiave che favoriscono la collaborazione tra imprese e istituti d'istruzione superiore sono i seguenti:
    - Fiducia e impegno reciproco
    - Motivazioni condivise
    - Rapporti precedenti con gli IIS
    - Interesse degli IIS nell'avere accesso alle conoscenze pratiche
    - Breve distanza geografica degli IIS
    - Accesso alle strutture di Ricerca & Sviluppo da parte degli IIS
    - Risorse finanziarie per lavorare con gli IIS
    - Flessibilità degli IIS.

2. Gli ostacoli principali che incontrano le aziende nel collaborare con gli istituti di istruzione superiore sono i seguenti:
    - La burocrazia interna o esterna degli Istituti: la burocrazia delle Università è un elemento da non sottovalutare. Talvolta si impiega troppo tempo per adempiere alle formalità richieste e questo in alcuni casi può rallentare o addirittura interrompere la collaborazione. La burocrazia richiede tempi molto lunghi che il mercato del lavoro in rapida evoluzione non può permettersi.
    - Prospettive temporali diverse tra IIS e imprese
    - Difficoltà nel trovare le figure adeguate all'interno degli IIS
    - Motivazioni e valori diversi tra le Università e le imprese: metodi di comunicazione divergenti e barriere linguistiche tra i due settori.
    - Capacità limitata di trasferimento delle conoscenze
    - L'attuale crisi finanziaria
    - I fattori situazionali che influenzano la portata della cooperazione Università-imprese. I fattori presi in considerazione sono l'età, i generi, gli anni presso gli istituti di istruzione superiore, gli anni di attività, il tipo di istituto di istruzione superiore, i settori delle imprese e i paesi.

Ci sono 8 diverse modalità con le quali gli IIS e le imprese possono collaborare:
1. Collaborazione nella ricerca e sviluppo (R&S),
2. Mobilità di professori universitari,
3. Mobilità degli studenti,
4. commercializzazione dei risutalti della Ricerca & Sviluppo,
5. Sviluppo e consegna del curriculum,
6. Formazione continua,
7. imprenditorialità,
8. amministrazione.

Il successo della cooperazione degli Istituti in rapporti sinergici con i governi e le imprese è considerato il motore ideale delle economie e delle società basate sulla conoscenza. La cooperazione tra le Università e le imprese produce benefici per tutti gli attori coinvolti nel modello:

- Per gli studenti: migliorare l'esperienza di apprendimento, aumentare le competenze e lo sviluppo personale e professionale dei laureati, aumentare le possibilità di trovare lavoro dei futuri laureati.
- Per gli IIS: completare la missione dell'IIS; migliorare la reputazione accademica nei settori; incentivare la ricerca.

- Per le aziende: migliorare le prestazioni dell'azienda.
- Per la società: migliorare l'occupazione locale, a vantaggio delle industrie locali, migliorare la produttività regionale; creare una serie di benefici sociali e ricreativi.

Alcuni dei risultati che si possono attribuire a una cooperazione tra Università e imprese di successo includono il miglioramento dell'istruzione e delle prospettive di lavoro future degli studenti, le ricerche condotte all'interno degli istituti e il trasferimento di conoscenze e ricerche alla comunità. Inoltre, vi sono risultati indiretti che comprendono il sostegno alla creazione di un'economia della conoscenza, il sostegno alle imprese locali, la creazione di posti di lavoro, lo stimolo della crescita economica e il miglioramento del tenore di vita.

6.3. In che modo la Commissione Europea supporta la cooperazione tra IIS e Imprese

Negli ultimi 10 anni sembra che ci sia stata un sempre maggiore presa di coscienza, da parte degli Stati membri, della crescente importanza delle Università per lo sviluppo sociale ed economico. Ciò è riconosciuto dalla Strategia di crescita Europa 2020 e in particolare dalle strategie di "specializzazione intelligente" in tutta l'Unione Europea in preparazione della prossima tornata di fondi strutturali, che attribuisce sempre maggiore importanza al ruolo delle Università non solo in termini di offerta (ricerca e competenze), ma anche nel sostenere la domanda attraverso il capacity building e il sostegno alla governance dell'innovazione regionale.

Sulla base dello studio della DG Istruzione e cultura, negli ultimi dieci anni si è registrata una tendenza sempre maggiore ad includere più esplicitamente le Università nelle strategie regionali e da parte delle Università, ad assumere un ruolo più formale nella collaborazione con le Regioni come espresso nelle loro dichiarazioni di missione. Con alcune eccezioni, la cooperazione tra istituti d'istruzione superiore e imprese in Europa è ancora nelle prime fasi di sviluppo. In effetti, la cooperazione Università-imprese in europa è influenzata da diversi fattori, tra cui la percezione dei benefici derivanti dalla cooperazione, nonché da ostacoli e fattori trainanti della cooperazione (Measuring the Impact of University-Business cooperation, 2014).

Come evidenziato dall'Agenda per la modernizzazione dell'istruzione superiore, gli ostacoli per la collaborazione tra Università e imprese potrebbero essere i seguenti:

- L'istruzione superiore in Europa non è ancora in grado di fornire le giuste competenze per la società moderna ad un numero adeguato di persone. Sono troppo pochi i laureati che lasciano l'istruzione superiore con competenze in settori in cui vi è una forte domanda (come i professionisti della scienza, della tecnologia e dell'ingegneria, i professionisti delle ICT, etc.) e troppi lasciano avendo scarse competenze di base e limitate soft skills rilevanti per il lavoro (come pensiero critico, problem solving, comunicazione, etc.).

- Gli istituti di istruzione superiore non contribuiscono abbastanza all'innovazione nei territori in cui si trovano. Le Università europee sono in ritardo rispetto ai concorrenti statunitensi nella ricerca internazionale pionieristica. Ma sono anche troppo spesso scollegate dalle aziende e dai servizi pubblici, il che significa che le loro attività didattiche e di ricerca non vengono impiegate per portare benefici nelle aree circostanti.

- Gli istituti di istruzione superiore non sono organizzati e finanziati in modo tale da poter dare i migliori risultati. I sistemi di finanziamento e di qualità non incentivano abbastanza il personale e i responsabili istituzionali a fornire un buon insegnamento, a cooperare con le imprese su progetti di innovazione e a costruire legami con la società (An Agenda for the modernisation of Higher Education, 2017).

A seguito del piano strategico Europa 2020, dell'agenda di Lisbona e dell'agenda di modernizzazione delle Università europee, l'Unione europea ha riconosciuto l'importanza del ruolo degli Istituti di istruzione superiore (attraverso l'istruzione, la ricerca e l'innovazione) nel trasferimento delle conoscenze alla società e il loro contributo vitale alla competitività economica dell'Europa. La necessità di una più stretta cooperazione tra le Università e il mondo delle imprese è sottolineata dal fatto che l'UBC ha dimostrato che questa offre una serie di vantaggi e benefici sia per gli istituti d'istruzione superiore che per gli studenti, le imprese e la società.

La Commissione europea sostiene i legami tra l'istruzione superiore e le imprese a livello europeo attraverso una serie di iniziative. È possibile stabilire legami più stretti tra imprese e mondo accademico:

- Incoraggiare il trasferimento e la condivisione di conoscenze
- Creare collaborazioni e opportunità a lungo termine.

6.4. Incentivare l'innovazione, l'imprenditorialità e la creatività

(7° Forum europeo Università-imprese, 2017)

La Commissione Europea promuove la collaborazione tra Università e Imprese attraverso due iniziative principali:

1. *KA2 Cooperazione per l'innovazione e lo scambio di buone pratiche* - ***Alleanze per la conoscenza*** nell'ambito del programma Erasmus +. Attraverso i finanziamenti riservati a questo programma, gli istituti d'istruzione superiore e le PMI hanno l'opportunità di cooperare insieme al fine di:

   - **Promuovere l'innovazione** negli istituti di istruzione superiore e nelle PMI sviluppando e mettendo in pratica nuovi metodi di apprendimento e di insegnamento (come nuovi programmi di studio multidisciplinari, insegnamento e apprendimento incentrato sul discente e basato su problemi reali); organizzare programmi e attività di formazione continua con e all'interno delle imprese; sviluppare soluzioni per questioni complesse, innovazione di prodotto e di processo che coinvolgano tutte le parti interessate.

   - **Stimolare l'imprenditorialità e le capacità imprenditoriali** del personale docente e del personale degli istituti superiori: creare programmi di apprendimento e applicazione delle competenze trasversali attraverso programmi di istruzione superiore sviluppati in collaborazione con le imprese al fine di aumentare l'occupabilità, la creatività e nuovi percorsi professionali; introdurre la formazione imprenditoriale in qualsiasi disciplina per fornire a studenti, ricercatori, personale ed educatori le conoscenze, competenze e motivazioni per impegnarsi in attività imprenditoriali; creare opportunità attraverso l'applicazione pratica delle capacità imprenditoriali, che possono coinvolgere e/o portare alla commercializzazione di nuovi servizi, prodotti e prototipi,

   - **Stimolare e facilitare lo scambio e il flusso di conoscenze** tra Università e imprese attraverso: attività di studio sul campo nelle imprese che sono pienamente integrate nel curriculum, riconosciute e accreditate; attività di sperimentazione e verifica di misure innovative; scambi di studenti, ricercatori, docenti e personale dell'azienda; coinvolgimento del personale dell'azienda nell'insegnamento e nella ricerca.

Fonte: www.ec.europa.eu/programme/erasmus-plus

2. ***IISnnovate*** è uno strumento di autovalutazione gratuito per tutti i tipi di istituti di istruzione superiore, promosso e sostenuto dalla Commissione europea, dalla DG Istruzione e cultura e dal Forum LEED dell'OCSE, e composto da un gruppo di sei esperti indipendenti. Lo strumento IISnnovative permette agli istituti di istruzione superiore di valutare la loro istituzione utilizzando una serie di dichiarazioni relative alle sue attività imprenditoriali, tra cui la leadership, il personale e i legami con le imprese. Sono disponibili ampi materiali di formazione e di supporto, compresi studi di casi pratici, per sostenere i workshop e l'ulteriore sviluppo all'interno dell'istituzione.

Fonte: https://IISnnovate.eu/en

È inoltre necessaria una comprensione più completa di ciò che contribuisce al successo della cooperazione Università-imprese, che deve essere riconosciuta in altri progetti finanziati. Una revisione dei programmi di finanziamento evidenzierebbe la necessità dei progetti di basarsi sulle relazioni Università-imprese esistenti e che hanno già ottenuto risultati comprovati.

6.5. Perché Università e imprese dovrebbero collaborare?

Nell'ultimo decennio le Università hanno assunto un nuovo ruolo nell'economia e nella società, grazie alle relazioni con le imprese e i vari stakeholder a livello locale, regionale e nazionale. Le Università si sono evolute dalle funzioni di base dell'insegnamento e della ricerca ad una terza, la commercializzazione, dove la partnership con l'industria è l'elemento più importante.

In particolare, le Università sono interessate a mettere in pratica la ricerca fondamentale, mentre le imprese alla ricerca applicativa, essendo sempre alla ricerca di nuovi prodotti e servizi basati su scoperte scientifiche.

La cooperazione tra Università e imprese è considerata il motore delle società e delle economie basate sulla conoscenza. È particolarmente necessaria nel contesto europeo, minacciata da una maggiore concorrenza globale, con problemi economici in corso e alti livelli di disoccupazione.

I risultati attribuibili a una collaborazione tra Università e imprese includono:

- Ø miglioramento della competitività dell'impresa,
- Ø Aumento della pertinenza e della capacità innovativa della ricerca negli istituti di istruzione superiore,
- Ø creazione di posti di lavoro,
- Ø stimolazione della crescita economica,
- Ø miglioramento della qualità della vita,
- Ø riduzione degli ostacoli al buon vivere.

La cooperazione nel campo della ricerca (compresa la cooperazione nella R&S, la consulenza alle imprese, la mobilità del personale) è la principale attività di cooperazione Università-imprese nella maggior parte delle IIS e nei settori industriali. Tuttavia, gli istituti d'istruzione superiore e le imprese potrebbero cooperare anche nelle seguenti aree:

- **educazione**: co-progettazione e messa a punto del curriculum, realizzazione congiunta dei programmi di studio, mobilità degli studenti, programmi d'istruzione doppi, formazione continua
- **valorizzazione**: commercializzazione della Ricerca & Sviluppo, imprenditorialità accademica, imprenditorialità degli studenti
- **gestione**: amministrazione, risorse condivise, sostegno dell'Università (*Perché Università e Imprese dovrebbero cooperare?,* 2013).

Ciononostante, manca la consapevolezza e la conoscenza di tutti i modi in cui l'Università e le imprese cooperano e di come si relazionano, in particolare per quanto riguarda la mobilità professionale e le attività di formazione (progettazione e realizzazione dei programmi di studio e di apprendimento permanente), nonché la valorizzazione e la cooperazione in materia di gestione.

La mancanza di informazione riguardante le modalità in cui gli Istituti superiori potrebbero cooperare con le imprese si riscontra anche nel settore della Smart Engineering. Il Report su *Learning and Business Consultant Needs of Europe's SMEs* (Esigenze di apprendimento e consulenza aziendale delle PMI europee), realizzato nell'ambito del progetto SMeART, evidenzia che circa la metà delle imprese intervistate non sono in contatto con alcun istituto di istruzione superiore, ciò è vero soprattutto nel caso delle micro e piccole imprese, e che se queste fossero in contatto con gli istituti di istruzione superiore, potrebbero utilizzare principalmente le conoscenze fornite dalle Università, ma anche l'innovazione e la consulenza.

Una delle ragioni principali per cui le imprese sono riluttanti a collaborare con gli istituti di istruzione superiore è il forte approccio teorico del settore della ricerca e la mancanza di orientamento pratico.

I rappresentanti delle imprese intervistati nell'ambito del progetto SMeART hanno affermato che le possibili aree pratiche di supporto agli istituti di istruzione superiore e al settore della ricerca sono le seguenti:

- Test di materiali e prodotti, partecipazione a gruppi di studio; analisi della produzione; misurazione.

- Innovazione come lo sviluppo di nuove tecnologie, di nuovi prodotti e servizi; Ricerca & Sviluppo, progetti finanziati a livello internazionale.
- Conoscenza: competenze nella pianificazione della produzione, competenza nel settore dell'informatica, gestione, contabilità, processi di ottimizzazione, know-how tecnologico, approcci statistici, matematica, ecc...
- Consulenza: consulenza sull'offerta esistente e supporto pratico, analisi di soluzioni concrete per diventare " Smart"; supporto all'implementazione di un'industria intelligente.
- Networking: collaborazione nella Ricerca & Sviluppo, sviluppo di progetti sovvenzionati con richieste di finanziamento, trasferimento di know-how tra mondo accademico e professionale.
- Futuri dipendenti: Gli istituti di istruzione superiore possono formare nuovi ingegneri informatici interessati a lavorare nella loro azienda per diventare "smart".

Questi dati confermano la necessità di promuovere una maggiore consapevolezza e sottolineare l'importanza di una stretta collaborazione con le Università per incoraggiare il trasferimento delle conoscenze, promuovere l'innovazione e migliorare la competitività delle imprese per trasformare l'industria in un'industria "smart".

Per definire il modello di cooperazione in grado di soddisfare le esigenze delle PMI, potrebbe essere interessante descrivere il ruolo specifico degli IIS e delle imprese nel modello di cooperazione, così come i vantaggi e gli svantaggi che possono derivare da tale collaborazione.

I collaboratori accademici, in genere, hanno iniziato la loro collaborazione con le imprese a livello regionale o nazionale. La principale motivazione che li ha portati a collaborare con le imprese è stata quella di poter ottenere risultati interessanti con la ricerca tramite la collaborazione, piuttosto che la promozione o una migliore reputazione nell'Università. La loro collaborazione è resa più facile dalla mutua fiducia e dalle relazioni reciprocamente vantaggiose con le imprese. I collaboratori accademici hanno la possibilità di lavorare in azienda per un periodo di tempo aumentando il grado di cooperazione di anno in anno mano a mano che vi accumulano esperienza. Lavorano in Università più grandi, che sono molto probabilmente Università di scienze applicate o Università tecniche, anche se gli istituti d'istruzione superiore più "antichi" tendono ad avere un focus sulla ricerca mentre gli istituti d'istruzione superiore più recenti, si concentrano di più sulla cooperazione nel campo dell'istruzione. Questi istituti di istruzione superiore tendono inoltre ad avere partenariati più localizzati con le imprese per stimolare la crescita economica e lo sviluppo regionale.

I principali vantaggi di cui possono beneficiare gli istituti d'istruzione superiore grazie alla collaborazione con le imprese sono i seguenti:

- Ricerca mirata: i professori hanno l'opportunità di realizzare nuove ricerche in diversi campi, testando i risultati, utilizzando nuovi metodi e tecnologie.
- Accesso alle conoscenze del settore: i professori hanno l'opportunità di conoscere nuove realtà di mercato.
- Sviluppo di nuovi libri di testo e aggiornamento del materiale didattico sulla base dei risultati della ricerca.
- Affrontare la sfida della "terza missione delle Università", la commercializzazione che comprende, in particolare, la missione innovativa attraverso contratti di consulenza e sviluppo di soluzioni per l'industria.

Il modello di cooperazione tra Università e imprese presenta anche alcune minacce per i partner accademici: la mancanza di personale specializzato nei dipartimenti di marketing o negli uffici di trasferimento tecnologico, la struttura burocratica e gli elevati costi amministrativi.

D'altra parte, i collaboratori aziendali sono inclini a cooperare principalmente nell'ambito della ricerca, ma collaborano con i loro partner accademici in più modi, il che indica che in realtà si tratta di una cooperazione stabile con il partner accademico piuttosto che di un'operazione una tantum. La loro principale motivazione per la cooperazione è quella di poter essere sostenuti nei loro sforzi di innovazione, in particolare in una prospettiva a lungo termine, supportato da finanziamenti esterni. Il collaboratore d'impresa percepisce le differenze culturali come i maggiori ostacoli alla cooperazione Università-impresa, in particolare le diverse motivazioni e la mancanza di esperienza in campo imprenditoriale degli IIS e i diversi orizzonti temporali. Col passare degli anni, è più probabile che le imprese cooperino con gli istituti d'istruzione superiore, in particolare nel settore dell'istruzione e che, con l'aumentare delle dimensioni, aumenti la cooperazione in settori di cooperazione più lungo termine, come l'istruzione e la gestione.

Dal punto di vista dell'impresa, la ricerca e lo sviluppo ricevono una grande attenzione e dimostrano di essere un investimento redditizio a lungo termine e un importante contributo all'aumento della produttività.

In generale, la cooperazione con l'Università potrebbe essere formale o informale. Quest'ultima è adatta per il modello di cooperazione ideato nell'ambito del progetto SMeART, in quanto specifica per le piccole e medie imprese, interessate ad un accesso rapido e flessibile alle informazioni economiche e rilevanti e aperte ad un partenariato universitario. Questa partnership è raccomandata per l'industria che cerca soluzioni a problemi che non possono essere risolti internamente con le proprie capacità e competenze. La cooperazione con gli IIS offre i seguenti vantaggi:

- Processo d'innovazione
- riduzione delle diverse fasi per poter così diventare una "industria smart" in minor tempo.
- economie di scala: Non c'è bisogno di investimenti infrastrutturali o di personale con particolari competenze e capacità, perché le aziende possono trarre vantaggio da quelle dell'Università;
- impulso per cambiare la prospettiva sul mercato e sullo sviluppo
- ottenere progetti di ricerca finanziati con fondi pubblici.

D'altra parte, la cooperazione tra Università e imprese presenta alcuni rischi:

- problemi legati alla burocrazia interna sia dell'Università che delle imprese che potrebbero influenzare negativamente la gestione del progetto comune;
- problemi legati al rischio che una delle due parti utilizzi i risultati del progetto per i propri scopi;
- protezione del know-how, i membri del team appartengono all'Università e all'azienda e potrebbe esserci il rischio di pirateria.

È importante preparare un contratto che regolamenti la cooperazione tra Università e imprese mettendo in chiaro le condizioni della collaborazione, il contributo e le responsabilità di ciascuna parte.

Il modello di cooperazione Università-imprese si compone delle seguenti attività che potrebbero essere attuate in parallelo:

- Ricerca
- Apprendimento / Formazione
- Consulenza

Il modello di cooperazione SMeART tra imprese e Università è essenziale per aiutare le PMI ad affrontare le sfide di Smart Engineering, non solo attraverso attività di apprendimento formale, ma anche attraverso modelli di cooperazione e consulenza con gli IIS che si concentrano sull'apprendimento sul posto di lavoro, sulla mobilità transnazionale dell'apprendimento, sullo scambio e sul networking con altre PMI (Why University and Business Cooperate?, 2013).

La collaborazine può essere formalizzata mediante i seguenti strumenti:

- Contratto di ricerca: conoscenza unilaterale trasferita dall'Università alle imprese in relazione al know-how da sviluppare.
- Ricerca in collaborazione: orientata allo scambio di esperienze, informazioni, know-how in generale tra l'Università e le imprese.
- Contratto per lavoro e servizi: Se l'accordo è legato al successo, si tratta di un contratto di lavoro; se l'accordo è legato alle attività, si tratta di un contratto di servizi.

6.6.Il modello di cooperazione tra IIS e Imprese di SMeART

Il modello di cooperazione proposto nell'ambito del progetto SMeART è adatto alle PMI del settore dell'ingegneria. Può essere composto da attività come:

6.6.1. Servizi di consulenza e ingegneria

Gli esperti degli Istituti d'Istruzione Superiore potrebbero offrire i loro servizi specialistici per aiutare le PMI ad affrontare le sfide per diventare un'industria intelligente attraverso competenze e risorse umane, conoscenza delle nuove tecnologie e della loro attuazione, strategie commerciali e di innovazione.

Questa cooperazione è uno strumento importante attraverso il quale gli esperti accademici possono condividere le loro competenze e conoscenze con le PMI di ingegneria. I servizi di consulenza potrebbero essere:

- consulenza diretta in cui l'esperto accademico trasferisce le proprie conoscenze specialistiche alle PMI.
- Condivisione di esperienze: l'esperto accademico può avvalersi di esperienze precedenti svolte in aziende simili nell'ambito della PMI in cui fornisce la consulenza.
- Consulenza su misura per le esigenze specifiche delle PMI: l'esperto accademico aiuta l'azienda ad individuare le lacune o i problemi dal risolvere per poter diventare una "industria smart" e, di conseguenza, suggerisce il modo migliore per risolvere il problema.

6.6.2. Scambi tra le Università e le PMI

Attraverso scambi e programmi di mobilità degli esperti universitari nelle imprese, i dirigenti delle PMI potrebbero trasmettere loro ulteriori competenze e conoscenze specifiche d' impresa, come le competenze manageriali, imprenditoriali e comunicative.

La mobilità promuove il trasferimento di conoscenze e sblocca alcune delle risorse intellettuali dell'Università a vantaggio dell'impresa ospitante. Inoltre, l'ampiezza delle competenze dei ricercatori potrebbe creare opportunità di future collaborazioni abbattendo le barriere tra l'Università e le imprese.

Le imprese possono beneficiare dell'esperienza di ricercatori con un certo numero di imprese della stessa industria e che operano in una sfera geografica molto più ampia rispetto alle PMI, per offrire loro un'esperienza e competenze globali che aiutino ad affrontare le questioni locali.

6.6.3. Formazione 'On the Job'

Il modello di formazione "On the job" (svolta direttamente in azienda) sembra essere particolarmente adatto alle esigenze delle imprese che vogliono investire continuamente nei processi di innovazione. Si tratta di un'attività formativa da svolgere direttamente sul posto di lavoro, incentrata sul miglioramento delle competenze tecniche e trasversali di manager e dipendenti. Oltre ad allineare le competenze tecniche alla tecnologia disponibile, questa attività aiuta i dipendenti a sviluppare un'idea complessiva di tutti i processi produttivi aziendali, in modo che siano in grado di anticipare i problemi e/o sapere di rivolgersi a chiunque possa aiutarli quando si presentano.

La formazione permetterà loro di acquisire questa consapevolezza in modo pratico piuttosto che attraverso un trasferimento unicamente teorico di conoscenze.

La formazione potrebbe essere costituita dalle seguenti attività:

- ATTIVITÁ DI TUTORAGGIO: trasferimento di conoscenze tramite attività di laboratorio svolte da ricercatori universitari a supporto dei responsabili di diversi processi.
- ATTIVITÁ DI MENTORING: attività di formazione svolta dai responsabili del processo, già formati dagli esperti universitari, per trasferire le informazioni apprese ai "giovani" lavoratori attraverso il supporto sul posto di lavoro.

I ricercatori delle Università collaboreranno strettamente con il manager/proprietario della PMI per comprendere i processi aziendali e, di conseguenza, proporre gli strumenti più adeguati per ottenere gli stessi prodotti con metodi innovativi di automazione, ottimizzazione, controllo e misurazione.

A livello aziendale, la formazione personalizzata viene integrata o arricchita per garantire che ogni dipendente possa acquisire le competenze specifiche necessarie per aumentare la propria produttività. Per quanto riguarda i processi di reclutamento, le nuove piattaforme digitali consentono alle aziende di migliorare la valutazione delle competenze dei candidati per meglio selezionare, attrarre e assumere i talenti necessari in ogni fase della loro catena del valore.

Uno strumento interessante che le aziende potrebbero utilizzare è la piattaforma, creando un Best Practice Network: per beneficiare dei futuri cambiamenti, le aziende manifatturiere dovranno ripensare i paradigmi storici del business. **La rete dello Smart Industry Forum** è una potente comunità per condividere esperienze e per imparare dagli esempi di buone pratiche. Attraverso questa rete, lo Smart Industry Forum ha la volontà di promuovere gli standard aperti emergenti e di condividere le esperienze derivanti dalla loro implementazione pratica in tutta l'industria manifatturiera.

6.7. Buone pratiche dei modelli di cooperazione tra Istituti d'istruzione superiore e imprese a livello europeo

Molte Università e centri di ricerca pubblici e privati sono già attivi nel campo della Smart Industry e aumentano il numero di progetti di collaborazione con le aziende. In tutta Europa, c'è un crescente interesse ed entusiasmo per le collaborazioni, in quanto i progetti hanno dimostrato di generare una proprietà intellettuale di valore che supporta l'innovazione da parte di tutti i partner industriali.

In tutta Europa, le Università e le industrie (in particolare le Smart Industries), stanno iniziando a creare una sorta di "interazione positiva", sostenendo i miglioramenti nella produzione attraverso innovazioni nella digitalizzazione e nell'automazione. Ciò si traduce in sviluppo del prodotto, maggiore flessibilità, migliore qualità, riduzione dei costi, guadagni in termini di ambiente e di energia, tutti elementi importanti per essere competitivi sul mercato.

Di seguito sono riportati alcuni progetti di cooperazione industria-Università con esperienza nel settore della Smart Industry a livello europeo:

1. Presso la **Chalmers University Technology** (Svezia), è stato recentemente aperto lo Stena Industry Innovation Laboratory (SII-Lab), un laboratorio di sperimentazione per la digitalizzazione dei futuri posti di lavoro nell'industria. L'Università lavora a stretto contatto con l'industria svedese per aprire nuove importanti opportunità di ricerca, innovazione e istruzione. Un pezzo importante del puzzle è che Chalmers rimanga un ambiente leader a livello internazionale nel settore della produzione. Ora possono contribuire ancora di più con lo scopo di aumentare la velocità di digitalizzazione dell'industria svedese. Con l'aiuto dei fondi della Stena Foundation, una vecchia biblioteca della Chalmers University of Technology, in Svezia, è stata trasformata in un laboratorio poliedrico - lo Stena Industry Innovation Laboratory. All'interno c'è molto di ciò che è necessario per le nuove pratiche industriali, o ciò che viene comunemente chiamato 'Industria 4.0'. Nella produzione industriale smart, le tecnologie e gli strumenti sono adattati ai dipendenti. Costruttori, operatori e sviluppatori di produzione possono utilizzare la loro creatività e svolgere meglio il loro lavoro con l'uso di strumenti digitali. Per l'industria, il laboratorio di prova è atteso da tempo.

2. **Università di Nottingham** (Regno Unito): Incoraggia gli studenti a intraprendere un anno di formazione in azienda come parte del loro corso di laurea per aiutarli ad acquisire competenze vitali per la loro futura occupabilità e a creare partnership con le imprese per tirocini annuali e stage estivi. Il team di collocamento lavora con una vasta gamma di aziende, dalle grandi aziende alle PMI, per aiutare i datori di lavoro a trovare lo studente giusto per le loro esigenze aziendali. Ha forti legami con una varietà di imprese, dalle grandi imprese alle piccole e medie imprese (PMI). Nella nuova era industriale, le fabbriche intelligenti forniranno beni e servizi altamente personalizzati.
   Ciò richiede approcci profondamente nuovi per la creazione, la fabbricazione e l'utilizzo dei prodotti, ridefinendo nel contempo i rapporti con le tecnologie. La visione dell'Università è quella di stabilire un programma di scoperta fondamentale e trasformativa di vasta portata e di fornire risposte con una velocità e agilità che corrisponda al ritmo senza precedenti del cambiamento nel mondo digitale. Riunendo le competenze provenienti dall'informatica, dal design creativo e dalle tecnologie industriali, nonché dalle scienze sociali, le scoperte accademiche arricchiranno le esperienze personali, costruiranno società meglio collegate e offriranno interessanti opportunità di business in un'economia britannica ricca di competenze.
   L'Università è impegnata in scoperte chiave e sulla loro applicazione in settori chiave del Regno Unito, tra cui l'industria aerospaziale, automobilistica, dei consumatori e delle industrie creative. L'Università di Nottingham rappresenta una delle migliori pratiche nel campo della Smart Industry:

   - Prodotti intelligenti e interattivi: Nuovi approcci all'interattività e al design: personalizzare, produrre in serie e offrire un'"esperienza utente" unica.
   - Processi produttivi smart: dati, esseri umani e sistemi che interagiscono senza soluzione di continuità, invece di macchine programmate e passive; la produzione sarà veramente dinamica.
   - Un'infrastruttura industriale collegata: fornendo modelli per il mercato digitale, prendendo in considerazione l'intero ciclo di vita del sistema, l'Università farebbe dell'industria britannica un leader mondiale in questo nuovo panorama industriale e di consumo.

- Un quadro etico: Domande complesse nascono da una maggiore interattività e da un'esperienza utente più ricca.

Ulteriori informazioni sono disponibili all'indirizzo www.nottingham.ac.uk/engineering/industrial-placements/for-business/index.aspx

3. Iniziative nazionali per la digitalizzazione dell'industria europea nei **PAESI BASSI**: i partenariati pubblico-privato sono cooperazioni in cui grandi/piccole industrie, scuole/Università locali, istituti di ricerca e tecnologici e rappresentanti delle amministrazioni locali, regionali e nazionali lavorano insieme per concretizzare progetti ambiziosi definiti congiuntamente. Il programma d'azione per l'industria Smart a livello nazionale e i laboratori sul campo a livello regionale/locale/città ne sono alcuni esempi. Molti sono stabiliti dal basso verso l'alto quando più parti incontrano una sfida comune. Organizzando una struttura a tripla elica si prevede di accelerare lo sviluppo di ecosistemi (regionali). I laboratori sul campo (ambienti pratici in cui le aziende e le istituzioni della conoscenza sviluppano, testano e implementano soluzioni di Smart Industry in modo mirato) sono stati istituiti quando l'UE, nella discussione sulle KET (Key Enabling Technologies), ha identificato la mancanza di mezzi per attraversare la "valle della morte" nel portare la ricerca sulle innovazioni sui mercati. Di conseguenza, le linee pilota sono state definite come ambienti in cui le attività sono state condotte a livello di TRL (Technology Readiness Level) 4-7/8. La cooperazione precedente con il finanziamento delle sovvenzioni era limitata alla ricerca precompetitiva (TRL 1-3/4). Nei Paesi Bassi due linee pilota sono state rinominate fieldlab come attività di innovazione in ambienti produttivi industriali, ma non ancora commerciali. I laboratori sul campo erano inizialmente destinati a progetti di ricerca sull'innovazione, ma ora tendono ad includere anche la formazione (professionale e tecnologica) per studenti e dipendenti che utilizzano le più recenti tecnologie. Centri per l'innovazione digitale: In generale, un fieldlab si concentra su un'unica tecnologia, ma attualmente si assiste ad un clustering regionale come le aziende e i loro dipendenti, ma anche le scuole e gli studenti hanno accesso ad esse nelle vicinanze. Come risultato di questa evoluzione è prevedibile la creazione di un numero limitato di Digital Innovation Hub nei Paesi Bassi, come un insieme di laboratori sul campo in una certa regione dove insieme formano un centro di innovazione digitale attorno a diversi temi tecnologici (3D/AM, robotica, collegamento della catena di distribuzione, produzione di compositi, manutenzione preventiva....).

4. **Università di Groningen** (OLANDA): i programmi di ingegneria dell'Università di Groningen formano futuri esperti in grado di contribuire con conoscenze scientifiche e competenze nella progettazione di prodotti, processi e tecnologie. L'Università fornisce competenze in diversi settori:
   - Energia
   - Elettronica dei materiali
   - Ingegneria meccanica
   - Rivestimonto DLC (Diamond-Like Coatings)
   - Materiali a base biologica
   - Sistemi complessi
   - Strumentazione avanzata e BIG data
   - Ingegneria chimica, cellulare e farmaceutica

   Ci sono diversi esempi di progetti di successo sviluppati nel settore dell'industria smart dai ricercatori di ingegneria dell'Università di Groningen e da partner pubblici e privati. In questo caso particolare, la Smart Industry Roadmap, 25 imprese (grandi e piccole) e istituti di conoscenza conducono ricerche in collaborazione.

   Ulteriori informazioni sono disponibili all'indirizzo: https://www.hollandhightech.nl/nationaal/innovatie/roadmaps/smart-industry

5. **Università di Twente** (PAESI BASSI/Enschede) riceverà mezzo milione di euro dal FESR (Fondo Europeo di Sviluppo Regionale) per cofinanziare 18 programmi di PDEng nel campo dell'industria Smart Industry. Ciò consentirà alle PMI di collaborare con l' Università a costi molto ridotti. La STW Technology Foundation ha recentemente messo a disposizione 1 milione di euro per quattro progetti di Smart Industry in cui è coinvolta l'Università di Twente. Un programma PDEng (Professional Doctorate in Engineering) prevede un master biennale post-Master presso l'Università di Twente, con una forte attenzione alla collaborazione con l'industria.

I programmi apportano un notevole valore aggiunto per l'industria perché esiste una forte domanda di professionisti che possono lavorare su progetti per questioni multidisciplinari in modo indipendente. Questa sovvenzione dell'EFRO consentirà di stabilire legami più stretti tra le PMI dell'est dei Paesi Bassi e l'Università di Twente. Il cluster di PDEng per l'industria intelligente nell'est dei Paesi Bassi collega il settore manifatturiero con l'Università per promuovere i talenti e sviluppare soluzioni mirate per i temi dell'industria intelligente (gennaio 2017).

Ulteriori informazioni sono disponibili all'indirizzo https://www.utwente.nl/en/news/!/2017/1/153390/ut-successful-in-smart-industry-research

6. **Universidad Pontificia Comillas** (SPAGNA/Madrid): il Master in Smart Industry è un titolo universitario specifico della Scuola di Ingegneria ICAI. È concepito come la risposta della Pontificia Università di Comillas alla quarta rivoluzione industriale. La trasformazione digitale del settore rappresenta una sfida e un'opportunità per gli ingegneri. Le aziende hanno bisogno di professionisti con una prospettiva globale del settore Smart e della Connected Industry, che combinano la padronanza delle tecnologie abilitanti e la profonda comprensione degli aspetti chiave per la loro applicazione al business. Inoltre, è molto importante prendersi cura dell'impatto sociale associato a questa trasformazione industriale. Questo Master è stato progettato con l'obiettivo di formare i professionisti che guideranno questa rivoluzione industriale che stiamo già vivendo oggi. Il programma è stato concepito in stretta collaborazione con 10 aziende sponsor della Smart Industry Chair, che garantisce l'approccio pratico di cui le aziende hanno bisogno, così come il rigore accademico di un programma di master. Uno dei punti salienti del programma è l'offerta di stage in aziende industriali o tecnologiche in Spagna o all'estero, che permetterà agli studenti di lavorare a progetti reali.

   Ulteriori informazioni sono disponibili all'indirizzo http://www.icai.comillas.edu/en/master/mic-en

7. **Il governo della città di Tartu** (ESTONIA), insieme all'**Agenzia per lo sviluppo della città di Tartu** e **ADAPTER**, una rete di Università, organizzazioni di ricerca e sviluppo estoni, ha organizzato proprio a Tartu il 3 maggio un workshop formativo sull'esempio dell'industria del packaging all'interno del progetto INNO INFRA SHARE a cui hanno preso parte quasi 80 persone. Uno dei risultati più rilevanti è stata la necessità di trasformare lo spirito "ricercatore" in uno spirito imprenditoriale e di lavorare insieme alle aziende: la ricerca sostenibile riguarda la progettazione di prodotti/servizi per soddisfare le esigenze delle aziende, rispettare i tempi di immissione sul mercato e creare ambienti di networking eterogenei e affidabili. La prima parte del workshop si è concentrata maggiormente sulle Università e gli istituti di ricerca e su come questi ultimi possano contribuire a soddisfare le necessità dell'industria di oggi e di domani. I rappresentanti dell'Associazione dell'industria grafica estone, dell'Università di Tartu (il più grande detentore di infrastrutture a Tartu), dell'Università Estone di Scienze della Vita, del Centro per lo sviluppo della tecnologia alimentare e della fermentazione e dell'Università di Scienze Applicate di Tallinn hanno presentato il loro potenziale e le possibilità di cooperazione. La seconda parte del workshop si è concentrata maggiormente sull'industria e ha discusso le esigenze e le esperienze di collaborazione con Università, istituti di ricerca e altre parti interessate. I rappresentanti dell'industria dell'imballaggio (Estiko Plastar) e le aziende che utilizzano imballaggi (Lumi, Dragonfly Desk Lamps) hanno presentato i loro casi. Si è discusso di vari aspetti - dall'idea al primo contatto con le Università e le loro interazioni con PMI/imprese con una mentalità "imprenditoriale" e agile. La fiducia, la cooperazione e l'affidabilità sono i pilastri fondamentali di queste interazioni, e richiedono tempo e sforzi per essere guadagnati. Dato l'interesse suscitato dal workshop, è previsto un workshop di follow-up che si terrà nell'ottobre di quest'anno.

   Ulteriori informazioni sono disponibili all'indirizzo https://www.interregeurope.eu/innoinfrashare/good-practices/

8. **Università di Tecnologia di Tallinn - TTÜ** (ESTONIA), l'unica Università tecnologica in Estonia, è il fiore all'occhiello dell'ingegneria e della formazione tecnologica estone. Qui si crea la sinergia tra i diversi campi (scienze tecnologiche, naturali, esatte, sociali e della salute) e nascono nuove idee. TTÜ firma quasi ogni giorno vari accordi di cooperazione con aziende e agenzie governative estoni e straniere. Per sviluppare soluzioni innovative, finanziare la prototipazione e sostenere la commercializzazione, TTÜ ha fondato NBO Prototron con SA Tallinna Teaduspark Tehnopol e Swedbank AS.

Un modello di cooperazione tra imprese e Università molto interessante è rappresentato da MEKTORI (Modern Estonian Knowledge Transfer Organisation foR You), un ambiente di networking in cui imprese, studenti, professori, studenti e investitori da tutto il mondo si incontrano per generare nuove idee e innovazione insieme in un'unica squadra. Gli obiettivi di MEKTORY sono:

Trasferimento tecnologico: per riunire scienziati, studenti e imprenditori; risolvere problemi pratici di sviluppo del prodotto e generare nuove idee intelligenti.

- Laboratori, lato pratico degli studi: ottimizzare gli studi teorici all'Università attraverso la pratica, per preparare ingegneri meglio formati con esperienza nella collaborazione con le aziende.
- Incoraggiare e sostenere gli studenti che avviano nuove imprese
- Scuola di tecnologia: per rivolgersi alle generazioni future e dimostrare che l'ingegneria è emozionante, fattibile e concreta.

Ulteriori informazioni sono disponibili all'indirizzo https://www.ttu.ee/mektory-eng

I seguenti modelli di cooperazione tra Università e Imprese vengono adottati dalla Facoltà di Ingegneria dell'Università di Perugia in collaborazione con diverse aziende italiane nel campo della Smart Industry:

- **Università di Perugia – Rosati Fratelli**
  Rosati Fratelli è una piccola azienda di Leini, vicino a Torino che produce ventilatori in plastica con applicazioni nel settore automobilistico e non solo. La collaborazione con l'Università degli Studi di Perugia è iniziata a partire da un incontro dell'ing. Guido Rosati con alcuni docenti della Facoltà di Ingegneria presso uno stand dell'Università di Perugia ad una Fiera del settore dell' automotive a Modena, avvenuto nel 2005 e che prosegue tuttora.
  Guido Rosati ha trovato in quel primo incontro con i ricercatori perugini competenze utili in termini di nuove tecniche di misura che ritiene utili per migliorare i loro prodotti. Molti progetti di ricerca, in gran parte fondati dal Ministero della Ricerca italiano, sono stati realizzati a partire dal 2005 per realizzare nuovi progetti di pale dei ventilatori, prototipi, componenti per migliorare le prestazioni, le vibrazioni e la durata a fatica delle pale dei ventilatori.
- **Università di Perugia – Martech**
  La Martech è una piccola azienda di Jesi (Ancona) che produce test bench (banchi di prova) per il collaudo di componenti meccaniche e per il controllo qualità basato sull'analisi dell'immagine. L'incontro degli ingegneri e degli amministratori delegati Martech è stato incoraggiato da Meccano Spa, un consorzio di aziende e Università, cui ha partecipato anche l'Università di Perugia, che ha vinto un progetto di ricerca presentato alla Regione Marche per aver avviato lo sviluppo di nuove macchine automatiche per il controllo qualità. Il team di ricerca dell'Università di Perugia è stato invitato grazie alla sua elevata competenza nell'analisi delle immagini che Meccano conosce bene grazie a precedenti collaborazioni. La ricerca svolta nel periodo 2016-2017 riguarda lo sviluppo di software per la registrazione delle immagini, l'illuminazione e l'elaborazione dei dati per la nuova macchina automatica di controllo qualità sviluppata da Martech.
- **Università di Perugia – Schnell**
  La Schnell è un'azienda di medie dimensioni (240 dipendenti) che produce macchine edili. Ha sede a Calcinelli di Saltara, Pesaro, Italia. I contatti con il gruppo di ricerca sulle tecniche di misura sono iniziati nel 2014 grazie a una vecchia conoscenza dell'ingegnere capo della ricerca di Schnell con un professore dell'Università di Perugia. Erano studenti insieme ai corsi di ingegneria meccanica. L'esigenza dell'azienda nel 2014 era costituita da nuovi sensori per misurare e controllare la rigidità della barra d'acciaio che le loro macchine producono per l'armatura del calcestruzzo. Tutti i sensori attualmente disponibili in commercio mostrano problemi di utilizzo con queste macchine a causa dell'ambiente molto ostile, le polveri abbondanti rendono impossibile l'utilizzo di tecniche di misura ottica e i vincoli meccanici e i requisiti di posizionamento rendono impossibile l'utilizzo di altri sensori di prossimità convenzionali. Dopo un paio di anni di attività di ricerca è stato inventato e brevettato un nuovo sensore per questa applicazione, basato su principi di misura magnetoresistivi. Questo sensore era stato precedentemente utilizzato dal gruppo di ricerca perugino per il monitoraggio delle pale dei motori aeronautici, ma è stato poi appositamente sviluppato per funzionare come

una sonda bidimensionale di prossimità senza contatto, ed è attualmente in produzione all'interno dell'azienda ed è integrato nella nuova serie di macchine.

- **Università di Perugia – Korg Italy**
  Korg Italia è una piccola azienda di Castelfidardo (Ancona) che produce tastiere, vendute e conosciute in tutto il mondo tra i musicisti. La collaborazione con il gruppo di ricerca dell'Università di Perugia è iniziata nel 2013. I tecnici di Korg hanno contattato i ricercatori dell'Università per le prove di vibrazione delle tastiere, necessarie per certificare la loro capacità di sopravvivere bene nel loro sistema di imballaggio per il trasporto su camion, aerei, container, ecc. Deve essere applicato uno standard specifico per le verifiche in un centro di prova presso i laboratori di Perugia, ma l'analisi delle vibrazioni e l'esperienza di problem solving dei ricercatori è stata molto importante e apprezzata dai tecnici Korg, al fine non solo di testare il sistema di imballaggio, ma anche di risolvere in anticipo problemi che potevano portare ad un fallimento del test, eseguito secondo le norme tipiche.

Riferimenti:

European Commission, 7th European University-Business Forum - University-Business Cooperation – for Innovation and Modernisation (2017)

International Journal of Economic Practices and Theories, Vol.3, No.1, 2013

European Commission, The State of University-Business cooperation, Agosto 2011

Science to Business Marketing Research Center, 30 Good Practices case studies in University-Business Cooperation

European Commission, An agenda for the modernization of higher education, 28/02/2017

European Commission, Measuring the impact of university-business cooperation – Report Finale, 2014

7. Consulenza & Coaching

Autore: Simona Rataj

"L'obiettivo del coaching è di ottenere una buona gestione: sfruttare al meglio le preziose risorse di un'organizzazione" (Harvard Business Review)

Il manager di una PMI, sopraffatto dalle sue numerose responsabilità e dai suoi tanti obblighi, si chiederà: "Perché ho bisogno di consulenza o di coaching? Oppure "Perché dovrei ricorrere alla consulenza o al coaching"?

La risposta sta nella globalizzazione accelerata e nella realtà della digitalizzazione dell'economia, che comporta sfide che richiedono cambiamenti più rapidi del modello di business e un adattamento flessibile all'ambiente. Spesso le decisioni aziendali devono essere prese molto rapidamente; il tempo gioca un fattore determinante per il successo. Pertanto, è fondamentale che un manager, come leader, veda il quadro complessivo e sia in grado di pensare velocemente e fare le scelte giuste.

È quindi necessario introdurre cambiamenti nella formazione e nel comportamento degli imprenditori, consentendo loro di rispondere alle nuove esigenze e aspettative imprenditoriali in modo più efficace e professionale. L'adozione di nuove conoscenze, abilità e competenze manageriali è una condizione preliminare importante e costituisce uno dei fattori chiave per il successo delle iniziative imprenditoriali, nonché per lo sviluppo e la crescita sostenibile delle PMI.

Uno dei modi in cui gli imprenditori, contemporaneamente allo svolgimento di attività commerciali in corso, migliorano le loro operazioni e acquisiscono le necessarie conoscenze e competenze aggiuntive, è l'utilizzo di servizi di consulenza manageriale e/o di coaching.

L'obiettivo principale delle attività di coaching e consulenza, che saranno svolte durante la durata del progetto SMEaRT, è quello di preparare e accompagnare le imprese interessate nella trasformazione in imprese “SMART” (in termini di Industria 4.0).

7.1. Introduzione

L'innovazione prospera in una varietà di sviluppi politici, economici e sociali. Questi cambiamenti richiedono una gestione efficace e tempestiva dell'azienda, che consenta, nel contesto in evoluzione, il raggiungimento dei principali obiettivi a lungo termine e di aumentare i profitti e il valore del sistema aziendale.

La crescita del settore della consulenza e del coaching mostra effetti positivi in tutti i settori di attività, anche se permane ancora un certo scetticismo nei loro confronti, soprattutto nelle piccole e medie imprese.

Gli imprenditori generalmente non hanno conoscenze sufficienti in materia di coaching/consulenza manageriale, non sono a conoscenza degli standard e dei processi legati alla fornitura di servizi di coaching/consulenza, che è una delle tante cause di riluttanza nell'acquisto e nell'utilizzo di questo tipo di servizi. In questo capitolo presenteremo il lavoro di coaching/consulenza e mostreremo ai manager come ci si prepara a raggiungere il risultato migliore.

Nella maggior parte dei casi le PMI sono costituite da esperti di un settore specifico, che possiedono una conoscenza ottimale della loro professione nell'ambito delle competenze tecniche, ma non hanno conoscenze ed esperienze di gestione. In questo modo, mettono in difficoltà la loro azienda poiché tutta l'attenzione è focalizzata su conoscenze e competenze tecniche strettamente professionali, mentre le competenze manageriali sono trascurate.

La mancanza di esperienza nella pianificazione e la mancanza di tempo da dedicare più seriamente alla pianificazione a lungo termine da parte degli imprenditori, sono due delle ragioni principali della stagnazione e del declino delle piccole imprese.

In una serie di studi l'assistenza di consulenti o coach è considerata essenziale per il successo delle piccole e medie imprese (Deakins, 2000).

Uno dei modi in cui gli imprenditori, contemporaneamente allo svolgimento di attività commerciali in corso, migliorano le loro operazioni e acquisiscono le necessarie conoscenze e competenze aggiuntive, è l'utilizzo di servizi di coaching / consulenza manageriale. Nelle economie moderne, l'attività di coaching/consulenza ha dimostrato di essere una

buona forma di assistenza agli imprenditori e proprietari di piccole imprese per la soluzione di problemi aziendali per i quali mancano di competenze, conoscenze ed esperienza.

Lavorando con coach/consulenti, gli imprenditori/manager si formano e costruiscono o migliorano le loro capacità manageriali. In pratica, l'attività di coaching/consulting aiuta a far emergere e maturare manager professionali e dinamici in grado di gestire con successo il cambiamento e che conoscono le specifiche attività e i processi gestionali. Le caratteristiche dell'attività coaching/consulenza per le piccole e medie imprese derivano dalla natura individuale di queste imprese; problemi individuali si incontrano nel processo di crescita e sviluppo, così come nel processo di trasformazione, per il quale non si possono applicare soluzioni di routine (Dukić, Milivojević, 2011).

L'obiettivo primario di questo capitolo è quello di descrivere l'approccio nei confronti della consulenza vs il coaching, presentare i "Cosa fare" e "Cosa NON fare" del processo di consulenza, e una checklist per l'esecuzione della consulenza/coaching. Il lettore, sarà quindi in grado di:

- comprendere gli obiettivi e i benefici del coaching e della consulenza (C&C), cosa aspettarsi da C&C e quali sono le differenze?
- Comprendere il processo di coaching e consulenza nel progetto SMEaRT.
- Capire come impostare un piano di coaching e consulenza per un'azienda.
- Identificare e comprendere le ragioni del monitoraggio e della valutazione del processo di coaching e consulenza
- Capire come preparare l'azienda ad un percorso di coaching e consulenza durante la fase pilota per trarne il massimo beneficio.

7.2. I principali benefici del Coaching e della Consulenza SMeART

Un esperto esterno può offrire alle PMI informazioni sulle nuove opportunità di business che emergono dall'industria intelligente. Sarà in grado di condurre un'accurata analisi interna del livello di preparazione dell'azienda per un'industria intelligente e proporre azioni concrete di consulenza, formazione e/o coaching che permetteranno all'azienda di rispondere in modo personalizzato alle sfide smart del mercato. Le PMI avranno l'opportunità di rafforzare la loro posizione nei mercati globali.

7.2.1. I principali benefici del Coaching e della Consulenza per una PMI

Le PMI beneficiarie, attraverso la collaborazione con coach e consulenti, saranno in grado di prepararsi al meglio per rispondere alle esigenze dell'industria della Smart Engineering. A lungo termine, ciò contribuirà a rafforzare la loro posizione sui mercati globali. L'attenzione principale sarà rivolta ai seguenti temi, importanti per le PMI:

- All'accurata analisi interna del livello di preparazione di un'azienda per poter far parte della smart industry;
- Interazione delle PMI con gli istituti di istruzione superiore in un processo aperto al fine di acquisire nuove conoscenze per l'azienda;
- L'utilizzo gratuito dello stress test SMeART per le PMI del settore ingegneristico che consentirà loro di rispondere alle sfide dell'industria Smart secondo le reali esigenze e le risorse disponibili;
- Identificazione di nuove opportunità di business, che si sviluppano a partire dall'industria smart;
- Azioni concrete di consulenza, formazione e/o coaching che consentano all'azienda di rispondere alle sfide del mercato "smart";
- Rafforzare la posizione dell'azienda nei principali mercati di riferimento.

7.2.2. I potenziali benefici per gli Istituti di Istruzione Superiore (IIS)

Gli istituti di istruzione superiore, che forniscono coach e consulenti, saranno in grado di trasferire alcune delle conoscenze ed esperienze necessarie alle PMI beneficiarie. Saranno inoltre in grado di:

- Utilizzare lo"SMeART industry stress test tool" insieme alle PMI beneficiarie;
- Preparare un piano di coaching / consulenza su misura (incluso un innovativo programma di apprendimento aperto).
- Co-sviluppare e testare una prova pilota della durata di un anno. Il modello di collaborazione tra Istituti d'istruzione e imprese, lo strumento di verifica dello stress e il programma di formazione saranno a disposizione degli istituti d'istruzione superiore per un migliore sostegno all'economia regionale, nazionale ed europea; i risultati, le conoscenze e le esperienze acquisite in relazione al progetto saranno disponibili per il

trasferimento ai propri programmi di studio e di formazione, garantendo così il trasferimento alla prossima generazione di personale accademico e delle PMI.

Confermare e aggiornare i risultati dell'indagine SMeART: qual è lo stato dell'arte in tutti gli Stati membri dell'UE per quanto riguarda le iniziative e le politiche dell'industria intelligente; quali sono le esigenze, i quadri e le richieste espresse dalle PMI quando si considerano i servizi di cooperazione tra imprese IIS che si occupano di Smart Engineering.

7.3. Chi scegliere – Un coach o un consulente? C'è differenza?

La priorità del **consulente** è quella di aiutare la persona a raggiungere risultati personali o aziendali attraverso l'applicazione delle proprie competenze specifiche, consigliando il cliente sul modo migliore di agire per raggiungere gli obiettivi desiderati. I consulenti possono o meno essere incaricati di trasferire al cliente le conoscenze o le competenze acquisite. Il consulente lavora con i clienti basandosi su una strategia, sulla pianificazione e sulla risoluzione dei problemi e aiuta i clienti a sviluppare le competenze e le conoscenze aziendali. Queste vanno dalla progettazione di un modello di business o di un piano di marketing, alla determinazione di quali tecniche di marketing utilizzare e come usarle. Un consulente aziendale fornisce consigli, insegna competenze e fa brainstorming con il cliente per produrre risultati pratici e migliorare il pensiero strategico.

Il **business coach** aiuta i clienti a creare il proprio successo concentrandosi sullo sviluppo personale: gestione del tempo, come evitare comportamenti di auto-sabotaggio (come la procrastinazione e la distrazione), la ricerca di chiarezza, il processo decisionale e il coraggio di mettersi in gioco. Il coach non dà consigli, bensì aiuta il cliente a trovare le risposte dentro di sé. Il coaching consiste nel lavorare con persone che di solito, ma non sempre, hanno già un certo grado di successo ma sono "bloccati" e vogliono andare avanti ma non sanno come fare. C'è, nel discorso del coach, un "divario" tra dove ci si trova nel momento attuale e dove si vuole essere o arrivare, e questo può riguardare la carriera professionale o la vita privata, o entrambi. Tutto ciò può avvenire tanto su una scala aziendale più ampia che a livello individuale.

La priorità del **Coach** è quella di rafforzare la conoscenza del cliente, i processi cognitivi e l'azione diretta verso il futuro, sulla base dell'agenda auto-identificata del cliente. Si crea così un ambiente di supporto e non giudicante in cui indagare, sfidare e stimolare il pensiero critico e nuovi modi di essere, pensare e agire, spesso con nuovi comportamenti applicabili a tutta la vita del cliente (US Dpt. of Agriculture University, 2016).

Il coaching è un processo co-creativo. I coach aiutano i clienti a realizzare i loro obiettivi e sogni di vita e a scoprire e soddisfare i loro scopi e progetti di vita in un processo che coinvolge il cliente al 100%. Quindi, indipendentemente dal fatto che la questione sia legata alla carriera o sia personale, un coach aiuterà a scoprire cosa si vuole veramente dalla vita e "allenerà " e preparerà affinché sia possibile otternerla. I coach non giudicano, non forniscono terapie o non dicono alla persona cosa dovrebbe fare dopo. Una persona assume un coach per essere guidato e supportato nella progettazione della vita che desidera. Se una persona vuole di più della stessa cosa, allora assume un consulente. I coach assistono anche i professionisti che hanno dimenticato come "avere una vita" e non hanno più l'equilibrio vita/lavoro. Con l'aumento del ridimensionamento dell'azienda e le ulteriori pressioni applicate a molti dirigenti di carriera, sempre più di questi individui, poiché molto stressati, assumono coach per farsi aiutare ad intraprendere una nuova carriera o avviare un'attività in proprio, o semplicemente affrontare quello che stanno facendo con più serenità e gioia.

	Consulente	Coach
L'obiettivo	L'attenzione primaria di un Consulente è rivolta a fornire supporto ad un individuo per il raggiungimento dei risultati personali o organizzativi attraverso l'applicazione delle proprie competenze specifiche. Consiglia il cliente sulla migliore linea di azione per il raggiungimento degli obiettivi desiderati. I consulenti possono o meno essere incaricati di trasferire al cliente le conoscenze o le competenze acquisite.	L'attenzione primaria del Coach è rivolta al rafforzare la conoscenza del cliente, i processi di pensiero e l'azione diretta verso il futuro, sulla base dell'agenda auto-identificata del cliente. Viene creato un ambiente di supporto e non giudicante in cui indagare, sfidare e stimolare il pensiero critico e nuovi modi di essere, pensare e agire, spesso dando luogo a nuovi comportamenti applicabili a tutta la vita del cliente.
Il Focus	Solitamente incentrato sul problema, cioè, identifica e cerca di correggere problemi o debolezze. Gli obiettivi sono generalmente legati a programmi e finanziamenti.	Si basa sui punti di forza del cliente. Definizione di obiettivi basati sui valori.
Impegno del cliente	Richiede un impegno limitato da parte del cliente per l'implementazione.	Ottimizza l'impegno del cliente nel mettere in atto soluzioni.
Il ruolo dell'esperto	Considerato come l'"esperto" che risolverà i problemi. Se è necessario un cambiamento nel comportamento, il consulente generalmente non viene coinvolto in questo. Fornisce informazioni. Raccoglie dati e redige report su ciò che deve essere fatto.	Facilitatore del cliente - risolve i problemi o cambia le cose in meglio. L'attenzione alle dinamiche individuali e interpersonali stimola e supporta il cambiamento comportamentale. Promuove l'auto-scoperta. Facilita la crescita.
Vantaggi per l'azienda	Il consulente mette a disposizione la sua competenza tecnica per consigliare le soluzioni.	Coach porta le competenze relazionali a supporto delle soluzioni del cliente.
Quali dipendenti includere	Di solito lavora con più di una persona, spesso con un gruppo, con un consiglio di amministrazione o dipartimento. Struttura progetti per obiettivi specifici o risultati, di cui il è il consulente stesso il principale responsabile.	Lavora con un approccio one-to-one; può fare da coach a più di una persona in un'organizzazione, ma individualmente. Supporta il cliente nel raggiungere il proprio sogno o obiettivo.

Tabella 8.1: Panoramica delle differenze tra Coaching e Consulenza, Fonte: https://www.501commons.org/resources/tools-and-best-practices/management-leadership/whats-the-difference-between-coaching-and-consulting

7.4. Il percorso di Coaching e Consulenza di SMeART

Step 1: L'identificazione delle sfide, degli obiettivi e dei piani strategici specifici dell'azienda sarà effettuata dal personale SMeART. Le sfide saranno identificate grazie ad un incontro con l'azienda e attraverso l'uso delle linee guida SMeART per un colloquio (già utilizzate nel WP1). Aggiungere il link alle linee guida per le interviste.

Step 2: Identificazione delle competenze necessarie del coach/consulente. Un coach/consulente con le competenze e le referenze appropriate sarà assegnato all'azienda. Aggiungere il link all'elenco dei coach.

Step 3: Il coach/consulente effettuerà una diagnosi approfondita delle sfide/difficoltà che l'azienda deve affrontare, così come delle sue esigenze. I coach/consulenti utilizzeranno i seguenti strumenti (aggiungere link). Le PMI saranno coinvolte in attività do stretta collaborazione e in un programma di formazione condotto dagli IIS, dai centri di ricerca e altri esperti del partenariato. Durante questa fase, il coach/consulente metterà a punto piani individuali di sviluppo aziendale che comprenderanno le misure da adottare e gli obiettivi da raggiungere.

Step 4: Attuazione del piano d'azione per trasformare la PMI in una PMI Smart (Smart SME PLAN); in queste attività saranno coinvolti: l'azienda, il coach/consulente e il personale SMeART, il responsabile dell'azienda. Qualsiasi deviazione dal piano d'azione verrà comunicata e presa in considerazione, saranno inoltre identificati e discussi ulteriori requisiti da parte dell'azienda. Il piano Smart SME (Smart SME plan) sarà attuato dall'azienda per migliorare la propria competitività nel mercato della Smart Engineering.

Step 5: Il coach/consulente, insieme allo staff SMeART, preparerà il report di coaching /consulenza. Anche il follow-up - il risultato dell'attività pilota sarà gestito dallo staff SMeART.

7.4.1. Configurazione del piano di Coaching e Consulenza (modelli)

Il percorso di coaching / consulenza è il seguente:

- Diagnostica delle sfide, degli obiettivi e dei piani aziendali, le aspettative (strumenti diagnostici)
    - ➢ Identificazione delle sfide più grandi per l'azienda
    - ➢ Individuazione delle competenze necessarie del consulente /coach; referenze richieste del consulente /coach.
    - ➢ Ricerca di un coach/consulente adeguato
    - ➢ Preparazione del piano di consulenza /coaching, compresi gli obiettivi raggiungibili.
    - ➢ Identificazione delle possibilità/successivi passi da compiere.

- Identificazione dei dipendenti, coinvolti/da coinvolvere nella consulenza /coaching:
    - ➢ Definizione dei ruoli di tutte le persone coinvolte e delle loro responsabilità. Definire i risultati richiesti, le scadenze da raggiungere e le risorse da investire.

Piano di Consultazione/Coaching - Modello	
Nome della **PMI**	
Rappresentante legale della PMI	
Nome della persona di riferimento	
E-mail	
Numero di telefono	
Nome del Coach / Consulente	

Obiettivi dell'attività di Coaching / Consulenza

Descrizione dei compiti e delle risorse necessarie	N° di ore
ORE TOTALI	

Firma: PMI _____

Firma: Coach / Consulente: _____

SMEeRT partner: _____

Tab.: 8.2: Modello da utilizzare

7.4.2. Monitoraggio e valutazione dell'attività di coaching/consulenza

Il procedimento di monitoraggio/valutazione per l'attività di coaching/consulenza è il seguente:

- Lo staff di SMeART sarà, insieme al coach/consulente e alla PMI beneficiaria, responsabile della gestione del tempo assegnato ai compiti;
- Lo staff SMeART sarà responsabile della valutazione delle competenze del coach/consulente e delle esigenze della PMI beneficiaria durante la prima metà del percorso di coaching/consulenza;
- Lo staff di SMeART sarà, insieme al coach/consulente e alla PMI beneficiaria, responsabile della valutazione del raggiungimento degli obiettivi prefissati;
- Lo staff di SMeART sarà, insieme al coach/consulente e alla PMI beneficiaria, responsabile della valutazione del valore aggiunto dell'attività di coaching/consulenza (nuove conoscenze in azienda, nuovi processi, nuovi prodotti/servizi, nuovo modello di business..... ecc.

Report del Coaching /Consulenza - Modello	
Nome della **PMI**	
Rappresentante legale PMI	
Nome della persona di riferimento	
E-mail	
Num. di Telefono	
Nome Coach / Consulente	

Risultati Ottenuti	
Che cosa è stato raggiunto dei compiti e degli obiettivi prefissati?	
Cosa non è stato ancora raggiunto?	
Quali difficoltà ha dovuto affrontare?	
Qual è la sua opinione riguardo al modo in cui il cliente lo "accoglie"?	
Si sono instaurate collaborazioni di successo?	
Cosa pensa che ci sia ancora da fare per questa azienda?	

Tab.: 8.3: Modello del report di valutazione

7.5. "Cose da fare" e "Cose da NON fare" per un percorso di coaching e di consulenza efficace

Le cose da fare e le cose da NON fare del team di SMeART per un percorso di coaching /consulenza efficiente e di successo:

COSE DA FARE	**COSE DA NON FARE**
Controllare le referenze del coach/consulente. Verificare le sue storie di successo.	Assumere un coach/consulente interessato solo ai guadagni. Il coach/consulente dovrebbe mostrare anche la propria motivazione e il proprio interessen nel farvi avere successo.
Invitare il coach/consulente all'incontro iniziale - sei compatibile in termini di energia, competenza ed esperienza? Lavorare con un coach/consulente con cui ti senti in sintonia.	Lavorare con un coach/consulente di cui non si ha fiduci
Verificare la possibilità di conflitto di interessi tra la vostra azienda e il coach/consulente.	Coinvolgere nel percorso di coaching / consulenza collaboratori che non sono aperti ai cambiamenti. Ascoltare i loro dubbi, trovare soluzioni o risposte e rispondere alle obiezioni attraverso attività di comunicazione generale.
Essere personalmente impegnati a favore della crescita e del cambiamento dell'azienda. Lavorare insieme ai vostri collaboratori, anch'essi disposti a cambiare.	Aspettarsi cambiamenti dal giorno alla notte; i cambiamenti duraturi ed efficaci sono un processo che richiede tempo.
Sii una fonte d'ispirazione, un modello ed esempio per i tuoi dipendenti. Impegnati a migliorarti ogni giorno!	Aspettarsi che sia il coach/consulente a prendere le decisioni per voi. Il consulente vi supporterà nel prendere le decisioni, ma sarete voi a prenderle.

8. Formazione

Autori: Philippe Saey, Mathieu Troch, Frederic Depuydt

Questa sezione fornisce informazioni su come formarsi e prepararsi alla ri(e)voluzione dell'industria intelligente:

- Chi formare e per cosa, in quale lasso di tempo
- come utilizzare le nuove tecnologie per la formazione e come integrarle con i vecchi concetti.
- come evitare alcune insidie e trovare le soluzioni per una formazione di successo nelle industrie.

"Cambiare il nostro modo di pensare, formarci e lavorare usando i dati" ....

"L'idea di digitalizzare tutto sta diventando una realtà. L'automatizzazione, l'intelligenza artificiale, l'IoT, l'apprendimento automatico e altre tecnologie avanzate possono rapidamente acquisire e analizzare una grande quantità di dati che ci forniscono tante e diverse tipologie di informazioni con cui lavorare. La nostra sfida diventa il passaggio alla fase successiva: cambiando il modo in cui pensiamo, ci alleniamo e lavoriamo utilizzando i dati, per creare valore dalle scoperte ottenute con le tecnologie avanzate".

Brian Householder, Presidente e Chief Operating Officer, Hitachi Vantara

Citato da "Talent and the workforce: evolution vs. revolution - The future of work" in [Deloitte2018] "The Fourth Industrial Revolution is here - are you ready"; report Deloitte Insights, 2018.

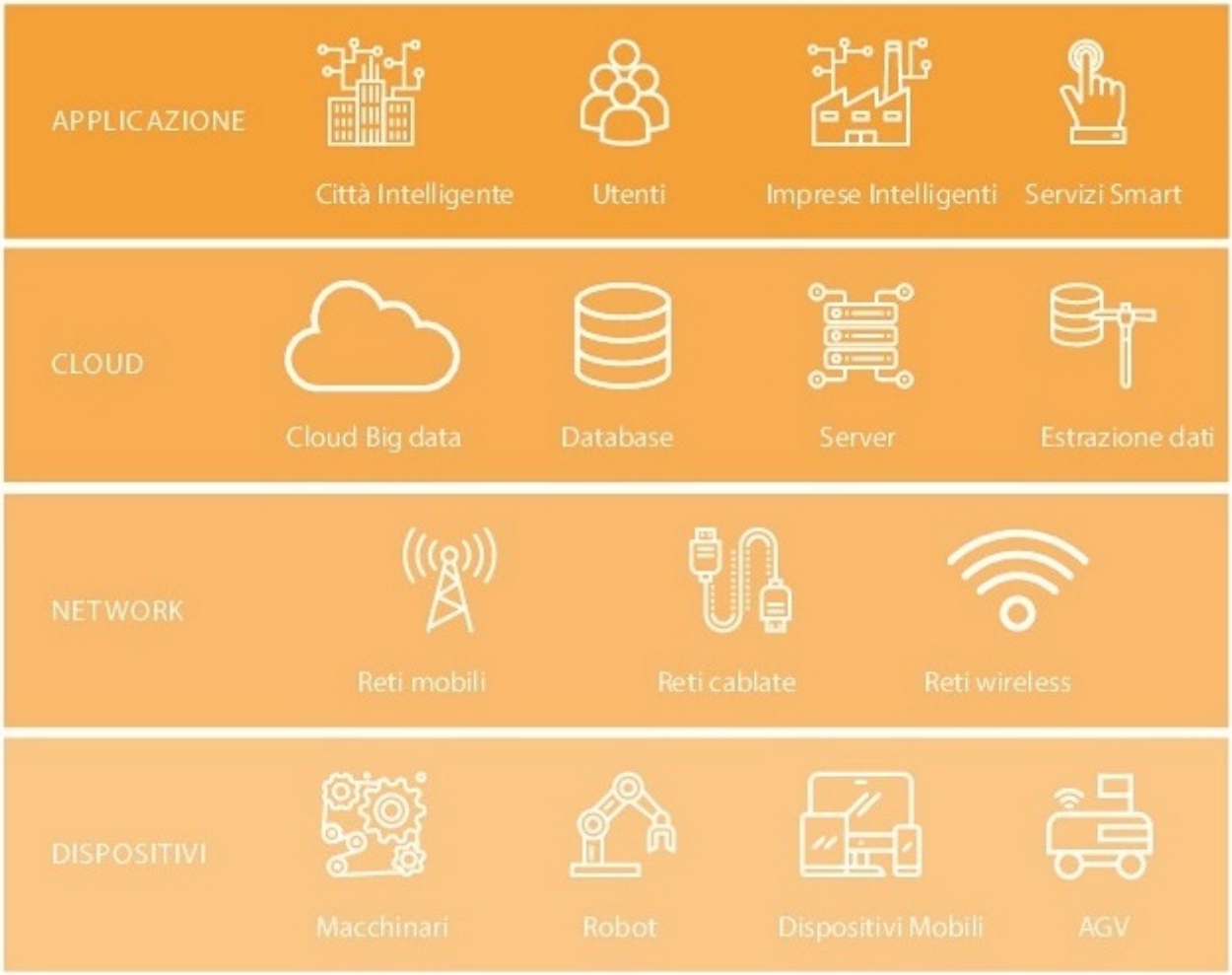
8.1. Cos'è l'Industria Smart (in breve)?

“Smart Industry è il nome per l’attuale tendenza all’automazione e allo scambio di dati nelle tecnologie di produzione. La smart industry comprende: i sistemi ciberfisici, l’Internet of things (IoT), il cloud computing e il cognitive computing. La Smart Industry è comunemente definita come la Quarta rivoluzione industriale. La Smart Industry porta alla creazione di quella che talvolta viene definita come "smart factory", ovvero industria intelligente. All’interno delle fabbriche intelligenti strutturate e modulari, i sistemi ciberfisici monitorano i processi fisici, creano una copia virtuale del mondo fisico e prendono decisioni decentralizzate. Attraverso l’“Internet of Things”, i sistemi ciberfisici comunicano e cooperano tra loro e con gli esseri umani in tempo reale, tramite il cloud computing, i partecipanti alla catena del valore offrono e utilizzano servizi interni e trasversali.” [Industry4.0_2018]

La "Piattaforma Industria 4.0" ha identificato molte potenzialità e sfide che fanno parte dei cinque campi d'azione:

- integrazione orizzontale
- Ingegneria digitale end-to-end
- Integrazione verticale
- nuove infrastrutture sociali
- sistemi di produzione ciberfisici.

In letteratura si possono trovare molte descrizioni generali - sia più tecnologiche/tecniche che più generali: oltre ai documenti della "Plattform Industrie 4.0" tedesca, il rapporto per il dipartimento di politica "Industria, ricerca ed energia" del Parlamento europeo è un'eccellente linea guida generale [Smit2016]. [Rojko2017] fornisce una panoramica generale dei concetti e delle tecnologie della Smart Industry e [Xiaomin2017] discute il "collante" che tiene insieme tutte le "parti" dell'industria interconnessa: le reti di comunicazione dati (Fig. networks).



(Fig. 9.1): Dispositivi ("cose"), reti, il "Cloud" e le applicazioni rappresentate in una struttura a quattro livelli di rete [Xiaomin2017].

8.2. Chi formare e per quando?

Come stimare l'arco temporale della (formazione per) evoluzione della Smart Industry.

L'applicazione delle tecnologie a volte rivoluzionarie dell'Industria Smart è prevista nel periodo del 2020 (impianti pilota selettivi) oltre il 2025 per un ampio adattamento delle soluzioni standard alla realizzazione di una "più vera" Smart Industry intorno al 2030 (Tabella di marcia di riferimento) [RolandBerger2016]. Di conseguenza, la trasformazione sta avvenendo in questo momento e nei prossimi anni: La maggior parte delle ricerche, degli sviluppi e delle implementazioni sarà effettuata dal personale impiegato attualmente.

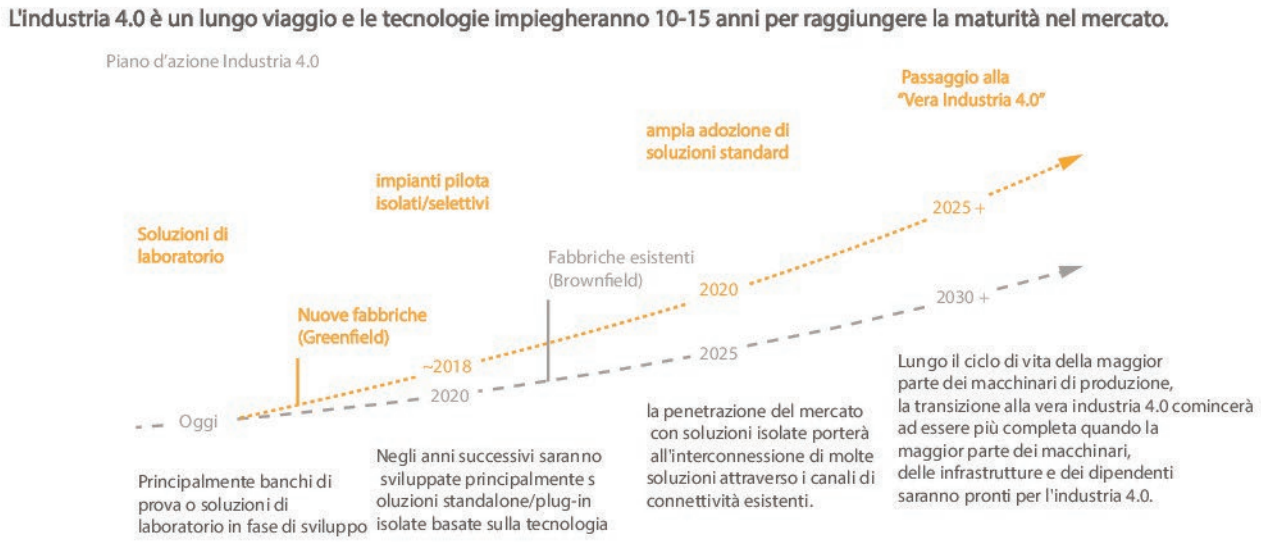


Fig. 9.2: La maggior parte degli studi e degli autori del settore prevede che la Smart Industry "arriverà" negli anni 2025-2030.

Ciò significa che ci si deve concentrare principalmente sulla formazione del personale esistente: l'apprendimento continuo e permantente e l'apprendimento e la formazione degli adulti sono di primaria importanza in questa fase di realizzazione della Smart Industry. Parallelamente, i "millennials" devono essere integrati nella forza lavoro.

Stranamente, non tutte le aziende pensano che la formazione per entrare a far parte della “Smart Industry” sia attualmente rilevante nella formazione continua (Fig. VETtoday). La Fig. proattiva mostra che è la maggior parte delle imprese di grandi dimensioni ad assumere una posizione proattiva/innovativa per quanto riguarda l'organizzazione dei VET (IFP) sul posto di lavoro, il che significa che le PMI devono essere rese più sensibili alla necessità di prepararsi per l'industria intelligente [Pfeiffer2016VDMA].

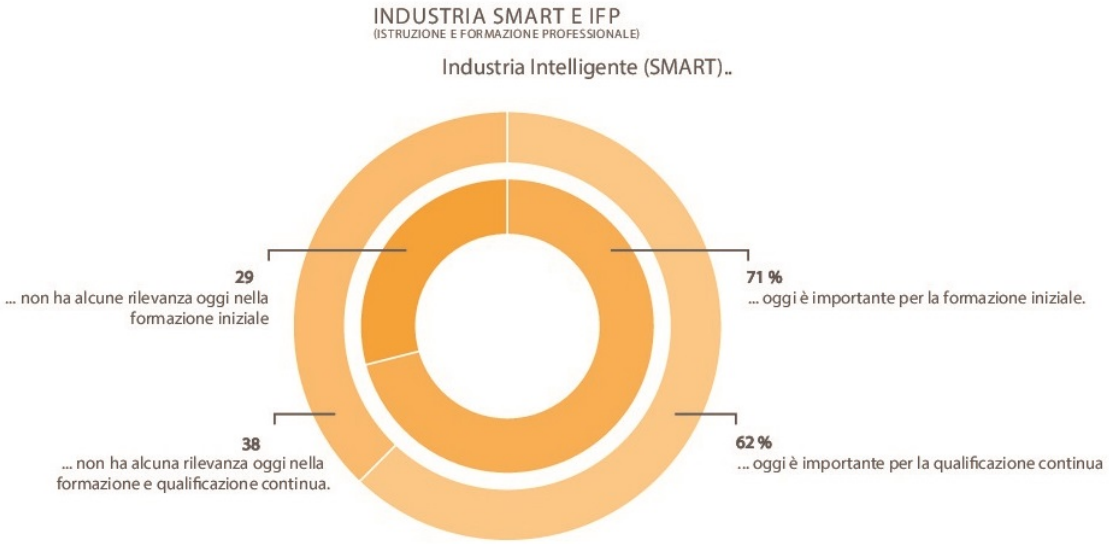


Fig.9.3: VETtoday: Non tutte le aziende pensano che la formazione verso la Smart Industry sia rilevante al giorno d'oggi nella formazione continua.

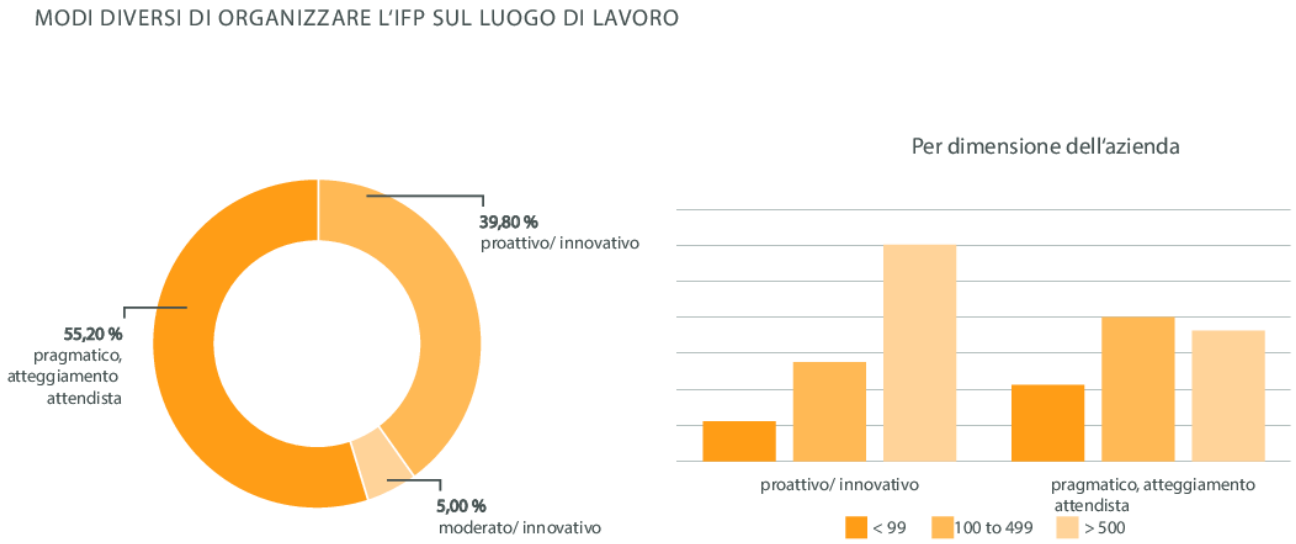


Fig. 9.4. proattiva: La maggior parte delle grandi imprese assumono una posizione proattiva/innovativa per quanto riguarda l'organizzazione dell'IFP sul posto di lavoro.

8.3. Per che cosa abbiamo bisogno di formarci

Questi paragrafi forniscono informazioni utili per capire come stimare le diverse dimensioni dei cambiamenti tecnologici e il loro impatto sulle qualifiche rilevanti per l'IFP (Istruzione e formazione professionale) e per i profili STEM (Scienza, Tecnologia, Ingegneria e Matematica) di livello superiore.

8.3.1. Dimensioni della Smart Industry rilevanti per l'istruzione e la formazione professionale (IFP)

8.3.1.1. Requisiti per la Smart Industry rilevanti per l'IFP

Non esiste una definizione o versione unica di Smart Industry e quindi non esiste un'unica risposta alla questione delle qualifiche adeguate per l'IFP (istruzione e formazione professionale). I requisiti di qualificazione vengono identificati più facilmente e accuratamente attraverso il coinvolgimento partecipativo dei dipendenti nell'implementazione della Smart Industry.

E la qualificazione è, in ultima analisi, anche una questione di volontà: le aziende desiderano una base ampia di qualifiche in futuro, o mirano a progettare la tecnologia in modo tale che l'automazione le renda indipendenti da tali qualifiche in futuro?

La tabella Dimensioni ([Pfeiffer2015]) mostra una panoramica delle dimensioni della Smart Industry che - in base allo stato dell'arte attuale - sarà rilevante per la qualifica dell' IFP.

Dimensioni della Smart Industry rilevanti ai fini della qualifica IFP		
social media @PRODUCTION	Web 2.0. Shift doodle Tablet	Approcci in cui gli scenari di utilizzo del Web 2.0 diventano parte della produzione, ovvero applicazioni web-based per la comunicazione interpersonale disponibili su qualsiasi piattaforma e sui relativi dispositivi mobili; ad esempio un'applicazione come "Doodle" per coordinare i turni di lavoro, o il personale di manutenzione che comunica via web attraverso l'utilizzo di tablet.
data @PRODUCTION	CPS Internet of Things (IoT) Big Data.	Collegamenti di dati qualitativamente nuovi tra oggetti fisici che prima non avevano connessioni di dati danno origine a nuove potenzialità per la gestione della produzione autogestita, la manutenzione e l'integrazione logistica (sistemi ciberfisici). Internet degli oggetti e applicazioni Big Data su usura delle macchine, logistica, ecc.
nextGEN PRODUCTION	Robot a 2 braccia. Robot leggeri. Robotica adattiva. Stampa 3D.	I nuovi approcci di automazione nella tecnologia di produzione e/o movimentazione comprendono robot leggeri e a due braccia, robot con più sensori (con maggiore sensibilità o adattabilità) o tecnologie additive come la stampa 3D.
AUTOMATION @body & mind	Tecnologie Indossabili App Quantify-me Big Data con accesso alle informazioni sulle funzioni vitali	Tecnologie Indossabili e “Self-quantifying”, combinate con Big Data e algoritmi intelligenti, consentono l'accesso e il monitoraggio delle funzioni corporee e vitali dei dipendenti.

Tabella 9.1: Panoramica delle dimensioni della Smart Industry rilevante per l'IFP.

- Social media@production: comunicazione tramite web mobile in produzione. Approcci in cui gli scenari di utilizzo del Web 2.0 diventano parte della produzione, ovvero applicazioni per la comunicazione interpersonale basate sul web, e quindi disponibili su qualsiasi piattaforma e sui relativi dispositivi mobili. Ad esempio, un'applicazione come "Doodle" potrebbe essere utilizzata per coordinare i turni di lavoro. Questi approcci hanno più la natura di un recupero, in quanto l'uso dei social media penetra in aree aziendali in cui non è stato utilizzato in precedenza. In senso stretto, non si tratta di Smart Industry, ma semplicemente di un cambiamento nei mezzi di comunicazione. Questo ha maggiori probabilità di avere effetti sulla cultura aziendale piuttosto che sull'occupazione e sulle qualifiche: i Millennials lo introducono mentre entrando el mondo del lavoro.

Alcuni scenari tipici sono:

- "Shift Doodle" e Web 2.0: i dipendenti utilizzano un'applicazione per organizzarsi in gruppo, sui diversi turni, ad esempio per decidere chi dovrà lavorare il sabato se è necessario un turno supplementare. Gli strumenti basati sul web sono utilizzati anche per la gestione delle idee e per i processi di miglioramento permanente.

- Dispositivi mobili per il monitoraggio della produzione (all'interno dell'azienda o presso il cliente):grazie a nuove reti, in gran parte autocontrollate, le sequenze di produzione non richiedono più un supporto così intenso come prima. Il personale non deve più essere sempre presente per intervenire. È necessario meno personale, che però deve essere più qualificato. I numerosi sensori durante tutta la sequenza di produzione mostrano lo stato del sistema su dispositivi mobili e indicano quando è necessario un (futuro) intervento.

- Data@production: l'integrazione della produzione di materiali. Collegamenti di dati qualitativamente nuovi tra oggetti fisici che prima non avevano alcuna connessione dati

danno origine a nuove potenzialità per la gestione della produzione auto-organizzata, la manutenzione e l'integrazione logistica (sistemi ciberfisici). Aumentano ed espandono i passaggi precedenti verso l'informatizzazione (come i sistemi ERP), integrandoli più strettamente con la creazione di valore reale (all'interno dell'azienda) e con i processi logistici reali (attraverso catene globali del valore fino al cliente finale). Questo potenziale per un nuovo tipo di permeazione del mondo fisico attraverso i dati apre la strada a scenari basati su grandi dati e algoritmi intelligenti.

A questo livello possono emergere grandi trasformazioni che possono portare a cambiamenti nelle sequenze di produzione, a nuovi modelli di business e a catene del valore più "fluide". Questo sviluppo è molto più probabile in aree che hanno già un alto grado di informatizzazione e automazione, e porterà principalmente ad un enorme aumento della complessità dei sistemi nel loro complesso. Non è possibile stimare gli effetti sull'occupazione e sulla qualificazione in termini generali, ma questi si verificheranno - in una forma molto specifica - quando cambiano i contenuti dei lavori e le intersezioni tra di essi.

Scenari tipici sono, ad esempio:

- Sistemi ciberfisici/"Internet of things": in un'impresa di medie dimensioni, vengono prodotte ruote dentate tecnicamente sofisticate in piccoli lotti. Lo stato delle diverse fasi di lavoro (fresatura, rettifica, tempra ecc.) dei diversi lotti e la posizione dei vari pezzi viene registrato con l'aiuto di codici QR, che trasmettono i dati ad un fornitore di servizi esterno. Il fornitore di servizi utilizza questi dati per suggerire percorsi ottimizzati per il cosiddetto "milk runner" (cioè la persona responsabile dell'intralogistica, che consegna i pezzi alle macchine interessate al momento opportuno); il tecnico della logistica qualificato può quindi accedervi tramite il suo tablet.
- Tracciabilità in tempo reale dei pezzi di ricambio/servizi da parte dei clienti: tutte le sequenze sono digitalizzate in modo tale che è sempre possibile vedere fino a che punto è progredito l'assemblaggio di una macchina, o a quale fase del processo di progettazione ingegneristica è arrivato un progetto richiesto da un cliente. Non solo tutto il personale può controllare lo stato dei processi nell'app corrispondente -ma può anche essere offerta al cliente la possibilità di seguire in tempo reale i processi relativi all'avanzamento del suo progetto.
- Analisi dei Big data nella fase di manutenzione/assistenza a distanza: gli innumerevoli sensori presenti nelle macchine e negli impianti - sia nella propria linea di produzione sia nel caso in cui le macchine e gli impianti vengano utilizzati presso il cliente - generano costantemente enormi quantità di dati. La tecnologia già utilizzata con successo in passato, per la manutenzione predittiva o la manutenzione a distanza presso il cliente, è stata ulteriormente sviluppata. Le applicazioni di grandi dimensioni e gli algoritmi basati sull'intelligenza artificiale (AI) consentono di analizzare costantemente i dati. Ciò significa che i tempi di fermo impianto all'interno dell'azienda e presso il cliente possono essere notevolmente ridotti e che i pezzi di ricambio possono essere prodotti e forniti in tempo utile, prima che si manifestino segni di usura.
- Personalizzazione dei prodotti fino alla dimensione del lotto 1: la crescente integrazione e le sequenze di produzione più intelligenti hanno reso possibile produrre gli articoli in modo ancora più personalizzato in base al cliente. Nel prossimo futuro, molti prodotti potranno essere offerti/prodotti nel lotto 1, con una struttura dei costi che una volta era immaginabile solo per lotti di grandi dimensioni e per prodotti relativamente standardizzati. In alcuni casi i clienti possono già configurare da soli i prodotti on-line, per soddisfare le proprie esigenze specifiche.
- Controllo della produzione da parte del prodotto: significativi miglioramenti sono stati apportati al controllo della produzione, ora decentrata. Il prodotto che viene fabbricato si monitora "da solo" virtualmente durante l'intero processo. Ogni fase di lavorazione, ogni controllo di qualità - tutto viene fatto in gran parte in modo automatico, poiché i pezzi e le macchine si scambiano i dati direttamente.

- Produzione nextGEN: nuove tecniche di produzione.

I nuovi approcci nella tecnologia di produzione e/o gestione includono robot leggeri e a doppio braccio, robot con più sensori (e più sensibili o adattivi), processi additivi come la stampa 3D, l'uso di droni, la prototipazione rapida, la messa in servizio virtuale, la tecnologia digital twin, ecc.
I robot e i droni a basso costo sono le innovazioni che più probabilmente determineranno cambiamenti decisivi in

settori che finora hanno avuto, per ragioni economiche, proporzioni relativamente elevate di manodopera umana - ad esempio, trasporti e logistica, servizi di imballaggio, consegna e spedizione, montaggio manuale o ibrido. La stampa 3D (o altri processi additivi), la messa in servizio virtuale e la tecnologia digital twin renderanno più rapidi, nel prossimo futuro, i cicli di innovazione nel settore manifatturiero.

Gli scenari caratteristici per il settore della produzione industriale potrebbero essere:

- Processi additivi/stampa 3D: In pochi anni la stampa 3D è passata dall'essere un espediente all'essere una proposta seria. Oggi questa tecnologia è in grado di produrre qualsiasi materiale necessario con sufficiente precisione dimensionale. Ciò ha notevolmente cambiato i processi di fabbricazione degli utensili, in cui la lavorazione rapida (rapid tooling) è sempre più frequente ed utilizzata.
- Robot a doppio braccio e robot leggeri: generalmente in passato i robot industriali di grandi dimensioni non erano sostenibili a livello finanziario nelle PMI. Ma poiché i robot - per non parlare dei cobot - sono diventati più leggeri e meno costosi, è diventato più conveniente e redditizio utilizzarli in un numero sempre maggiore di ambiti. Ad esempio, un robot a doppio braccio può essere utilizzato per le singole operazioni di fornitura e inserimento e anche per l'imballaggio dei pezzi di ricambio.
- La prototipazione rapida e la messa in servizio virtuale velocizzano il processo di progettazione e sviluppo e l'effettiva messa in servizio di nuove macchine meccatroniche di produzione.

- Automation@ body & mind: accesso ai dati supportati ai servizi e alle conoscenze.
  Gli strumenti da indossare, gli strumenti di realtà aumentata e virtuale, combinati con i Big data e algoritmi intelligenti, estendono l'accesso e il monitoraggio nei corpi e nelle funzioni vitali dei lavoratori. Ciò consente di progettare i processi di lavoro in modo più ergonomico e di ottimizzare l'ergonomia per l'individuo. Questo potrebbe anche aprire la strada a un lavoro che tenga conto del processo di invecchiamento. Allo stesso tempo, la registrazione di grandi quantità di dati raccolti presenta regolarmente pericoli sconosciuti - offre un accesso senza ostacoli al soggetto e persino alla sfera privata, che è molto legata al corpo.

  Scenari caratteristici del prossimo futuro potrebbero essere:
  - **Strumenti da indossare, strumenti di realtà aumentata e virtuale:** le tecnologie che i dipendenti indossano sul proprio corpo sono una novità. Nell'assemblaggio, ad esempio, un guanto intelligente può aiutare i lavoratori ad adottare le tecniche giuste. Da quando i prodotti sono sempre più diversificati, i lavori di assemblaggio sono diventati sempre più impegnativi: le routine e le sequenze ricorrenti sono praticamente un ricordo del passato. Il guanto intelligente aiuta indicando su un display se si è montato un pezzo sbagliato o se è stata presa in mano una vite sbagliata. Gli smart glasses per la realtà aumentata e virtuale aiutano anche nella manutenzione delle macchine, ad esempio, nella sede del cliente.
  - **Registrazione dei dati vitali:** I dati raccolti dalle wearables (tecnologie indossabili) durante l'uso sono analizzati per mezzo di algoritmi basati sull'IA. I dipendenti possono collegare volontariamente il proprio fitness gadget privato (come ad esempio lo smart watch) al modulo salute del software aziendale. Il management sanitario dell'azienda può utilizzare i dati aggregati non personalizzati per vedere come sono le condizioni di salute dei dipendenti e se si verificano particolari picchi di carico in alcuni reparti.

8.3.1.2. Impatto sulle esigenze di qualificazione

Queste 4 dimensioni tecnologiche portano ad una serie di esigenze di qualificazione, alcune delle quali sono menzionate nella Tabella Richieste.
Il data@production contiene i cambiamenti reali in quello che viene solitamente definito il cuore della Smart Industry (vedi sezione successiva), e l'area con il maggior potenziale di cambiamenti dirompenti.
La Automation@body & mind non avrà un ruolo solo nella Smart Industry, ma più in generale anche nella “Smart Health”.

	Industria intelligente e fattori d'influenza - necessità di qualificazione				
	Partecipazione	**Aumento**	**Estensione del cambiamento**		
	Processo di progettazione	**↑ Complessità**	**Strumenti di lavoro**	**Oggetto del lavoro**	**Organizzazione del lavoro**
social media @PRODUCTION	Efficace solo se modellato dai dipendenti in base alle loro esigenze.	Relativamente non problematico, spesso familiare nell'uso quotidiano. “Imparare facendo” (learning by doing) è possibile. La conoscenza del controllo, della trasparenza, delle prestazioni aumentano d'importanza.			
data @PRODUCTION	Modellabile solo con l’apporto delle conoscenze tecniche e pratiche dei dipendenti.	La capacità lavorativa aumenta di importanza, ma è più difficile da realizzare.	Cambiamento dirompente. Aumenta la domanda di qualifiche formali nella gestione dei dati e la capacità di relazionarsi off- e on-line. Aggiornamento delle qualifiche nelle competenze industriali e logistiche di base, rischio di declassamento ai margini. Il contenuto delle qualifiche richieste non può essere determinato ex ante.		
nextGEN PRODUCTION	Modellabile solo con l’apporto delle conoscenze tecniche e pratiche dei dipendenti.	Emerge una nuova capacità lavorativa	Le abilità di funzionamento delle macchine possono essere acquisite in modo progressivo se si parte dalla specializzazione dei lavoratori qualificati.		Procedure parzialmente nuove, nuovo avvicinamento ai clienti, maggiore complessità.
AUTOMATION @body & mind	Sviluppare insieme ai dipendenti per evitare usi impropri e rafforzare i benefici per loro conto.	Pericolo di sottovalutare le conoscenze pratiche. L'acquisizione di nuove conoscenze pratiche è più complessa.	A seconda delle principali decisioni progettuali: piccole richieste di qualificazione in caso di sostegno semplice da parte degli esseri umani. Altrimenti si corre il rischio di un sistematico declassamento delle qualifiche.		

Tabella 9.3.: Industria Smart e fattori d'influenza - richieste di qualificazione.

L'impatto delle 4 dimensioni citate è mostrato nella Fig. qualimpact.

	Smart Industry: qualification-relevant change impact				
	Participation	Increase	Extent of change		
	Design process	↑ Complexity	Means of work	Object of work	Work organisation
social media @PRODUCTION					
data @PRODUCTION					
nextGEN PRODUCTION					
AUTOMATION @body & mind					

Fig.9.1: Impatto sulla qualità: impatto e cambiamenti necessari per i dipendenti.

8.3.2. Sfide STEM di livello superiore per l'automatizzazione e la produzione nell'industria Smart

8.3.2.1. Introduzione

Le sfide per le STEM (Scienza, Tecnologia, Ingegneria e Matematica) per quanto riguarda l'industria Smart ad un livello superiore (accademico) sono diverse e a volte destabilizzanti. Questo paragrafo delle linee guida fornisce una panoramica più ampia delle aree tecnologiche indicate come data@- e automation@-. Non deve essere visto soltanto come rivolto all'istruzione e all'apprendimento permanente, ma anche alla ricerca&sviluppo e all'innovazione (aperta). Pfeiffer afferma in [Pfeiffer2016VDMA] pag. 7 che in Germania gran parte delle imprese si trovano in un'atmosfera tradizionale e/o di recupero in un secondo tempo per quanto riguarda la collaborazione tra i dipartimenti di formazione e la R&S. Anche se oltre alla portata del lavoro, è importante notare questo punto.

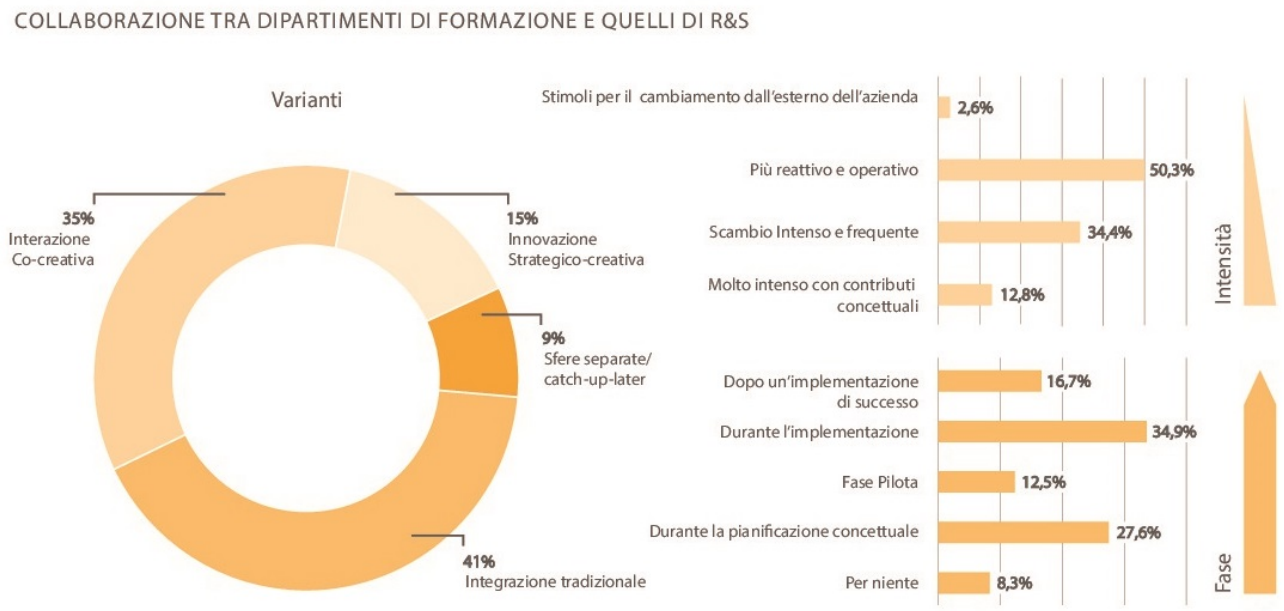


Fig.9.2: Collaborazione tra Formazione e Dipartimenti R&S.

8.3.2.2. Tendenze delle tecnologie dell'Industria Smart per educare e formare

Negli ultimi 30 anni, ci sono stati tre cambiamenti di paradigma nella produzione industriale che hanno avuto un impatto sui temi dell'istruzione e della formazione: prima la CIM(Computer Integrated Manufacturing),, per passare poi alla lean manufacturing e ora la Smart Industry [Schallock2018]. Il primo cambiamento di paradigma, la CIM, pone l'accento sull'automazione e sul flusso di informazioni. Infatti, questi sono ancora una volta i settori chiave delle tecnologie che possono apportare consistenti cambiamenti nell'industria intelligente, come indicato in precedenza. L'attenzione si è concentrata sull'introduzione di computer a livello di officina collegati con sistemi CAD ed ERP. Il secondo paradigma, la "lean wave", ha portato al centro dell'attenzione la progettazione organizzativa e la compartimentazione delle strutture di fabbrica. Per l'imminente cambiamento di paradigma, ovvero la Smart Industry, l'attenzione si concentra invece sulla digitalizzazione nell'industria. Un'ampia indagine per il VDMA ([Pfeiffer2016VDMA], pag. 14) indica l'importanza delle tendenze tecnologiche nella Smart Industry nel presente e (come previsto) nel 2025 (Fig. I40trends). Questi rappresentano una buona indicazione dei bisogni formativi.

La "Piattaforma Industria 4.0" ha evidenziato i seguenti ambiti come requisiti necessari per la qualificazione:

- Tecniche di apprendimento digitale (si veda la sezione "Come formarsi per")
- Qualifiche professionali (ad esempio, formazione sul posto di lavoro, apprendimento permanente)
- Direzione e gestione dei sistemi di produzione
- Sviluppo interdisciplinare dei prodotti e dei processi (prototipazione rapida, messa in servizio virtuale, tecnologia digital twin)
- Competenze specifiche per la Smart Industry (vedi paragrafi successivi, e Fig. I40trends).
- Valutazione delle competenze

Queste esigenze e sfide dimostrano l'importanza della qualificazione e dello sviluppo delle risorse umane nel prossimo futuro. È chiaro che la Smart Industry è più di una semplice tecnologia. Le risorse umane saranno probabilmente ancora più importanti quando si consoliderà la Smart Industry.

Queste esigenze possono essere soddisfatte, ad esempio, da aziende che pianificano programmi di formazione adeguati e di apprendimento permanente, oppure, ad esempio, in programmi di formazione delle "learning factories" (fabbriche dell'apprendimento) [Schallock2018]. Una "learning factory" potrebbe (o dovrebbe) coprire le seguenti tre categorie di competenze:

- Competenze tecniche
- Capacità di trasformazione (ad esempio, proporre e realizzare cambiamenti in tutte le fasi del sistema produttivo; imparare ad adattare i principi di trasformazione nei propri impianti di base).
- Competenze sociali (es. trasferimento di conoscenze, acquisizione di conoscenze, collaborazione per la sincronizzazione di processi e date di consegna e analisi dei difetti, comunicazione, collaborazione con gli altri in gruppi e team, gestione dei conflitti, assertività, resilienza fisica e mentale, lavoro concettuale e soluzione sistematica dei problemi).

Si tratta, per quanto riguarda le competenze tecniche, di una sfida per superare la carenza di personale qualificato nel settore dell'informatica e le competenze dell'industria intelligente. È importante avere lavoratori che conoscono la tecnologia giusta, ma, sorprendentemente, il successo o il fallimento dipende non solo dalla padronanza della tecnologia corretta (capacità di programmazione, software, tecnologia dei sensori), ma anche da una gamma più ampia di fattori focalizzati sulle persone. Come si legge nel sondaggio Price Waterhouse Coopers 2016 Global Industry 4.0 Survey: "Le aziende industriali devono sviluppare una solida cultura digitale e assicurarsi che il cambiamento sia guidato da una chiara leadership dalla C-suite. Dovranno anche attrarre, trattenere e formare i nativi digitali e altri dipendenti che lavorano a proprio agio in un ambiente ecosistemico dinamico".

In questo paragrafo vengono brevemente discusse altre 9 tendenze delle tecnologie - suggerite da [Russmann2015] - (Fig. nove tecnologie); fare riferimento alla Sezione 1. Queste costituiscono la base per la selezione degli argomenti dei programmi di apprendimento permanente e per i futuri cambiamenti nell'istruzione iniziale:

- Big Data e Analisi
- Robot autonomi
- Simulazione, "co-simulazione" e "progettazione integrata".
- Integrazione di sistema orizzontale e verticale
- Internet of Things industriale
- Cibersicurezza
- Il Cloud
- Produzione additiva
- Realtà Aumentata

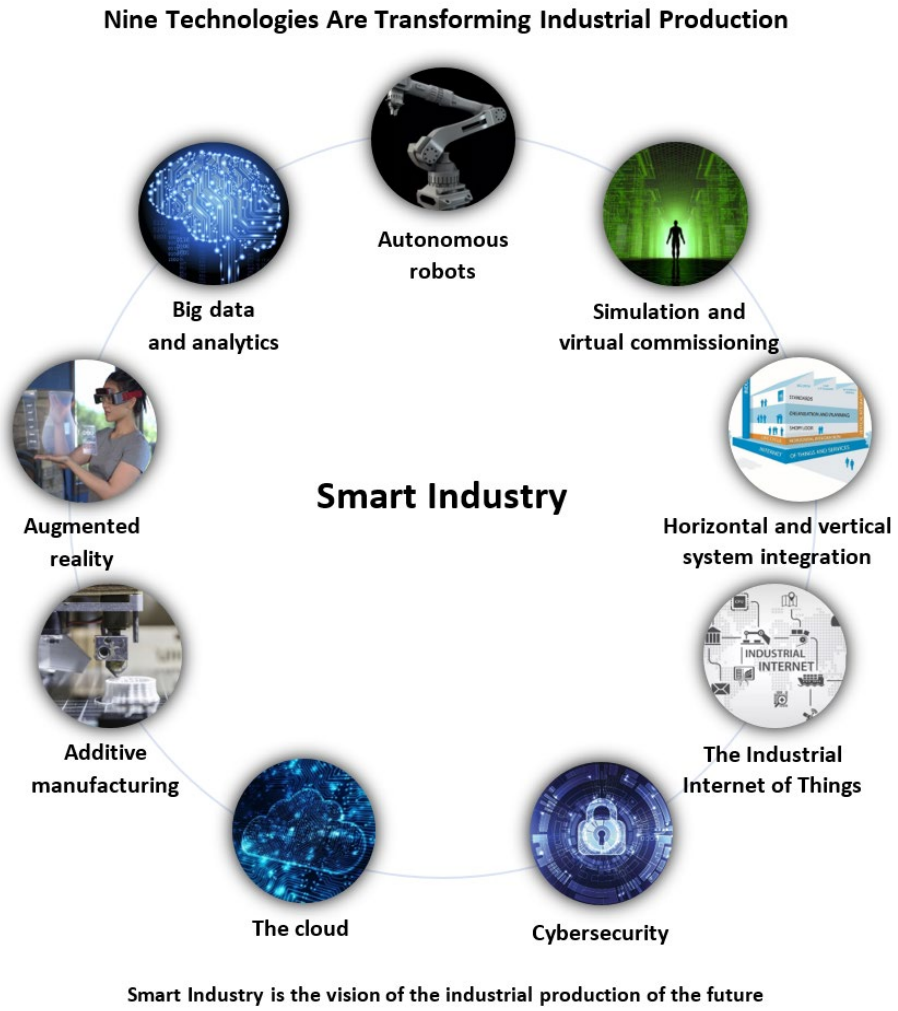


Fig. 9.3: Alcune tendenze tecnologiche chiave per la Smart Industry.

Molti dei nove progressi tecnologici che costituiscono la base per la Smart Industry sono già utilizzati nella produzione, ma grazie alla Smart Industry, queste tecnologie trasformeranno il modo di produrre: le celle isolate e ottimizzate si uniranno in un flusso di produzione completamente integrato, automatizzato e ottimizzato, portando a maggiore efficienza e cambiando i tradizionali rapporti di produzione tra fornitori, produttori e clienti, così come tra uomo e macchina.

8.3.3. Impatto dell'innovazione industriale sul ruolo del lavoro

L'effetto della digitalizzazione sul mercato del lavoro è stato studiato a fondo. La composizione dei compiti (di routine) in cui è necessaria l'interazione umana è cambiata e la domanda di competenze per gestire questi compiti è sostituita dalla domanda di lavoro non di routine, poiché la produttività aumenta a causa della digitalizzazione. La tabella [impatto] fornisce una panoramica dell'impatto dell'informatizzazione sul lavoro ([Palgrave2017] pag. 119).

Categoria di mansione/impatto	Attività di routine	Attività non di routine
Compiti analitici e cognitivi interattivi	Esempi: Conservazione/registrazione dei dati Calcolo Servizio clienti sistematico (ad esempio, sportello bancario)	Esempi: Diagnosi medica Scrittura giuridica Persuadere/vendere Gestire gli altri
Impatto della computerizzazione	Sostituzione sostanziale	Forti complementarietà
Attività Manuali	Esempi: Raccolta o selezione Assemblaggio iterativo	Esempi: Guida dei camion Servizi di pulizia
Impatto della Computerizzazione	Sostituzione sostanziale	Opportunità limitate di sostituzione o complementarità

Tab. 9.4: Impatto

La digitalizzazione delle industrie cambierà le professioni nelle PMI manifatturiere. Il Future of Jobs Report del World Economic Forum cita le prime dieci competenze richieste ai dipendenti. Queste importanti competenze sono: (1) capacità di risolvere problemi complessi, (2) di coordinarsi con gli altri, (3) gestione delle persone, (4) pensiero critico, (5) negoziazione, (6) controllo della qualità, (7) orientamento al servizio, (8) giudizio e processo decisionale, (9) ascolto attivo e (10) creatività. (Forum Economico Mondiale. Industrial Internet of Things (Internet degli oggetti). Unleashing the potential of connected products and services, 2015)

Il cambiamento tecnologico richiede/rende possibili cambiamenti nell'organizzazione del lavoro che si traduce in professioni diverse e diversi requisiti di qualificazione, che richiedono competenze diverse dei dipendenti. In teoria questo potrebbe (dovrebbe?) essere pianificato in questo ordine logico. Nella vita reale, le aziende stanno apportando cambiamenti in tutte e tre le aree (e non necessariamente in direzioni sincrone). L'imprenditore (persona) e le sue competenze, l'impresa (attore collettivo) e la sua organizzazione del lavoro, la definizione del lavoro, i lavoratori (persone) e le loro competenze sono tutti obiettivi rilevanti da affrontare.

L'Associazione degli ingegneri tedeschi (VDI) e la Società americana degli ingegneri meccanici hanno studiato l'impatto dell'innovazione industriale sul ruolo del lavoro nel futuro dell'industria manifatturiera. Essi hanno analizzato diversi compiti e hanno stilato un elenco di qualifiche e competenze che saranno importanti nella fabbrica del futuro. Hanno usato la tecnica MuShCo (Must, Should, Could) per dare priorità alle qualifiche e alle competenze. I due principali risultati della ricerca sono: che l'insieme delle qualifiche e delle competenze necessarie in fabbrica cambierà radicalmente e che per avere successo nel settore manifatturiero, sarà necessaria una forza lavoro qualificata. I risultati sono nella [Tabella Must] [Qual_skils2015].

	Dovranno…	Dovrebbero…	Potrebbero…
	… essere incluse nelle competenze della manodopera qualificata del futuro		
Qualità e sicurezza tecnica	Conoscenze e capacità informatiche	Gestione della Conoscenze	Capacità di programmazione/codifica del computer
	Elaborazione e analisi dei dati e delle informazioni	Conoscenza interdisciplinare / generica delle tecnologie e delle organizzazioni	Conoscenze specialistiche sulle tecnologie
	Conoscenze statistiche	Conoscenza specializzata delle attività e dei processi produttivi	Consapevolezza dell'ergonomia
	Comprensione organizzativa e dei processi	Conoscenza in materia di sicurezza informatica e protezione dei dati	Dimestichezza con affari giuridici
	Capacità di interagire con le moderne interfacce (uomo-macchina / uomo-robot)		
Q&C personali	Gestione di sé e del tempo	Fiducia nelle nuove tecnologie	
	Adattabilità e capacità di cambiamento	Mindset per il miglioramento continuo e l'apprendimento permanente	
	Capacità di lavorare in team		
	Competenze sociali		
	Capacità comunicative		

Tab 9.5.: Qualificazioni e Competenze dei Lavoratori in una Fabbrica del Futuro

Per l'attuazione sostenibile delle nuove soluzioni in materia di istruzione e formazione è importante l'integrazione delle parti interessate, come i sindacati, le business academy, i fornitori privati di istruzione o le camere di commercio e artigianato. Inoltre, la diffusione di conoscenze rilevanti in materia di digitalizzazione è anche un compito per le scuole (professionali) e le Università (fonte: Allianz fur die Region).

“Allianz fur die Region” ha identificato le principali barriere che possono ostacolare lo sviluppo delle competenze e delle conoscenze:

- Cambiamenti sconsiderati e precipitosi come scarso o nullo utilizzo e integrazione degli approcci e delle risorse esistenti.
- La paura di introdurre le tecnologie della Smart Industry come investimento per il futuro
- Il rifiuto di nuovi sviluppi, di introdurre nuove tecnologie e modelli di business
- Non riuscire a comprendere i bisogni dei clienti o le condizioni della competizione
- Sostituizione dei dipendenti piuttosto che offrire una ulteriore formazione e qualificazione
- scarso o nullo sfruttamento delle opportunità che offre il digitale per la formazione e il perfezionamento professionale mirati alla digitalizzazione e l'industria intelligente.

- Aderire alle strutture e alle gerarchie aziendali tradizionali
- Prendere decisioni senza coinvolgere e consultare i dipendenti
- Mancanza di sviluppo di una strategia di digitalizzazione dell'impresa

8.4. Come esercitarsi per ..... Metodi di apprendimento per la trasformazione

I paragrafi seguenti indicano come e perché scegliere un metodo di apprendimento adatto alle esigenze formative ed educative della vostra azienda. Per quanto riguarda l'e-learning e in particolare i MOOC, viene anche indicato dove è possibile trovarli, quali MOOC sono specifici per le STEM e persino per la Smart Industry, e quali sono i fattori di successo determinanti per la loro attuazione nelle aziende.

8.4.1. Concetti principali

8.4.1.1. Apprendimento tradizionale vs E-learning

In questi giorni i corsi e i percorsi di formazione on-line sono diventati molto popolari, e sono sempre di più gli istituti e le aziende che propongono corsi on-line . Tuttavia, nonostante la grande diffusione dell'istruzione a distanza, moltissime persone si tengono volutamente alla larga da questi metodi, soprattutto a causa di convinzioni sbagliate. Nel contempo, nonostante la crescente popolarità dei corsi on-line, la formazione tradizionale (in classe) sta cercando di adottare nuovi mezzi per mantenere vivo l'interesse degli studenti.

Per alcune persone la formazione on-line è la soluzione più indicata mentre per altre la formazione in classe è il metodo di insegnamento preferito. Inoltre, alcuni corsi di formazione che richiedono esperienza (industriale) e formazione pratica potrebbero essere meno adatti per la formazione on-line.

Prima di approfondire il tema dell'e-learning, viene fornita una breve descrizione dell'apprendimento tradizionale e un breve confronto con l'apprendimento on-line - anno 2018 de facto ridotto a e-learning. Fare riferimento a [elearningindustry2018] per ulteriori letture.

Le lezioni frontali tradizionali sono considerate più adatte ai bambini e agli adolescenti che devono ancora entrare nel mondo del lavoro. La partecipazione regolare alle lezioni li aiuta ad interagire con altri individui della propria età, ad essere più disciplinati, a seguire un orario regolare e a migliorare la loro agilità mentale e capacità di concentrazione. L'apprendimento in classe aiuta gli studenti e gli insegnanti a conoscersi meglio, permettendo agli insegnanti di conoscere gli studenti e valutare meglio i loro punti di forza e le loro debolezze, agire come mentori e guidare gli studenti nelle loro prospettive di carriera. In un'aula tradizionale, gli studenti possono interagire direttamente con l'insegnante; l'interazione regolare e costante tra studenti e insegnanti aiuta gli studenti a liberarsi delle loro paure riguardo agli esami, cosa che raramente può accadere con l'orientamento on-line. Inoltre, le interazioni con insegnanti bravi e validi aiutano a motivare gli studenti a raggiungere risultati migliori e voti più alti. I diplomi e i certificati acquisiti sono per i futuri datori di lavoro una garanzia di competenze minime.

Per chi ha giornate di lavoro lunghe e fitte di impegni, la formazione on-line sembra l'opzione più pratica per l'apprendimento continuo. Gli utenti possono seguire i corsi comodamente dal proprio ufficio o da casa. D'altra parte, per argomenti più difficili o totalmente nuovi, è necessario un minimo di tempo e concentrazione. In generale, la comunicazione con un insegnante on-line è spesso molto impersonale o, in alcuni casi, addirittura impossibile. Alternative al contatto dal vivo come forum online, e-mail, chatroom, incontri MOOC, ecc. migliorano la comunicazione tra docente e studente. Alcune di queste soluzioni portano ad un e-learning sincrono a due vie.

Lo studio "fai da te", con l'acquisizione di conoscenze tramite l'utilizzo di risorse trovate utilizzando, ad esempio, Google si traduce spesso in un sovraccarico di informazioni e rende difficile la selezione delle informazioni

pertinenti e corrette. Questo tipo di studio sembra più adatto a chi ha già una laurea e può dedicare molto tempo allo studio.

8.4.1.2. E-learning

8.4.1.2.1. Introduzione

L'"e-learning" è essenzialmente un insieme di servizi didattici on-line, che aiutano studenti e tirocinanti a studiare e migliorare [elearningtheory2018]. Oggi può essere vista come la modalità più importante di "apprendimento a distanza".

In [elearningtheory2018] vengono affrontati diversi aspetti legati dell'uso del computer nel contesto dell' apprendimento, tra cui Computer Assisted Instruction (CAI), Computer Assisted Learning (CAL), Computer-Based Education (CBE), e-learning, Learning Management Systems (LMS), self-directed learning (SDL)[1] e Massive Open On-line Courses (MOOC). Tutti questi concetti hanno due aspetti in comune: l'apprendimento e il computer; solo SDL non si applica necessariamente all'uso del computer. L'alfabetizzazione informatica si rivelerà un fattore decisivo per il successo dei corsi on-line (si veda il paragrafo "Chiavi del successo - insidie").

Le piattaforme online possono anche offrire diverse rappresentazioni della popolazione studentesca mentre gli studenti si preparano a lavorare nell'industria intelligente. La diversità deriva dall'interazione con gli studenti al di fuori della propria posizione geografica, offrendo possibilmente una varietà di prospettive sui contenuti dei corsi e riducendo così le differenze culturali.

L'esperienza dello studente è tipicamente asincrona, ma può anche comprendere elementi sincroni [onlinelearning2018]. La stragrande maggioranza delle istituzioni utilizza un Learning Management System (LMS) per la gestione dei corsi on-line [syn_asyn_2018]. Nella sezione successiva, vengono discussi i metodi di erogazione (apprendimento sincrono e asincrono) e i sistemi di gestione dell'apprendimento.

8.4.1.2.2. Modalità di erogazione: apprendimento sincrono e asincrono

In generale, l'apprendimento sincrono implica studi on-line attraverso la "chat". Questo tipo di apprendimento può avvenire solo on-line. Essendo on-line, è possibile rimanere in contatto con il proprio insegnante e con gli altri studenti. Si chiama apprendimento sincrono, perché il sistema permette agli studenti di porre domande al proprio insegnante o ai compagni di studio in modo immediato attraverso la messaggistica istantanea. L'apprendimento asincrono, invece, può essere effettuato on-line e off-line. L'apprendimento asincrono comporta corsi erogati via web, email e bacheche che vengono poi pubblicate sui forum on-line.

Gli ambienti di apprendimento asincrono sono spazi on-line in cui il lavoro è supportato dall'uso di piattaforme digitali in modo tale che i partecipanti non siano tenuti ad essere on-line allo stesso tempo. Discussioni tematiche, incontri (individuali) via Skype, e-mail e telefonate sono opzioni di erogazione asincrona. Anche se la possibilità di studiare "ovunque e in qualsiasi momento" è interessante, la regolarità dello studio potrebbe risultarne compromessa.

Un vantaggio dell'apprendimento asincrono è che l'allievo ha più tempo per generare risposte legate al contenuto per il docente e per le pubblicazioni tra colleghi; ha il tempo di trovare le informazioni necessarie per sostenere le proprie dichiarazioni scritte, fare test, relazionarsi con i colleghi in azienda, ecc. Il tempo in più offre l'opportunità di aumentare la capacità dello studente di elaborare le informazioni. L'ortografia e la grammatica all'interno dei

[1] L'autoapprendimento è un processo in cui gli studenti prendono l'iniziativa di diagnosticare i loro bisogni di apprendimento, formulare obiettivi di apprendimento, identificare le risorse per l'apprendimento, selezionare e implementare strategie di apprendimento e valutarne i risultati. Il ruolo dell'istruttore si sposta dall'essere il 'saggio sul palcoscenico' alla 'guida laterale' in un ambiente di apprendimento auto-diretto. (http://edutechwiki.unige.ch/en/Self-directed_learning)

messaggi scambiati in un ambiente asincrono dovrebbero essere come quelle che si trovano nella scrittura accademica formale.

D'altra parte, uno dei principali limiti di questo metodo di erogazione è il rischio maggiore che lo studente si senta allontanato dall'ambiente di apprendimento. L'apprendimento asincrono è visto come meno sociale e può far sì che l'allievo si senta isolato. Fornire allo studente un senso di appartenenza all'Università o all'istituzione contrasterà il senso di isolamento: i collegamenti ai sistemi di supporto all'Università, alla biblioteca, ai laboratori possono essere molto utili per questo aspetto.

Gli ambienti di apprendimento sincroni assomigliano di più allo studio faccia a faccia. L'apprendimento sincrono avviene attraverso piattaforme digitali dove gli studenti utilizzano contemporaneamente i media on-line. Rispetto all'apprendimento asincrono, gli ambienti sincroni on-line forniscono una maggiore sensazione di supporto, in quanto lo scambio di testo o voce è immediato e sembra più una conversazione. Se si utilizzano piattaforme come il web conferencing o la video chat, gli studenti sono in grado di sentire il tono di voce utilizzato dagli altri e ciò può contribuire a una migliore comprensione del contenuto. Come in un ambiente d'aula tradizionale, gli studenti on-line potrebbero sentire il bisogno di continuare la conversazione, quindi c'è la possibilità di concentrarsi sulla quantità di risposte rispetto alla qualità dei contenuti all'interno della risposta. Tuttavia, l'ambiente sincrono - con risposte in tempo reale - può consentire agli studenti o agli insegnanti di fare maggiore chiarezza su ciò che è stato detto, o di fugare ogni possibile fraintendimento.

8.4.1.2.3. Sistemi di gestione dell'apprendimento

La maggior parte dell'apprendimento on-line avviene attraverso il Learning Management System (LMS) di un istituto, di un'Università o di un'azienda: è importante disporre di un sistema uniforme che consenta di monitorare la persona che segue il corso. Il sistema LMS è un'applicazione software per la manutenzione, l'erogazione e il monitoraggio delle risorse didattiche. Secondo l'Educause Center for Analysis and Research (ECAR), l'uso di un LMS è quasi onnipresente in quanto il 99% dei college e delle Università nordamericane riferisce di averne uno in essere. **[onlinelearning2018]**. Tra i docenti, l'87% riferisce di utilizzare un LMS di trovarlo utile in quanto contribuisce a "migliorare l'insegnamento (74%) e l'apprendimento degli studenti (71%)". Allo stesso modo, l'83% degli studenti utilizza un LMS nei loro corsi, con la maggioranza (56%) che li utilizza nella maggior parte o in tutti i corsi. La maggior parte delle istituzioni - le cifre si riferiscono a Stati Uniti e Canada - utilizzano LMS da fornitori esterni (77%): Blackboard attualmente domina l'ambiente LMS con un tasso di adozione del 31,9%, seguito da Moodle al 19,1%, e Canvas al 15,3% [onlinelearning2018]. Tuttavia, nell'ultimo anno Canvas, di Instructure, ha guadagnato una quota di mercato in crescita.

8.4.1.3. Corsi online aperti su larga scala (Massive Open Online Courses - MOOC)

8.4.1.3.1. Introduzione

“Un corso online aperto su larga scala (MOOC) è un corso on-line mirato alla partecipazione illimitata e all'accesso aperto via web. Oltre ai materiali tradizionali del corso, come lezioni filmate, letture e set di esercizi e problemi, molti MOOC mettono a disposizione forum interattivi per supportare le interazioni tra studenti, professori e assistenti didattici (CA)" [MOOC2018].

Una panoramica dei MOOC di più piattaforme è disponibile su "Class Central" [MOOCoverview2018]. Un elenco più ampio si trova su [MOOCplatforms2018].

In un primo momento, i MOOC sono nati come corsi on-line completamente gratuiti, ma la situazione è cambiata rapidamente. I MOOC originali - per lo più sviluppati nelle Università americane, Fig. MOOChistory - erano gratuiti e di alto livello. L'offerta si è ora ampliata, sono disponibili per diversi livelli di istruzione, e spesso adesso (parzialmente) a pagamento [MOOCsstartedfree].

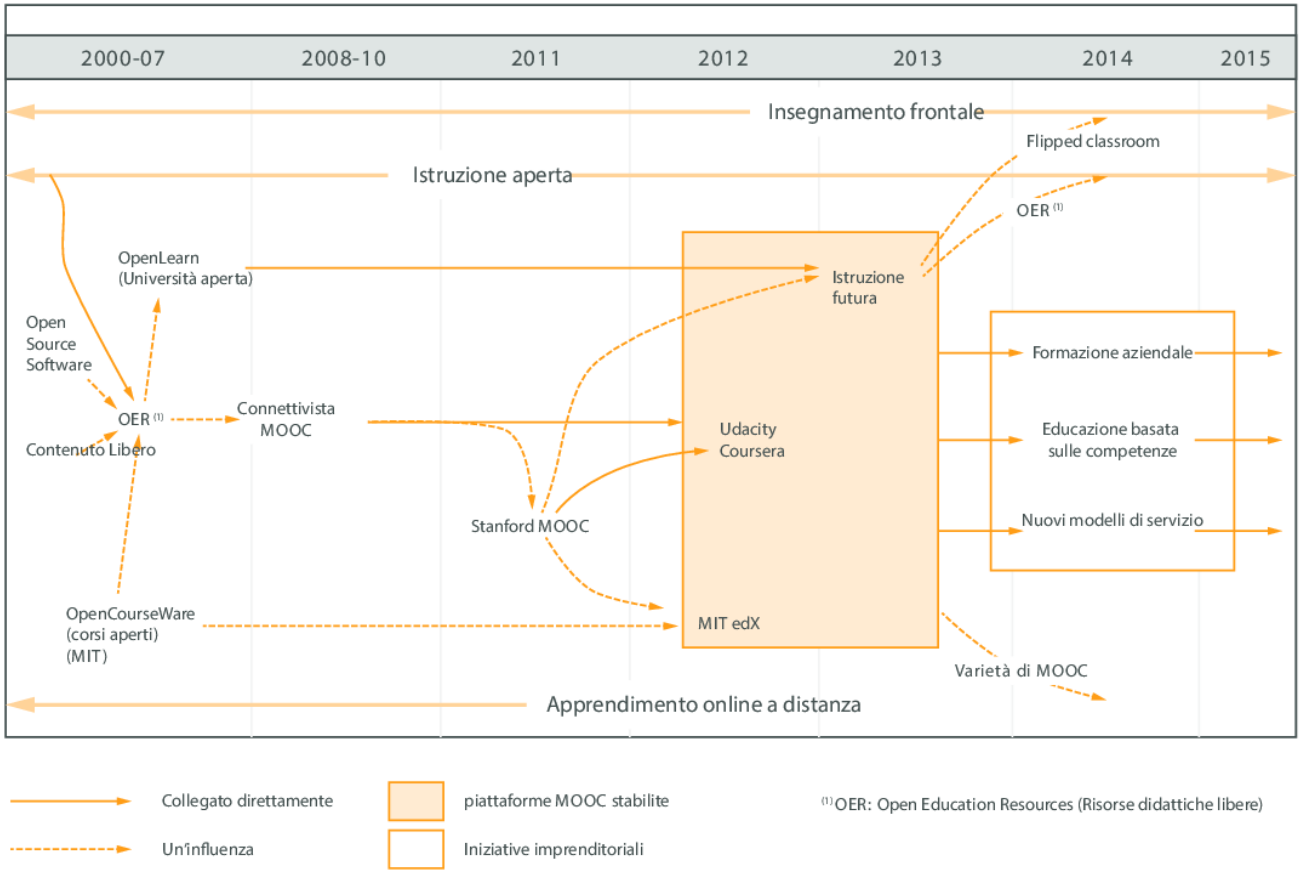


Fig. 9.4: MOOChistory: Panoramica dello sviluppo dei MOOC, a partire dalla OCW al MIT.

8.4.1.3.2. Caratteristiche di base dei MOOC

Diamo prima un'occhiata all'acronimo:

- Massive (su larga scala): poiché migliaia di studenti possono seguire lo stesso corso "nello stesso momento". Al corso "Introduzione all'Intelligenza Artificiale" - spesso visto come il primo vero MOOC - si iscrissero più di 150.000 studenti nel 2012.
- Open (Aperti): Chiunque può usufruire dei corsi - indipendentemente dai precedenti risultati accademici – e sono gratuiti o a costi molto bassi, a volte disponibili in 4 o 5 lingue.
- On-line: Gli studenti possono seguire i corsi da qualsiasi parte del mondo e interagire con gli altri studenti; quest'ultimo è - proprio come per ogni strumento di apprendimento a distanza accessibile con un LMS - un grande vantaggio e spesso porta a delle riflessioni da un punto di vista multiculturale.
- Corso: Il programma del corso è molto più di un semplice ascolto di lezioni pre-registrate; i MOOC sono progettati per essere efficaci e interattivi per l'apprendimento a distanza on-line. Le lezioni pre-registrate sono comunque una parte importante del corso.

(Fonte: [MOOCplatforms2018])

I MOOC sono uno sviluppo recente dell'istruzione a distanza, introdotto per la prima volta nel 2006 ed emerso come modalità di apprendimento popolare nel 2012[2].

OpenCourseWare (OCW) è nato al MIT (Massachusetts Institute of Technology,) nel 2006, e di fatto ha semplicemente messo a disposizione del resto del mondo "corsi scritti" di alto livello. L'obiettivo principale era quello di rendere l'istruzione di qualità accessibile a tutti. All'altra estremità dello spettro dell'apprendimento a distanza ci sono i college on-line: Lo studente si iscrive all'Università, paga una quota di iscrizione e segue il corso on-line nel momento prestabilito (apprendimento sincrono). La tabella MOOC qui di seguito indica alcune caratteristiche e proprietà dell'OCW, dei MOOC e dei corsi universitari online.

	OpenCourseWare	MOOC	Università Online
Costi	Gratuito	Di solito gratuiti o con piccola tassa d'iscrizione	Costosi
Struttura	Non richiede nulla da parte dell'allievo	Una certa struttura e tempistica, apprendimento in genere asincrono	Scadenze rigorose, compiti a casa; apprendimento sincrono
Sistema di valutazione	Nessuno, o a volte da parte di esterni.	Valutazione computerizzata, valutazione tra pari, metodo di valutazione da parte di una persona	Valutazione del professore
Disponibilità	Aperto, si può accedere liberamente, a volte anche modificabile se viene menzionata la fonte	Proprietà dell'istituzione, della società o della piattaforma	Accessibile solo da parte degli studenti che sono stati accettati e che sono iscritti.
Osservazioni		A volte usato per "testare" gli studenti e successivamente iscriverli in scuole normali.	A volte usato come soluzione per le facoltà multi-campus

Tab. 9.6: MOOC

A causa delle massicce iscrizioni, i MOOC richiedono una progettazione didattica che faciliti il feedback e l'interazione su larga scala. I due approcci di base sono:

- Revisione inter pares (peer-review) e collaborazione in gruppo
- Feedback automatizzato attraverso valutazioni oggettive e on-line, ad esempio quiz ed esami. È in corso anche la classificazione automatica dei compiti scritti, utilizzando tecniche di AI (AI: Intelligenza Artificiale).

Per contrastare il fatto che studiare con un MOOC è sostanzialmente un compito solitario, e per lo più asincrono e che ciò può portare a perdere il ritmo e la regolarità di studio, sono stati istituiti diversi MOOC Meetups (incontri) in molte grandi città del mondo ([Hagel2014], pag. 14).

Le aziende - nella continua evoluzione dei MOOC e dell'apprendimento digitale - stanno sperimentando con i Meetups per ricoprire il ruolo dell'ambiente di apprendimento sociale che è una caratteristica dell'esperienza universitaria tradizionale. Meetup, fondato nel 2002, è un portale di social networking online che facilita gli incontri

[2] "Introduzione all'intelligenza artificiale" di Sebastian Thrun è spesso visto come il primo vero MOOC; nel 2012 è stato sottoscritto da più di 150.000 studenti.

di gruppo offline in varie località del mondo. Il provider didattico online edX ha oltre 40 comunità Meetup in tutto il mondo, mentre Udacity ne ha 18. Esistono quasi 220 altri Meetup per categorie come i"MOOC" e l'"online learning".

I MOOC Meetup si svolgono in tutto il mondo con maggiori concentrazioni in luoghi come New York, Londra, Bangalore, San Francisco e ci sono gruppi più recenti che si incontrano a Pechino e Hyderabad.

Questi incontri creano un ambiente fisico in cui gli studenti possono riunirsi e confrontarsi insieme sui contenuti e gli argomenti. Le biblioteche cittadine e universitarie possono avere un ruolo in futuro in questo contesto; in realtà non è altro che il loro ruolo storico nelle "scienze umane", ora tipicamente applicato più alle scienze esatte e ingegneristiche. Le PMI e le grandi imprese dovrebbero considerare la possibilità di organizzare iniziative simili nei loro dipartimenti di formazione o di Ricerca & Sviluppo.

8.4.1.3.3. Dove trovare il MOOC che fa per te

Alcune delle più grandi piattaforme MOOC (anno 2018) sono:

- Coursera (https://www.coursera.org/)
- edX (https://www.edx.org/)
- Udacity (https://eu.udacity.com/)
- FutureLearn (https://www.futurelearn.com/).

La tabella relativa ad alcuni fornitori di MOOC evidenzia una serie di modelli di business, fasce di prezzo, offerte, numero di iscrizioni, ecc. di alcune piattaforme MOOC (anno 2014, [Hagel2014] pag. 20).

	Posizione	**Iniziato il**	**Modello di Business**	**Fascia di prezzo del corso**	**Offerte di corsi**	**Numero di studenti**
Khan Academy	Mountain View, CA	2006	• Senza scopo di lucro • Grande quantità di finanziamenti da parte di fondazioni e donazioni • La mission è fornire "un'istruzione gratuita di livello mondiale per chiunque e ovunque".	Gratuito	• Dashboard di apprendimento personalizzato, • 100000+ esercizi e 4500+ microletture/video tutorial su una vasta gamma di argomenti.	10 milioni di studenti al mese
Udemy	San Francisco, CA	2010	• iTunes® of instruction" - permette a chiunque di scrivere e postare corsi. • L'autore possiede un IP ed è lui a stabilire il prezzo per il corso • Le aziende possono acquistare Udemy come sistema di apprendimento per	$0-$399 (il prezzo è stabilito dall'autore del corso)	• 9000 corsi, principalmente programmi basati sulle competenze per scopi professionali • 5-18 lunghezza lezioni	1 milione

			utilizzare i contenuti disponibili o aggiungere contenuti propri.			
Coursera	Mountain View, CA	2012	• La maggior parte dei corsi sono gratuiti • Il programma per la firma ($100/corso) verifica l'identità dello studente • Collabora con le Università e prende una percentuale degli introiti generati dal corso	Gratuito per la maggior parte dei corsi $49+ per l'opzione di verifica dell'ID	• Oltre 600 corsi accademici offerti: materie che spaziano dall'informatica alla musica, dal cinema e all'audio • 5-15 settimane	5,9 milioni
Udacity	Mountain View, CA	2012	• Sviluppa contenuti a pagamento • Condivide i ricavi con i partner (di recente ha collaborato con AT&T e Georgia Tech per offrire un master completo in informatica). • Offre l'accesso gratuito al corso o a un corso completo tramite abbonamento.	$0 o $150 per il credito universitario con verifica del documento d'identità	• 30 corsi in totale • Le materie si basano tutte sugli STEM • Corsi tecnici • 5-16 lunghezza delle lezioni	1,6 milioni
edX	Cambridge, MA	2012	• Fondato come un'organizzazione senza scopo di lucro • Collabora con le Università per offrire corsi su piattaforme open source • Le Università pagano una tassa anticipata e condividono le entrate future • Programma formale di partnership per la formazione aziendale	$0 per la maggior parte dei corsi C'è un supplemento per l'opzione di verifica dell'identità	• Attualmente:150 corsi offerti in un'ampia varietà di materie accademiche, dalla pianificazione urbana, alla finanza, alla scienza della cucina. • 6-12 settimane	1,6 milioni

NovoEd	San Francisco, CA	2013	• Capitale di rischio a scopo di lucro • Collabora con le istituzioni e permette loro di creare il proprio community brand on-line, con NovoEd in esecuzione in background.	$0-999, in base alla tipologia di corso	• Vasta scelta tra diverse materie accademiche • Si concentra in particolare su contenuti imprenditoriali • La lunghezza del corso varia in base al singolo corso	170000+

Tab.9.7: MOOC-fornitori

Ci sono MOOC che riportano (quasi) direttamente nel titolo "Industry 4.0" (quasi), ad esempio

- Industry 4.0: How to Revolutionize your Business (Industria 4.0: Come rivoluzionare il tuo business) (https://www.edx.org/course/industry-4-0-how-revolutionize-business-hkpolyux-i4-0x)
- Digital Manufacturing & Design Technology Specialization (Produzione digitale & specializzazione in tecnologie di progettazione e produzione digitale) (https://www.coursera.org/specializations/digital-manufacturing-design-technology)

Gli argomenti discussi nella sezione "A cosa serve formarsi" sono tutti tra i nuovi argomenti dei MOOC in cima alla classifica. Quindi, per le basi prettamente teoriche delle tecnologie future, c'è una vasta scelta e molte opportunità.

Poiché la maggior parte dei passi in avanti verso la Smart Industry si basa in larga misura su corsi di ingegneria e nuove tecnologie, gli esercizi pratici, la progettazione e il contatto diretto con le attrezzature industriali reali sono ancora mancanti. Questo aspetto viene brevemente discusso nella sezione successiva.

8.4.2. Format per l'istruzione e la formazione pratica

La scelta del format per somministrare l'istruzione e la formazione pratica - e anche dell'apprendimento tradizionale di cui si è parlato in precedenza, l'OCW, i MOOC, l' e-learning in generale, ecc. - dipende in larga misura dal pubblico destinatario. Pfeiffer [Pfeiffer2015] presenta uno studio dettagliato degli effetti, dei requisiti e delle prospettive sulla formazione professionale iniziale e continua (istruzione e formazione professionale), compresa la formazione permanente per le funzioni professionali in Austria. La formazione sul posto di lavoro (On the job) - come parte dell'apprendimento permanente, e il tirocinio a lungo termine, durante l'istruzione iniziale, sono pratiche standard per l'IFP, ad esempio in paesi come la Germania e l'Austria.

Per i corsi teorici e la formazione, il metodo privilegiato per l'apprendimento vocazionale è l'insegnamento faccia a faccia tradizionale in classe con una grande interazione studente-insegnante. Lo stesso vale per il livello master, con la tendenza però utilizzare anche OCW o MOOC.

Poiché gli ambiti tipici della Smart Industry sono quelli STEM (Scienza, Tecnologia, Ingegneria, Ingegneria, Matematica), che richiedeno quindi un gran numero di esercizi, sessioni pratiche e lavoro di progettazione, elenchiamo alcune opzioni:

- Tirocini a lungo termine durante la formazione professionale iniziale.
- Formazione on-the-job - una volta al lavoro - è adatta per brevi corsi di formazione, per familiarizzare con nuove attrezzature e strumenti web, ecc. È adatto a tutti i livelli (Fig. OTJ).
- Corsi di formazione pratica ed esperimenti di laboratorio sulle nuove tecnologie, che sono erogati secondo diverse modalità:

    - I dipartimenti di formazione interna - in genere le grandi aziende - o le "Università" aziendali (ad esempio l'Università ArcelorMittal) offrono corsi di formazione pratica e corsi, a volte in loco e a volte in stretta collaborazione con partner locali o Università.
    - Le aziende private (ad es. ATS (NL, BE) e le organizzazioni professionali (ad es. VDMA, ie-net, ecc.) offrono corsi di formazione, spesso per dipendenti/fornitori.
- Come attività di disseminazione o come output effettivi, i progetti di ricerca europei e nazionali talvolta offrono corsi pratici e gratuiti sui risultati della ricerca o sui dimostratori elaborati durante il progetto. Ad esempio, il progetto i-MOCCA Interreg 2 Seas ha raggiunto, nelle Fiandre, in 3 anni, più di 250 imprese: più di 750 ingegneri hanno frequentato corsi pratici che avevano una durata variabile dalla mezza giornata ai 4 giorni [Knockaert2014].
- Uso della realtà aumentata e della realtà virtuale. Ad esempio Practeria - un'azienda con sede nel Regno Unito - offre un mix di esperienza virtuale, contenuti multimediali e coaching di esperti per formare gli operatori CNC (Fig. VRAR). (Practeria: http://practeria-web.azurewebsites.net/).
- Uso della "gamification" come allenamento "on-the-job". Ad esempio, Accenture utilizza la realtà virtuale come "gamification" della formazione sul lavoro, rendendola più realistica e stimolante rispetto ai "serious games".

- Le *Learning factories* non dovrebbero essere utilizzate solo per la ricerca multidisciplinare e l'innovazione aperta, ma anche per la formazione. Questa formazione può essere costituita da competenze tecniche, abilità di trasformazione (ad esempio, proporre e realizzare cambiamenti in tutte le fasi del sistema produttivo; imparare ad adattare i principi di trasformazione nei propri impianti di produzione) o anche abilità sociali (ad esempio, lavoro di gruppo, trasferimento di conoscenze, acquisizione di conoscenze, collaborazione per la sincronizzazione dei processi e delle date di consegna e per l'analisi dei difetti).

Fig.9.5: VRAR: Realtà virtuale per la formazione CNC e realtà aumentata per la formazione robotica.

Fig. 9.6: Formazione sul posto di lavoro per la manutenzione delle celle di produzione.

8.4.3. Chiavi per il successo / insidie

Come trovare le chiavi del successo nella "soddisfazione dello studente" e nel "trasferimento dell'apprendimento": preparare gli studenti per l'e-learning rafforzando l'autoefficacia del computer e della tecnologia, ed effettivamente implementare le nuove cose apprese.

In un'ottima ricerca, Charlotte Gunawardena et. al. [Gunawardena2010] descrivono i punti di maggiore interesse per i programmi on-line, di formazione aziendale, al fine di raggiungere il successo sia nella "soddisfazione dello studente" che nel "trasferimento dell'apprendimento". Questo studio ben documentato evidenzia che per la soddisfazione dello studente, l'"autoefficacia on-line" è di gran lunga il fattore più determinante. Di secondaria importanza - alcuni di questi non hanno quasi nessuna influenza sulla soddisfazione dello studente - sono la progettazione del corso (fare riferimento ai paragrafi sui MOOC) e, ad esempio, il corso VR sul CNC (paragrafo precedente), l'interazione allievo-allievo e l'interazione allievo-istruttore. Di quest'ultima, l'interazione allievo-allievo viene valutata come la meno importante.

Per un trasferimento efficiente dell'apprendimento/conoscenza, il supporto collegiale (accettare di mettere in pratica quanto appreso) e il supporto organizzativo (risorse e carico di lavoro adeguato) sono gli aspetti più importanti. Il supporto ai manager e gli incentivi organizzativi sono meno influenti (da variabile a non influente).

Riferimenti

[Industry4.0_2018] https://en.wikipedia.org/wiki/Industry_4.0 visitato l'ultima volta nel marzo 2018.

[Smit2016] “Industry 4.0 – Study for the ITRE Committee”; report for the “Industry, Research and Energy” Policy Department of the European Parliament, IP/A/ITRE/2015-02, 2016. Jan SMIT, Stephan KREUTZER, Carolin MOELLER, Malin CARLBERG.

[Rojko2017] “Industry 4.0 Concept: Background and Overview”; International Journal of Information Management (iJIM), Vol. 11, No. 5, 2017. Andreja Rojko.

[Xiaomin2017] “A review of industrial wireless networks in the context of Industry 4.0”; Wireless Networks; New York Vol. 23, Iss. 1, (Jan 2017): 23-41. Li, Xiaomin; Li, Di; Wan, Jiafu; Vasilakos, Athanasios V; Lai, Chin-feng; et al.

[RolandBerger2016] “Industry 4.0 – Challenge for the F&B industry in Greece, advantage or competitive disadvantage?”; presentation on Siemens F&B Day Greece 2016.

[Pfeiffer2016VDMA] “Industrie 4.0 - Qualification 2025 (sintesi della gestione)”; VDMA, Frankfurt am Main, 2016. S. Pfeiffer, H. Lee, C. Zirnig, A. Suphan.

[Pfeiffer2015] “Effects of Industry 4.0 on vocational education and training”; report for Austrian Academy of Sciences. Institute of Technology Assessment (ITA), Vienna, Austria, 2015. ISSN: 1681-9187. Sabine Pfeiffer (Ed.).

[Schallock2018] “Learning Factory for Industry 4.0 to provide future skills beyond technical training”; Procedia Manufac.uring, 2018, Vol.23, pp.27-32. Schallock, Burkhard ; Rybski, Christoffer ; Jochem, Roland; Kohl, Holger.

[Russmann2015] “Industry 4.0: The Future of Productivity and Growth in Manufacturing Industries”; internal report, 2015, http://www.inovasyon.org/pdf/bcg.perspectives_Industry.4.0_2015.pdf . Last visited March 2018. Michael Rüßmann, Markus Lorenz, Philipp Gerbert, Manuela Waldner, Jan Justus, Pascal Engel, and Michael Harnisch.

[onlinelearning2018] https://en.wikipedia.org/wiki/Online_learning

[elearningindustry2018] “Traditional learning vs. on-line learning: differences, advantages and disadvantages” https://elearningindustry.com/traditional-learning-vs-online-learning

https://elearningindustry.com/articles

[elearningtheory2018] https://en.wikipedia.org/wiki/E-learning_(theory)

[syn_asyn_2018] https://www.easy-lms.com/help/lms-knowledge-center/synchronous-vs-asynchronous-learning/item10387

[MOOC2018] https://en.wikipedia.org/wiki/Massive_open_online_course

[MOOCplatforms2018] (https://www.reviews.com/mooc-platforms/)

[MOOCsstartedfree] (https://www.class-central.com/report/moocs-started-completely-free-now/)

[MOOCoverview2018] (https://www.class-central.com/).

[Hagel2014] “The lifetime learner – A journey through the future of postsecondary education”; Deloitte University Press, 2014. John Hagel III et. Al. Deloitte_DUP-952_Lifetime-learner_vFINAL.pdf

[Knockaert2014] “Industry and engineering education interacting in an interregional project – a Flanders’ perspective”, SEFI 2014, Sep. 15-19, Birmingham (UK). Jos Knockaert, Geert De Lepeleer, Tony Stevens, Philippe Saey.

[Gunawardena2010] “Predictors of Learner Satisfaction and Transfer of Learning in a Corporate On-line Education Program”; American Journal of Distance Education, 2010, 24:4, pag. 207-226. DOI: 10.1080/08923647.2010.522919 . Charlotte N. Gunawardena , Jennifer A. Linder-VanBerschot , Deborah K. LaPointe & Lalita Rao.

[Palgrave2017] “The Palgrave Handbook of Continuous Business Transformation”; H. Ellermann, P. Kreutter, W. Messner. MacMillan 2017, ISBN 978-1-137-60228-2 .

[Qual_skils2015] “Industry 4.0, A discussion of Qualifications and Skills in the factory of the future: A German and American perspective”. VDI and ASME report, April 2015. http://m.vdi.eu/fileadmin/vdi_de/redakteur/karriere_bilder/VDI-ASME__2015__White_Paper_final.pdf)

9. Bibliografia

Anderl, R., Eigner, M., Sendler, U., & Stark, R. (2012). *Smart Engineering: Interdisziplinäre Produktentstehung*. Springer-Verlag.

Angoso-Gonzalez, J., Betz Beylat, J., Gyorkos, J., Curley, M., Pegman, G., Helberger, N., … Lehrmann-Madsen, O. (2014). Internet of Things ¬– The next revolution. A strategic reflection about an European approach to Internet of Things,. Estratto il 9 aprile 2018, da http://ec.europa.eu/transparency/regexpert/index.cfm?do=groupDetail.groupDetailDoc&id=17867&no=1

Annunziata, M. (2014a). Annunziata, M. The Value of Interconnectedness: Toward a new kind of industrial company. Estratto il 4 aprile 2018, da, http://files.gecompany.com/gereports/MMWhitePaper2.pdf

Annunziata, M. (2014b). The Value of Interconnectedness: Toward a new kind of industrial company. Estratto il 4 aprile 2018 http://files.gecompany.com/gereports/MMWhitePaper2.pdf

Arntz, M. (2016). *The Risk of Automation for Jobs in OECD Countries: A Comparative Analysis*.

Bauernhansl, T., ten Hompel, M., & Vogel-Heuser, B. (2014). *Industrie 4.0 in Produktion, Automatisierung und Logistik: Anwendung · Technologien · Migration*. Springer Fachmedien Wiesbaden.

Bauer, W., & Horváth, P. (2015). Industrie 4.0 - Volkswirtschaftliches Potenzial für Deutschland. *Controlling*, *27*(8-9), 515–517.

Baun, C., Kunze, M., Nimis, J., & Tai, S. (2011). *Cloud Computing*. Berlin, IISdelberg: Springer Berlin IISdelberg.

Becker, H. P., Himpel, F., & Kuß, A. (2004). *Gablers Wirtschaftswissen für Praktiker: Zuverlässige Orientierung in allen kaufmännischen Fragen*. Springer-Verlag.

Berger, R. (2018). Industry 4.0 – Challenge for the F&B industry in Greece, advantage or competitive disadvantage?; presentation on Siemens F&B Day Greece 2016. Presentato al Siemens F&B Day Grecia, Grecia.

Biesel, H., & Hame, H. (2018). *Vertrieb und Marketing in der Digitalen Welt. So schaffen Unternehmen die Business Transformation in der Praxis*. Springer Gabler, Wiesbaden.

Bonin H, G. (2015). Übertragung der Studie von Frey/Osborne (2013) auf Deutschland. Estratto nel 2015, da https://paperpile.com/app/p/e555d397-6737-0337-bb7c-e9bfda38b3df

Borgmeier, A., Grohmann, A., & Gross, S. F. (2017a). *Smart Services und Internet der Dinge: Geschäftsmodelle, Umsetzung und Best Practices: Industrie 4.0, Internet of Things (IoT), Machine-to-Machine, Big Data, Augmented Reality Technologie*. Carl Hanser Verlag GmbH Co KG.

Borgmeier, A., Grohmann, A., & Gross, S. F. (2017b). *Smart Services und Internet der Dinge: Geschäftsmodelle, Umsetzung und Best Practices: Industrie 4.0, Internet of Things (IoT), Machine-to-Machine, Big Data, Augmented Reality Technologie*. Carl Hanser Verlag GmbH Co KG.

Borgmeier, A., Grohmann, A., & Gross, S. F. (2017c). *Smart Services und Internet der Dinge: Geschäftsmodelle, Umsetzung und Best Practices: Industrie 4.0, Internet of Things (IoT), Machine-to-Machine, Big Data, Augmented Reality Technologie*. Carl Hanser Verlag GmbH Co KG.

Bousonville, T. (2016). *Logistik 4.0: Die digitale Transformation der Wertschöpfungskette*. Springer-Verlag.

Brettel, M., Friederichsen, N., Keller, M., & Rosenberg, M. (2014). How Virtualization, Decentralization and Network Building Change the Manufacturing Landscape: An Industry 4.0 Perspective. *World Academy of Science, Engineering and TEchnology*, *8*(1). Estratto da: https://waset.org/publications/9997144/how-virtualization-decentralization-and-network-building-change-the-manufacturing-landscape-an-industry-4.0-perspective

Bruce, A., & Jeromin, C. (2016). *Agile Markenführung Wie Sie Ihre Marke stark machen für dynamische Märkte* (pp. 61–122). Springer Gabler, Wiesbaden.

Brynjolfsson, E., & McAfee, A. (2014). *The Second Machine Age: Work, Progress, and Prosperity in a Time of Brilliant Technologies*. W. W. Norton & Company.

Burghardt, M. (2018). *Projektmanagement: Leitfaden für die Planung, Überwachung und Steuerung von Projekten*. John Wiley & Sons.

Cadac Group-Create, manage, & Information, S. D. (2017). Wat is Configure to Order? De voordelen van CTO - Cadac Group. Retrieved April 4, 2018, from https://www.cadac.com/nieuws/wat-is-configure-to-order-cto/

Cernavin, O., Schröter, W., & Stowasser, S. (2017). *Prävention 4.0: Analysen und Handlungsempfehlungen für eine produktive und gesunde Arbeit 4.0*. Springer-Verlag.

Chesbrough, H. (2002). The role of the business model in capturing value from innovation: evidence from Xerox Corporation's technology spin-off companies. *Industrial and Corporate Change*, *11*(3), 529–555.

Christian Arnold, D. K. (n.d.). How Industry 4.0 changes business models in different manufacturing industries. Porto, Portugal: International Society for Professionl Innovation Management (ISPIM).

Compagnucci, S., Della Porta, M. R., Marcotullio, G., & Massaro, G. (2016). Internet of Things & 5G Revolution. The Highway for the future of EU Services and Industry: Energy, Healthcare and manufacturing,. Estratto il 9 aprile 2018, da from http://www.astrid-online.it/static/upload/stud/studio-i-com_internet_5g_.pdf

Cooper, R. G. (1980). *Project NewProd: What Makes a New Product a Winner? : an Empirical Study of Successful Versus Unsuccessful Industrial Product Innovation*. Quebec Industrial Innovation Centre = Centre québécois d'innovation industrielle.

Courtney, H., Kirkland, J., & Viguerie, P. (1997). Strategy under uncertainty. *Harvard Business Review*, *75*(6), 66–79.

Cyber-Physical Systems (CPS) (nsf10515). (2010, March 11). Estratto il 23 luglio 2018, da https://www.nsf.gov/pubs/2010/nsf10515/nsf10515.htm

Davies R, C. (2017). Review of Socio-technical Considerations to Ensure Successful Implementation of Industry 4.0. *Procedia Manufacturing*, *11*, 1288–1295.

Deges, F. (2017a). *Retourenmanagement im Online-Handel: Kundenverhalten beeinflussen und Kosten senken*. Springer-Verlag.

Deges, F. (2017b). *Retourenmanagement im Online-Handel: Kundenverhalten beeinflussen und Kosten senken*. Springer-Verlag.

Delaney, K. J. (2017). The robot that takes your job should pay taxes, says Bill Gates. Retrieved from https://qz.com/911968/bill-gates-the-robot-that-takes-your-job-should-pay-taxes/

Deloitte. (2017a). Industry 4.0 engages customers, Estratto il 22 aprile 2018, da https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/cn/Documents/cip/deloitte-cn-cip-industry-4-0-engages-customer-en-170224.pdf

Deloitte. (2017b). Industry 4.0 engages customers. Estratto il 22 aprile 2018, da https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/cn/Documents/cip/deloitte-cn-cip-industry-4-0-engages-customer-en-170224.pdf

Delvaux, M. (2017). Rise of the robots: Mady Delvaux on why tIISr use should be regulated. Retrieved from http://www.europarl.europa.eu/news/en/headlines/economy/20170109STO57505/rise-of-the-robots-mady-delvaux-on-why-tIISr-use-should-be-regulated

Dengel, A. (2011a). Künstliche Intelligenz in Anwendungen. *KI - Künstliche Intelligenz*, *25*(4), 317–319.

Dengel, A. (2011b). Künstliche Intelligenz in Anwendungen. *KI - Künstliche Intelligenz*, *25*(4), 317–319.

Design, 2018. https://ecapo.wordpress.com/tag/design-thinking. Accessed Nov.24, 2018. Design thinking, 2018. https://www.interaction-design.org/literature/article/design-thinking-getting-started-with-empathy. ultima visita Nov.26, 2018.

Design thinking-wiki, 2018. https://en.wikipedia.org/wiki/Design_thinking. Ultima visita Nov.24, 2018.

Digital Genius. (2017). Estratto il 10 gennaio 2018, da https://www.telekom.com/en/company/details/digital-genius-363578

Digital Marketing Definition. (2018). Estratto il 8 agosto 2018, da http://lexicon.ft.com/Term?term=digital-marketing

Dumitrascu, A.-E., & Nedelcu, A. (2012). Project Costs and Risks Estimation Regarding Quality Management System Implementation. In *Total Quality Management and Six Sigma*.

Eibl, M., Gaedke, M., & Gesellschaft für Informatik e. V. (GI) Gesellschaft für Informatik e. V. (GI) Bonn. (2017). *GI Edition Proceedings Band 275 INFORMATIK 2017: 25.- 29. September 2017 Chemnitz, Deutschland*. Gesellschaft für Informatik e.V. (GI).

Eidodata, G. (n.d.-a). EIDOdata. Estratto il 22 Aprile, 2018, from http://www.eidodata.de/produkte

Eidodata, G. (n.d.-b). EIDOdata. Estratto del 22 Aprile, 2018, from http://www.eidodata.de/produkte

Emmrich V, Döbele M, Bauernhansl T, Paulus-Rohmer D, Schatz A, Weskamp M. (2015). Geschäftsmodell-Innovation durch Industrie 4.0: Chancen und Risiken für den Maschinen- und Anlagenbau. Retrieved from http://publica.fraunhofer.de/eprints/urn_nbn_de_0011-n-3397337.pdf

Empathy methods, 2018. https://webdesign.tutsplus.com/articles/techniques-of-empathy-interviews-in-design-thinking--cms-31219. Ultimo accesso, Nov.24, 2018.

European Commission. (2016). Digitising European Industry reaping the full benefits of a digital Single Market. Retrieved 2016, from https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/news/communication-digitising-european-industry-reaping-full-benefits-digital-single-market

European Commission. (2017). BUILDING A EUROPEAN DATA ECONOMY. Retrieved 2017, from https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=COM%3A2017%3A9%3AFIN

European Commission. (2018). *Capitalising on the benefits of the 4th industrial revolution*. European Commission.

Fitzgerald, J., Larsen, P. G., & Verhoef, M. (2014). *Collaborative Design for Embedded Systems: Co-modelling and Co-simulation*. IISdelberg: Springer.

Fleisch, E., Weinberger, M., & Wortmann, F. (2014). Geschäftsmodelle im Internet der Dinge. *HMD Praxis Der Wirtschaftsinformatik*, *51*(6), 812–826.

Foidl, H., & Felderer, M. (2016). Research Challenges of Industry 4.0 for Quality Management. In *Lecture Notes in Business Information Processing* (pp. 121–137).

Frey, C. B., & Osborne, M. A. (2017). The future of employment: How susceptible are jobs to computerisation? *Technological Forecasting and Social Change*, *114*(C), 254–280.

Friedewald, M., Raabe, O., Georgieff, P., Koch, D. J., & Neuhäusler, P. (2010a). *Ubiquitäres Computing*.

Friedewald, M., Raabe, O., Georgieff, P., Koch, D. J., & Neuhäusler, P. (2010b). *Ubiquitäres Computing*.

Gandomi, A., & Haider, M. (2015). Beyond the hype: Big data concepts, methods, and analytics. *International Journal of Information Management*, *35*(2), 137–144.

Geertsma, P. (n.d.). Wat is een interface en waarvoor wordt een interface gebruikt? | TechnischWerken. Retrieved April 4, 2018, from http://www.technischwerken.nl/kennisbank/techniek-kennis/wat-is-een-interface-en-waarvoor-wordt-een-interface-gebruikt/

Geisberger, E., & Broy, M. (2012a). *agendaCPS: Integrierte Forschungsagenda Cyber-Physical Systems*. Springer-Verlag.

Geisberger, E., & Broy, M. (2012b). Cyber-Physical Systems: Visionen, Charakteristika und Neue Fähigkeiten. In *acatech STUDIE* (pp. 29–68).

Geisberger, E., & Broy, M. (2012c). Cyber-Physical Systems: Visionen, Charakteristika und Neue Fähigkeiten. In *acatech STUDIE* (pp. 29–68).

Gleich, W. M. (2015). *Vergeltung für Wettbewerbsangriffe auf den Kernmarkt*.

Graetz G, M. G. (2015). Robots at work: the impact on productivity and jobs. Estratto 2015, da http://cep.lse.ac.uk/pubs/download/cp447.pdf

Grote, K.-H., Engelmann, F., Beitz, W., Syrbe, M., Beyerer, J., & Spur, G. (2014). *Das Ingenieurwissen: Entwicklung, Konstruktion und Produktion*. Springer-Verlag.

Grundig, C.-G. (2018). *Fabrikplanung: Planungssystematik - Methoden - Anwendungen*. Carl Hanser Verlag GmbH Co KG.

Guido Lobrano, Patrick Grant, Dr IISko Willems, Dr Peter Bräutigam, Christiane Hinerasky. (2017). Legal issues of digitalisation in Europe - BusinessEurope. Retrieved 2017, from https://www.businesseurope.eu/sites/buseur/files/media/reports_and_studies/2017-09-29_legal_issues_of_digitalisation_in_europe.pdf

Hecklau F, Galeitzke M, Flachs S, Kohl H. (2016). Holistic Approach for Human Resource Management in Industry 4.0. Retrieved 2016, from https://fardapaper.ir/mohavaha/uploads/2017/11/Holistic-approach-for-human-resource-management-in-Industry.pdf

Hermann, M., Pentek, T., & Otto, B. (2016a). Design Principles for Industrie 4.0 Scenarios. In *2016 49th Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS)*. https://doi.org/10.1109/hicss.2016.488

Hermann, M., Pentek, T., & Otto, B. (2016b). Design Principles for Industrie 4.0 Scenarios. In *2016 49th*

Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS). https://doi.org/10.1109/hicss.2016.488

Herrmann, N., Pentek, T., & Otto, B. (2016). Design Principles for Industrie 4.0 Scenarios. Presented at the Hawaii International Conference on System Sciencea (HICSS), Kauai, Hawaii, U.S.A.: University of Hawaii at Manoa, Association for Information Systems IEEE Computer Society Press.

Horvath, S. (2012). Aktueller Begriff. Internet der Dinge. Estratto il 9 aprile 2018, da: https://www.bundestag.de/blob/192512/cfa9e76cdcf46f34a941298efa7e85c9/internet_der_dinge-data.pdf

Huber, R. (1985). *Überwindung der strategischen Diskrepanz und Operationalisierung der entwickelten Strategie*.

Ibarra, D., Igartua, J. I., & Ganzarain, J. (2017). BUSINESS MODEL INNOVATION IN INDUSTRY 4.0: THE CASE OF A UNIVERSITY-INDUSTRY EXPERIENCE IN SMES. In *INTED2017 Proceedings*. https://doi.org/10.21125/inted.2017.1374

Industry 4.0: Building the digital enterprise. (2016). Estratto il 4 aprile 2018, da: https://www.pwc.com/gx/en/industries/industries-4.0/landing-page/industry-4.0-building-your-digital-enterprise-april-2016.pdf

ITU. (2017). Internet of Things Global Standards Initiative. Estratto il 9 aprile 2018, da: http://www.itu.int/en/ITU-T/gsi/iot/Pages/default.aspx

Jara, A. J., Parra, M. C., & Skarmeta, A. F. (2012). Marketing 4.0: A New Value Added to the Marketing through the Internet of Things. In *2012 Sixth International Conference on Innovative Mobile and Internet Services in Ubiquitous Computing* (pp. 852–857). ieeexplore.ieee.org.

Karnouskos, S. (2011). Cyber-Physical Systems in the SmartGrid. In *2011 9th IEEE International Conference on Industrial Informatics* (pp. 20–23).

Katal, A., Wazid, M., & Goudar, R. H. (2013). Big data: Issues, challenges, tools and Good practices. In *2013 Sixth International Conference on Contemporary Computing (IC3)* (pp. 404–409). Noida, India: IEEE.

Kern, C. (2006). *Anwendung von RFID-Systemen*. Springer Science & Business Media.

Khan A, T. K. (2016). A Survey of Current Challenges in Manufacturing Industry. *Springer*. Retrieved from https://www.springer.com/cda/content/document/cda_downloaddocument/9783319336084-c2.pdf?SGWID=0-0-45-1564143-p179960859

Knowledge Alliance for Upskilling Europe's SMEs to Meet the Challenges of Smart Engineering. (2018). *Learning and Business Consultant Needs Of Europe's SMEs in Smart Engineering* (No. 1). Retrieved from http://SMeART.eu/en/results/learning-and-business-consulting-needs/SMEART-Needs-of-engineering-SMEs.pdf

Košmrlj, K., Širok, K., & Likar, B. (2015). *The Art of Managing Innovation Problems and Opportunities*.

Kotler, P. (2016, December 9). Weekend Reading: "Marketing 4.0" by Philip Kotler | Marketing Insider Group. Retrieved August 8, 2018, from https://marketinginsidergroup.com/strategy/marketing-4-0-philip-kotler/

Kotler, P., Kartajaya, H., & Setiawan, I. (2010). *Die neue Dimension des Marketings: Vom Kunden zum Menschen*. Campus Verlag.

Kouiss, K., Pierreval, H., & Mebarki, N. (1997a). Using multi-agent architecture in FMS for dynamic scheduling. *Journal of Intelligent Manufacturing*, *8*(1), 41–47.

Kouiss, K., Pierreval, H., & Mebarki, N. (1997b). Using multi-agent architecture in FMS for dynamic scheduling. *Journal of Intelligent Manufacturing*, *8*(1), 41–47.

KPMG. (2016). The factory of the future. Industry 4.0 – The challenges of tomorrow and the solutions for tomorrow. Retrieved from https://assets.kpmg.com/content/dam/kpmg/es/pdf/2017/06/the-factory-of-the-future.pdf

Kreutzer, R. T. (2013). *Praxisorientiertes Online-Marketing | SpringerLink* (Vol. 3.). Springer Gabler, Wiesbaden.

Kumar, E. (2008). *Artificial Intelligence*. I. K. International Pvt Ltd.

Kwakman, F. E., Rudolph Johannes Antonius, Smeulders, R., & Moerman, J. (2017). *Groot innovatie modellenboek: 47 innovatiemodellen voor het versterken van ondernemerschap bij bedrijfsleven en overIISd*.

Lasi, H., Fettke, P., Kemper, H.-G., Feld, T., & Hoffmann, M. (2014a). Industry 4.0. *Business & Information Systems Engineering*, *6*(4), 239–242.

Lasi, H., Fettke, P., Kemper, H.-G., Feld, T., & Hoffmann, M. (2014b). Industry 4.0. *Business & Information Systems Engineering*, *6*(4), 239–242.

Lauer, T. (2014). *Change Management: Grundlagen und Erfolgsfaktoren*. Springer-Verlag.

Lewin, K. (1947). Frontiers in Group Dynamics: Concept, Method and Reality in Social Science; Social Equilibria and Social Change. *Human Relations; Studies towards the Integration of the Social Sciences*, *1*(1), 5–41.

Lies, J. (2017). *Die Digitalisierung der Kommunikation im Mittelstand*. Springer Gabler, Wiesbaden.

Likar, B., & Fatur, P. (2007). *Managing innovation and R&D processes in EU environment*. Korona plus-Institute for Innovation and Technology. https://www.researchgate.net/publication/283463535_Managing_Innovation_and_RD_Processes_in_EU_Environment

Likar, B., Fatur, P., Mrgole, U., Chovan, C., Kullbjer, A., Medova, S., … Petrov, V. (2013). *Innovation Management*. (B. Likar, P. Fatur, & U. Mrgole, Eds.). · https://www.researchgate.net/publication/292127499_Innovation_management

: Korona plus d.o.o., Institute for Innovation and Technology, Slovenia.

Li, S., & Lin, B. (2006). Accessing information sharing and information quality in supply chain management. *Decision Support Systems*, *42*(3), 1641–1656.

Locke, E. A., & Latham, G. P. (1990). *A Theory of Goal Setting & Task Performance*.

Lubiewa-Wielezynsk, P. A. (n.d.). Innovation: What is Open Innovation? Estratto il 30 novembre 2018, da: from https://www.eoi.es/blogs/piotradamlubiewa/2012/02/07/innovation-what-is-open-innovation/

Man, J. C. de, de Man, J. C., & Strandhagen, J. O. (2017). An Industry 4.0 Research Agenda for Sustainable Business Models. *Procedia CIRP*, *63*, 721–726.

Martin. (2017). Industry 4.0: Definition, Design Principles, Challenges, and the Future of Employment. Retrieved 2017, from https://www.cleverism.com/industry-4-0/

Mattern, F., & Flörkemeier, C. (2010a). Vom Internet der Computer zum Internet der Dinge. *Informatik-Spektrum*, *33*(2), 107–121.

Mattern, & Flörkemeier. (2010b). Die technische Basis für das Internet der Dinge. *Informatik Spektrum*, (33), 107–121.

Mattern, & Flörkemeier. (2010c). Die technische Basis für das Internet der Dinge. *Informatik Spektrum*, (33), 107–121.

Matthyssens, P., & Vandenbempt, K. (2010). Service addition as business market strategy: identification of transition trajectories. *Journal of Service Management*, *21*(5), 693–714.

Meier, C. (2011). *Time-cost Tradeoffs in Product Development Processes*.

Melnik, V. (2017, January 10). SEO: Die 37 wichtigsten Rankingfaktoren. Estratto l' agosto 2018, da https://www.chimpify.de/marketing/rankingfaktoren/

Mettler, T., & Rohner, P. (2009). Situational maturity models as instrumental artifacts for organizational design. In *Proceedings of the 4th International Conference on Design Science Research in Information Systems and Technology - DESRIST '09*. https://doi.org/10.1145/1555619.1555649

Moeuf, A., Pellerin, R., Lamouri, S., Tamayo-Giraldo, S., & Barbaray, R. (2018). The industrial management of SMEs in the era of Industry 4.0. *International Journal of Production Research*, *56*(3), 1118–1136.

Mollemeier, A. (1997). Produktionsplanung und -steuerung bei getakteter Variantenfließfertigung. In *Integrierte Steuerung getakteter Variantenfließlinien* (pp. 3–27).

Monostori, L., Váncza, J., & Kumara, S. R. T. (2006a). Agent-Based Systems for Manufacturing. *CIRP Annals*, *55*(2), 697–720.

Monostori, L., Váncza, J., & Kumara, S. R. T. (2006b). Agent-Based Systems for Manufacturing. *CIRP Annals*, *55*(2), 697–720.

Müller, J. M., Maier, L., Veile, J., & Voigt, K.-I. (2017). *Cooperation Strategies Among SMEs for Implementing Industry 4.0*.

Nicolai, C. (2017). *Betriebliche Organisation*. UTB.

Nnorom, I. C., & Osibanjo, O. (2008). Overview of electronic waste (e-waste) management practices and legislations, and tIISr poor applications in the developing countries. *Resources, Conservation and Recycling*, *52*(6), 843–858.

Nordhaus, W. D. (2015). Are We Approaching an Economic Singularity? Information Technology and the Future of Economic Growth. Estratto nel 2015, from http://www.nber.org/papers/w21547.pdf

[No title]. (n.d.-a). Estratto il 4 aprile 2018, da: https://www.pwc.com/gx/en/industries/industries-4.0/landing-page/industry-4.0-building-your-digital-enterprise-april-2016.pdf

[No title]. (n.d.-b). Estratto il 6 agosto 2018, da: https://www.kvk.nl/download/Go%20Smart%20Industry%20-%20publicatie%20-%20Kamer%20van%20Koophandel_tcm109-404207.pdf

[No title]. (n.d.-c). Estratto l'11 luglio 2018, da: https://www.smartindustry.nl/wp-content/uploads/2018/02/SI-implementatieagenda-2018-DEF-LR.compressed.pdf

[No title]. (n.d.-d). Estratto il 6 agosto 2018, da: https://www.smartindustry.nl/wp-

content/uploads/2018/02/SI-implementatieagenda-2018-DEF-LR.compressed.pdf

[No title]. (n.d.-e). Estratto il 6 agosto 2018, da https://www.pwc.com/id/en/CIPS/assets/industry-4.0-building-your-digital-enterprise.pdf

Ohlhorst, F. J. (2012). *Big Data Analytics: Turning Big Data into Big Money*. Wiley.

Ohmae, K. (1982). The strategic triangle: A new perspective on business unit strategy. *European Management Journal*, *1*(1), 38–48.

Open_innovation, 2018. https://en.wikipedia.org/wiki/Open_innovation. Accessed Nov.26, 2018.

Operational Excellence is uit – CEX is in - Logistiek. (n.d.). Retrieved April 4, 2018, from: http://www.logistiek.nl/supply-chain/blog/2017/6/operational-excellence-uit-cex-101156530

Osterwalder. (2013). *Business Model Generation: A Handbook for Visionaries, Game Changers, and Challengers with Wlyetxc Set*.

Osterwalder, A., & Pigneur, Y. (2011). *Business Model Generation: Ein Handbuch für Visionäre, Spielveränderer und Herausforderer*. Campus Verlag.

Osterwalder, A., Pigneur, Y., Bernarda, G., & Smith, A. (2015). *Value Proposition Design*. Campus Verlag.

Parasam. (2016, May 19). IoT (Internet of Things): A Short Series of Observations: Sensors, Actuators & Infrastructure. Estratto il 9 aprile 2018, da: https://parasam.me/2016/05/19/iot-internet-of-things-a-short-series-of-observations-pt-2-sensors-actuators-infrastructure/

Partners, A. S. (February 1., 2018). *EU Compass for Smart Engineering Initiatives and Policies*. SMeART.

Plattform Industrie 4.0. (2018, April 9). Estatto il 9 aprile, 2018, da : https://www.plattform-i40.de/I40/Navigation/DE/Home/home.html

Porter, M. E. (1985). *Competitive Advantage: Creating and Sustaining Superior Performance*. Free Press.

Porter, M. E. (1996). *What is Strategy?*

Project RockEU. (2016). Retrieved 2016, from https://eu-robotics.net/eurobotics/about/projects/2013-2016-rockeu.html

Provost, F., & Fawcett, T. (2013). Data Science and its Relationship to Big Data and Data-Driven Decision Making. *Big Data*, *1*(1), 51–59.

PWC. (2014). Industry 4.0: opportunities and challenges of the industrial internet. Retrieved from https://www.pwc.nl/en/assets/documents/pwc-industrie-4-0.pdf

PWC. (2016a). Industry 4.0: Building the digital enterprise. Estratto il 4 aprile 2018, da: https://www.pwc.com/gx/en/industries/industries-4.0/landing-page/industry-4.0-building-your-digital-enterprise-april-2016.pdf

PWC. (2016b). Industry 4.0: Building the digital enterprise. Estratto il 4 aprile 2018, da: https://www.pwc.com/gx/en/industries/industries-4.0/landing-page/industry-4.0-building-your-digital-enterprise-april-2016.pdf

PWC. (2016c). Industry 4.0: Building the digital enterprise. Estratto il 4 aprile 2018, da: https://www.pwc.com/gx/en/industries/industries-4.0/landing-page/industry-4.0-building-your-digital-enterprise-april-2016.pdf

Rad, C.-R., Hancu, O., Takacs, I.-A., & Olteanu, G. (2015). Smart Monitoring of Potato Crop. A Cyber-

Physical System Architecture Model in the Field of Precision Agriculture. In *Conference Agriculture for Life* (pp. 73–79).

Radziwon, A., Bilberg, A., Bogers, M., & Madsen, E. S. (2014). The Smart Factory: Exploring Adaptive and Flexible Manufacturing Solutions. *Procedia Engineering*, *69*, 1184–1190.

Raps, A. (2017). *Erfolgsfaktoren der Strategieimplementierung*. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden.

Raymundo, O. (2014, October 28). Richard Branson: Companies Should Put Employees First. Estratto il 6 agosto, 2018, da https://www.inc.com/oscar-raymundo/richard-branson-companies-should-put-employees-first.html

Reinhart, G. (2017). *Handbuch Industrie 4.0: Geschäftsmodelle, Prozesse, Technik*. Carl Hanser Verlag GmbH Co KG.

Richardson, J. E. (2005). The Business Model: An Integrative Framework for Strategy Execution. *SSRN Electronic Journal*. https://doi.org/10.2139/ssrn.932998

Richter, D. (2017, November 15). ROPO-Kaufverhalten: Recherche online – kaufen offline - Hyper Local Marketing. Estratto del 29 agosto, 2018, from http://www.local-marketing.news/ropo-kaufverhalten-recherche-online-kaufen-offline/

Rizk, A. (2016). Industry 4.0: the urgency of data standardization. estratto 2016, da: https://www.manufacturingglobal.com/lean-manufacturing/industry-40-urgency-data-standardisation

Rojko, A. (2017). Industry 4.0 Concept: Background and Overview. *International Journal of Information Management*, *11*(5).

Roth, A. (2016a). *Einführung und Umsetzung von Industrie 4.0: Grundlagen, Vorgehensmodell und Use Cases aus der Praxis*. Springer-Verlag.

Roth, A. (2016b). *Einführung und Umsetzung von Industrie 4.0: Grundlagen, Vorgehensmodell und Use Cases aus der Praxis*. Springer-Verlag.

Russell, S. J., Russell, S. J., & Norvig, P. (2010). *Artificial Intelligence: A Modern Approach*. Prentice Hall.

Sandhusen, R. (2000). *Marketing*. Barron's Educational Series.

Schallmo, D. R. A. (2016). *Jetzt digital transformieren: So gelingt die erfolgreiche Digitale Transformation Ihres Geschäftsmodells*. Springer Fachmedien Wiesbaden.

Schebek, L., Kannengießer, J., & Campitelli, A. (2017a). *Ressourceneffizienz durch Industrie 4.0: Potenziale für KMU des verarbeitenden Gewerbes*.

Schebek, L., Kannengießer, J., & Campitelli, A. (2017b). *Ressourceneffizienz durch Industrie 4.0: Potenziale für KMU des verarbeitenden Gewerbes*.

Schneider, P. (2016). Welche Auswirkungen hat Industrie 4.0 auf KMU? Das Geschäftsmodell als Analyseinstrument. *ZfKE – Zeitschrift Für KMU Und Entrepreneurship*, *64*(4), 253–279.

Schober, P. et all, 2015. http://2inno.eu/en

Schumacher, A., Erol, S., & Sihn, W. (2016). A Maturity Model for Assessing Industry 4.0 Readiness and Maturity of Manufacturing Enterprises. *Procedia CIRP*, *52*, 161–166.

Shemwell, D. J., Yavas, U., & Bilgin, Z. (1998). Customer-service provider relationships: an empirical test

of a model of service quality, satisfaction and relationship-oriented outcomes. *International Journal of Service Industry Management*, *9*(2), 155–168.

Siebe, A. (2018). *Die Zukunft vorausdenken und gestalten: Stärkung der Strategiekompetenz im Spitzencluster it's OWL*. Springer-Verlag.

SI Implementatieagenda 2018, NL. (n.d.). Estratto l'11 luglio, 2018, da https://www.smartindustry.nl/wp-content/uploads/2018/02/SI-implementatieagenda-2018-DEF-LR.compressed.pdf

Smart Industry heeft als ambitie dat Nederland in 2021 het meest flexibele en het beste digitaal verbonden productienetwerk van Europa heeft. - Smart Industry. (2018a). estratto il 4 aprile 2018, da: https://www.smartindustry.nl/

Smart Industry heeft als ambitie dat Nederland in 2021 het meest flexibele en het bes te digitaal verbonden productienetwerk van Europa heeft. - Smart Industry. (2018b). estratto il 4 aprile2018, da: https://www.smartindustry.nl/

Smart Systems. (n.d.). estratto il 9 Aprile 2018, da https://en.wikipedia.org/wiki/Smart_system

Smit, J., Kreutzer, S., Moeller, C., & Carlberg, M. (2016). *Industry 4.0 – Study for the ITRE Committee* (No. IP/A/ITRE/2015-02). Policy Department of the European Parliament.

Song, H., Fink, G. A., & Jeschke, S. (2017a). *Security and Privacy in Cyber-Physical Systems: Foundations, Principles, and Applications*. John Wiley & Sons.

Song, H., Fink, G. A., & Jeschke, S. (2017b). *Security and Privacy in Cyber-Physical Systems: Foundations, Principles, and Applications*. John Wiley & Sons.

Stehr, C., & Struve, F. (2017). CSR und Marketing. In C. Stehr & F. Struve (Eds.), *CSR und Marketing. Nachhaltigkeit und Verantwortung richtig kommunizieren* (pp. 3–11). Springer Gabler, Berlin, IISdelberg.

Stepponat, M. (2018). *Entwicklung und Test einer Internet of Things-Anwendung: Erfassung und Analyse von Bilddaten* (Bachelor of Art). (M. Leisenberg, Ed.). FHM Bielefeld.

Stewart, D. W., & Zhao, Q. (2000). Internet Marketing, Business Models, and Public Policy. *Journal of Public Policy & Marketing*, *19*(2), 287–296.

Strassner, M. (2005). *RFID im Supply Chain Management: Auswirkungen und Handlungsempfehlungen am Beispiel der Automobilindustrie*. Deutscher Universitätsverlag.

Stubbs, W., & Cocklin, C. (2008). Conceptualizing a "Sustainability Business Model." *Organization & Environment*, *21*(2), 103–127.

Symonds, M. (2018). Why tech is the bright future for business schools. *Forbes*. Retrieved from https://www.forbes.com/sites/mattsymonds/2018/02/28/why-technology-is-the-bright-future-for-business-schools/#743839381054

Talk:Henry Ford - Wikiquote. (n.d.). estratto il 6 agosto 2018, da: https://en.wikiquote.org/wiki/Talk:Henry_Ford#%22If_I%E2%80%99d_asked_people_what_they_wanted,_they_would_have_asked_for_a_better_horse%22

The Triple-A Supply Chain. (2004, October 1). Estratto il 7 agosto, 2018, da https://hbr.org/2004/10/the-triple-a-supply-chain

Toffler, A. (1983). *Die dritte Welle, Zukunftschance: Perspektiven für des 21. Jahrhunderts* (Vol. 21).

Goldman, München.

Tupa, J., Simota, J., & Steiner, F. (2017). Aspects of Risk Management Implementation for Industry 4.0. *Procedia Manufacturing*, *11*, 1223–1230.

University of Duisburg. (2018, June 1). Smart Engineering https://www.uni-due.de/iw/en/research/psp3.php. Estratto il 4 febbraio, 2018, from https://www.uni-due.de/iw/en/research/psp3.php

US Dpt. of Agriculture University. (2016). Differences Between Coaching, Counseling, Managing, Mentoring, Consulting and Training. Estratto il 13 Aprile 2018, da: https://www.dm.usda.gov/employ/vu/coaching-diff.htm

van Ede, J. (2017a, August 30). Smart Industry: Introductie. Estratto il 4 Aprile 2018, da: https://www.procesverbeteren.nl/smart_industry/Smart_Industry_Introductie.php

van Ede, J. (2017b, August 30). Smart Industry: Introductie. Estratto il 4 Aprile 2018, da: https://www.procesverbeteren.nl/smart_industry/Smart_Industry_Introductie.php

van Looy, B., Gemmel, P., & Dierdonck, R. (2003). *Services Management: An Integrated Approach*. Pearson Education.

Vikram, A. (2016, September 10). The rise of PROsumers (And what it means for CONsumer companies). estratto l'8, 2018, da https://medium.com/@aditya.vikram/the-rise-of-prosumers-and-what-it-means-for-consumer-companies-26d408325934

Vogel-Heuser, B., Bauernhansl, T., & ten Hompel, M. (2016a). *Handbuch Industrie 4.0 Bd.1: Produktion*. Springer-Verlag.

Vogel-Heuser, B., Bauernhansl, T., & ten Hompel, M. (2016b). *Handbuch Industrie 4.0 Bd.1: Produktion*. Springer-Verlag.

Vogt, A., Dransfeld, W., & Landrock, H. M. (2016). *Industrie 4.0 / Internet of Things, Vendor Benchmark*. (Experton Group AG, Ed.). Munich: Experton Group AG.

Wat kan servitization jouw bedrijf opleveren? - MT.nl. (2017, December 18). estratto il 4 aprile, 2018, da https://www.mt.nl/dossiers/made-in-nl/wat-kan-servitization-jouw-bedrijf-opleveren/547587

WC. (2016). Industry 4.0: Building the digital enterprise. Estratto il 4 Aprile 2018, da: https://www.pwc.com/gx/en/industries/industries-4.0/landing-page/industry-4.0-building-your-digital-enterprise-april-2016.pdf

Weinberger, M., Bilgeri, D., & Fleisch, E. (2016). 20 Linsen auf digitale Geschäftsmodelle. In *Digitale Transformation im Unternehmen gestalten* (pp. 65–70).

Weiser, M. (1995). The Computer for the 21st Century. In *Readings in Human–Computer Interaction* (pp. 933–940).

White, D., & Fortune, J. (2002). Current practice in project management — an empirical study. *International Journal of Project Management*, *20*(1), 1–11.

Wikipedia. (2016). Industry 4.0. Estratto il 9 Aprile, 2018, da https://en.wikipedia.org/wiki/Industry_4.0 (accesso 02/ 02/ 2017)

Wikipedia contributors. (2018, October 20). Open innovation: https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Open_innovation&oldid=864887723

Wilhelmus Adrianus Franciscus, & Timmer, J. W. (2016). *De wereldwijde opmars van Smart Industry*.

Wolf, S., Dollinger, C., Hees, A., & Reinhart, G. (2017). Der Mensch in Interaktion mit autonomen Planungs- und Steuerungssystemen für Cyber-Physische Produktionssysteme. In *Zukunft der Arbeit – Eine praxisnahe Betrachtung* (pp. 123–132).

Xiaomin, L., Di, L., Wan, J., Athanasios, V., & Chin-Feng, L. (2017). A review of industrial wireless networks in the context of Industry 4.0. *Wireless Networks*, *23*(1), 23–41.

Yaqin, M. (2016). Welke soorten (big) data kan je analyseren? – Marya Yaqin. Estratto il 4 aprile, 2018, da http://www.maryayaqin.com/soorten_data/

Zamfirescu, C.-B., Pârvu, B.-C., Schlick, J., & Zühlke, D. (2013). Preliminary Insides for an Anthropocentric Cyber-physical Reference Architecture of the Smart Factory. *Studies in Informatics and Control*, *22*(3). https://doi.org/10.24846/v22i3y201303