

IMPRESA 4.0: SIAMO PRONTI ALLA QUARTA RIVOLUZIONE INDUSTRIALE?



La rivoluzione a portata d'impresa

Gualtiero Fantoni, Gloria Cervelli, Simona Pira, Leonello Trivelli
Dipartimento di ingegneria Civile ed Industriale - Università di Pisa

Chiara Mocenni, Roberto Zingone
Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione e Scienze Matematiche - Università di Siena

Tommaso Pucci
Dipartimento di Studi Aziendali e Giuridici - Università di Siena



Quest'opera è distribuita con Licenza Creative Commons [Attribuzione – Non commerciale – Condividi allo stesso modo] 4.0 Internazionale.
URL: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/legalcode>

Impresa 4.0: Siamo pronti alla quarta rivoluzione industriale?

LA RIVOLUZIONE A PORTATA D'IMPRESA

Sommario

ABSTRACT	3
PREFAZIONE	3
INTRODUZIONE.....	4
PARTE PRIMA	5
COS'È L'INDUSTRIA 4.0	6
Elementi chiave ed innovativi	7
Una nuova chiave di lettura	8
L'automotive e l'industria 4.0	9
Da Industria 4.0 a Impresa 4.0	10
Agricoltura	11
Settore agroalimentare.....	12
Artigianato.....	13
Commercio e Terziario	15
Edilizia	19
Settore estrattivo.....	20
PARTE SECONDA	22
NORMA DIN SPEC 91345:2016	23
ACATECH STUDY	27
Area Risorse	30
1) Asse: Capacità di digitalizzazione	30
2) Asse: Comunicazione strutturata	31
Area Sistemi informativi	31
1) Asse: Elaborazione delle informazioni	32
2) Asse: Integrazione	33
Area Struttura organizzativa	34
1) Asse: Organizzazione interna organica.....	34
2) Asse: Collaborazione dinamica all'interno del <i>value-network</i>	35
Area Cultura.....	36

1) Asse: Propensione al cambiamento.....	36
2) Asse: Collaborazione sociale	37
Da acatech al modello di valutazione	38
Acatech oltre la Norma.....	39
Metriche acatech STUDY.....	39
Punti di contatto e differenze rispetto al modello acatech.....	40
IL MODELLO DI VALUTAZIONE	42
Scopo del modello e <i>driver</i> utilizzati per lo sviluppo del modello	42
Le tre fasi del percorso di valutazione	42
Piano di assessment e audit.....	43
PRE-VALUTAZIONE	45
ASSESSMENT	46
Metriche Assessment.....	47
Report Assessment	53
AUDIT	59
Metriche Audit.....	60
Report Audit	62
OSSERVAZIONI FINALI	67
Sul <i>business model</i>	67
Sulla filiera	68
REVISIONI.....	69
RINGRAZIAMENTI	70
BIBLIOGRAFIA	71
Ulteriori approfondimenti	72
ALLEGATI.....	74
ALLEGATO 1. QUESTIONARIO DI ASSESSMENT	74
ALLEGATO 2. QUESTIONARIO DI AUDIT	107
GLOSSARIO	132

ABSTRACT

Il presente documento è la prima stesura del report relativo alle attività svolte dal team di ricerca del Dipartimento di Ingegneria Civile ed Industriale dell'Università di Pisa, dal team di ricerca del Dipartimento di Ingegneria Informatica e Matematica dell'Università di Siena, con il supporto dell'IRPET (Istituto Regionale per la Programmazione Economica della Toscana), all'interno dell'accordo di collaborazione scientifica che vede come capofila proponente l'attività di ricerca e collettore dei risultati finali la Regione Toscana. L'attività di ricerca è mirata alla "Progettazione di questionario di pre-valutazione semplificato, di un assessment strutturato e di un audit tecnologico finalizzati ad elaborare un quadro conoscitivo dell'impatto dei processi di digitalizzazione sul sistema produttivo regionale, sul comportamento delle imprese e sul loro modello di business".

PREFAZIONE

Il lavoro di ricerca svolto dagli autori nel primo semestre del 2017 è stato orientato alla progettazione e allo sviluppo di alcuni questionari (di valutazione tecnologica e organizzativa) con cui misurare il grado di prontezza del sistema produttivo regionale per poi elaborare un quadro conoscitivo dell'impatto che Industria 4.0 sta avendo ed avrà sul comportamento delle imprese e sui loro modelli di business.

Il paradigma di Industria 4.0 sembra tagliato per l'impresa manifatturiera, ma ha delle interessanti ricadute ben oltre tale settore produttivo. I principi dettati dalla norma DIN SPEC 91345:2016 (il riferimento normativo che delinea le linee guida dell'impianto concettuale di industria 4.0), infatti, si trovano applicati con successo nel turismo, nell'agroalimentare, nell'allevamento e nell'industria estrattiva.

Al termine del lavoro di sviluppo dei questionari che stanno alla base dei modelli di Assessment e di Audit sono stati effettuati alcuni test su imprese appartenenti a diversi settori industriali: manifattura meccanica, settore conciario, settore alberghiero, turistico e dell'accoglienza, agroalimentare. I risultati ottenuti sono stati sorprendenti ed istruttivi per gli autori del presente lavoro.

In questi mesi di ricerca, abbiamo avuto modo di incontrare aziende che producono prodotti innovativi e decisamente orientati ad essere 4.0 per il cliente, ma caratterizzate da una produzione ed una logistica interna con un basso livello di conformità rispetto al paradigma Industria 4.0. Abbiamo scoperto realtà come quelle che operano nei settori dell'allevamento e della produzione di prodotti derivati (latte, formaggi, ecc..) che, a causa di norme cogenti circa l'igiene e la tracciabilità di prodotto e di filiera, presentano livelli di digitalizzazione elevati (o potenzialmente elevati) ed un buon livello di trattamento degli asset. In questi casi gli animali sono identificati con *microchip*, il quantitativo di cibo ed acqua è monitorato (*input*), così come il quantitativo di latte prodotto (*output*). Questi dati sono integrati in un unico sistema informativo deputato al monitoraggio e orientato a garantire la conformità dei prodotti e dei processi rispetto alle norme cogenti o a particolari standard di clienti importanti (come ad esempio la Grande Distribuzione Organizzata).

Questo è solo un caso esemplificativo di come la rivoluzione di Impresa 4.0 - perché è questo il termine che con la presente pubblicazione vogliamo contribuire a far affermare nel discorso pubblico e scientifico - sia alla portata di tutte le aziende indipendentemente dalla loro dimensione, settore di attività, modello di business o maturità tecnologica di partenza.

INTRODUZIONE

Il presente lavoro, frutto della ricerca congiunta fra il Dipartimento di Ingegneria Civile ed Industriale dell'Università di Pisa e del Dipartimento di Ingegneria Informatica e Matematica dell'Università di Siena ed IRPET, ha come obiettivo quello di accompagnare la creazione della piattaforma Industria 4.0 voluta da Regione Toscana per supportare le aziende nella fase di transizione verso il nuovo paradigma.

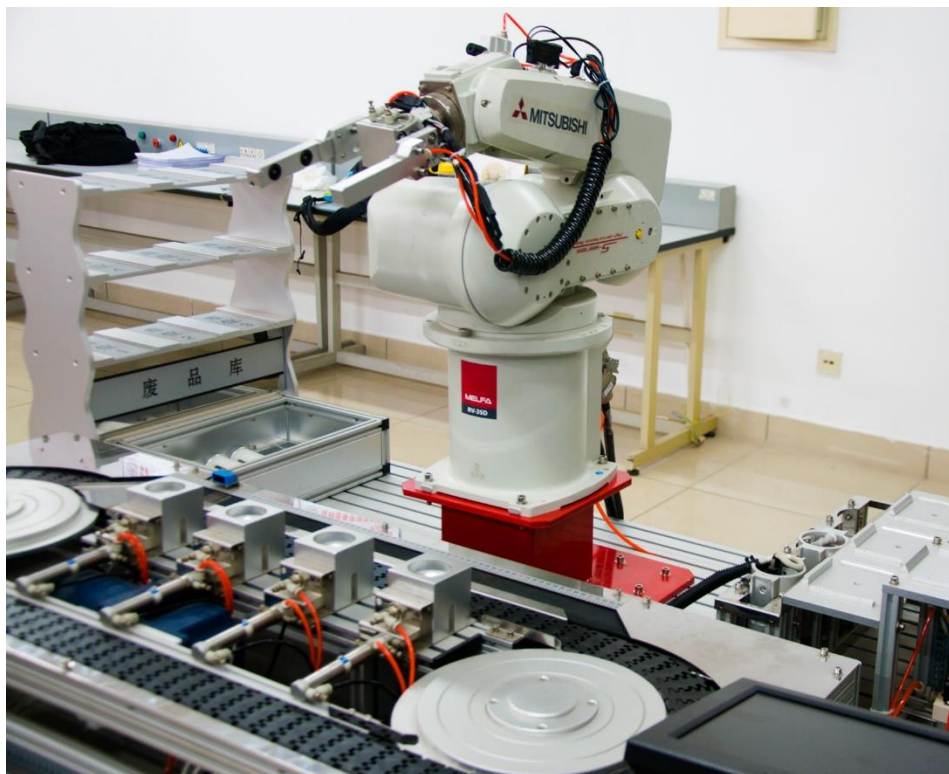
Considerando la complessità della materia, gli autori hanno ritenuto opportuno suddividere il presente manuale in due sezioni distinte. La prima, a carattere più divulgativo, intende essere un supporto per il lettore interessato a comprendere le determinanti del paradigma di Industria 4.0, le sue caratteristiche principali e conoscere alcuni casi concreti di adozione effettiva di queste tecnologie sul territorio toscano. Inoltre, gli autori si propongono qui di presentare una nuova chiave di lettura che verte verso la definizione del concetto di “impresa 4.0”, proprio a rappresentare la portata globale del nuovo paradigma, che non può essere relegato al solo settore industriale e manifatturiero. In questa sezione è stato volutamente deciso di combinare linguaggio tecnico con concetti più accessibili, al fine di essere facilmente compresi - rifuggendo da un tono troppo accademico - ma consentendo, al contempo, di prendere dimestichezza con termini più specifici che saranno poi usati in maniera estensiva nella seconda parte del volume.

La Parte II è infatti più tecnica e orientata ad un pubblico di tecnologi ed esperti che andranno a svolgere assessment tecnologici di maturità aziendale in chiave 4.0 e audit specifici. Questa sezione sarà anche utile all'imprenditore o a coloro che sono deputati a prendere decisioni strategiche in azienda per comprendere in che modo i processi possono essere analizzati e quali siano i razionali dietro ai report che verranno prodotti dagli esperti. In questa sezione, come anticipato in prefazione, la bussola adottata è rappresentata dalla norma DIN:SPEC 91345, presentata in maniera sintetica ma ci auguriamo esauriente, mentre la prospettiva interpretativa è quella dello studio condotto da acatech, l'Accademia tedesca delle Scienze e dell'Ingegneria. Questo contributo, che ci ha convinto per il rilievo dato alla dimensione sistemica e paradigmatica, così distante dagli approcci puramente tecnologici proposti dalle società di consulenza, viene qua adottato come strumento interpretativo per le imprese e chiave di lettura dei modelli di assessment e audit elaborati dai team di ricerca. Arriviamo così al cuore di questa sezione, che risiede proprio nella presentazione di questi modelli che saranno poi adottati in Regione Toscana come *tool* di supporto alle aziende per la rilevazione (*assessment*) del livello di maturità 4.0 e di successivo audit, finalizzato ad approfondire le criticità rilevate e proporre piani di sviluppo e/o di adeguamento al paradigma Industria 4.0.

PARTE PRIMA

IL CONTESTO

In questa sezione verrà presentato il paradigma Industria 4.0, i suoi elementi chiave e le linee di sviluppo che la “quarta rivoluzione industriale” potrà avere nell’economia. Viene inoltre illustrato come usare il termine “Industria 4.0” possa rivelarsi riduttivo in quanto molti settori possono trarre benefici dall’utilizzo delle tecnologie tipiche di Industria 4.0, segnando quindi il passaggio da Industria 4.0 a Impresa 4.0.



COS'È L'INDUSTRIA 4.0

Quando si parla di **Industria 4.0** ci si riferisce a una modalità organizzativa della produzione di beni e servizi che fa leva sull'integrazione degli impianti con le tecnologie digitali.

Le opportunità derivanti da questo nuovo paradigma sono di tale portata da essere paragonabili a quelle generate dall'adozione di macchine alimentate da fonti energetiche inanimate come il vapore o i combustibili fossili ("Prima Rivoluzione Industriale"), a quelle derivanti dall'introduzione della produzione di massa ("Seconda Rivoluzione Industriale") e a quelle veicolate dall'introduzione di impianti automatizzati basati sulle tecnologie elettroniche e informatiche ("Terza Rivoluzione Industriale").

Grazie allo sfruttamento delle nuove frontiere del digitale, Industria 4.0 mira a integrare le tecnologie che nell'Industria 3.0 venivano adottate singolarmente. In particolare l'obiettivo è quello di creare **sistemi ibridi** (produttivi, commerciali, logistici) che siano in grado di gestire, interpretare e valorizzare la grande mole di dati disponibile mediante l'utilizzo delle tecnologie digitali.

Questo può avvenire grazie alla sensorizzazione delle macchine, al collegamento della parte fisica delle materie prime, dei semilavorati e dei prodotti finiti con il loro "duale digitale", all'integrazione della parte fisica dell'azienda con i sistemi informativi usati. In questo modo, i dati disponibili possono essere trasformati in informazioni (dati interpretati), capaci di migliorare la gestione dei magazzini, la produzione, le movimentazioni interne, ma anche gli acquisti a monte e le vendite a valle.

I risultati di questo cambiamento si vedranno, da un lato, nell'**incremento della produttività e dell'efficienza**, attraverso la flessibilità ottenibile dall'integrazione delle nuove tecnologie: imprenditori e manager avranno a portata di mano informazioni di valore attraverso le quali prendere decisioni più consapevoli, basate su dati ed evidenze piuttosto che su supposizioni. Dall'altro lato si potranno sfruttare le nuove tecnologie al fine di **sviluppare nuovi modelli di business** esplorando soluzioni in grado di aumentare i margini, come quelle legate alla *mass customization*.

Infatti le fabbriche intelligenti consentono di soddisfare le esigenze del singolo cliente anche nelle produzioni di massa: nell'Industria 4.0 i processi consentono modifiche dell'ultimo minuto e forniscono la capacità di rispondere in modo flessibile alle interruzioni e ai guasti.

L'impatto massimo atteso da questo nuovo paradigma potrà realizzarsi quando le organizzazioni saranno in grado di gestire in maniera integrata persone, macchine, prodotti e perfino ipotizzare nuovi modelli organizzativi e di business.

Risulta quasi scontato, quindi, come l'Industria 4.0 possa rappresentare il volano su cui basare quella ripresa economica non ancora realizzata, aumentando la produttività e la competitività delle imprese e creando nuovi posti di lavoro.

Per queste ragioni, l'Europa per prima - con un piano da 50 miliardi di euro - e successivamente i singoli Paesi hanno avviato un percorso finalizzato all'individuazione di misure specifiche in grado di sostenere questo nuovo percorso di sviluppo.

In particolare, il piano predisposto dal Governo italiano ("Piano Nazionale Industria 4.0", anche noto con il nome di "Piano Calenda", dal nome del Ministro dello Sviluppo Economico che lo ha promosso e realizzato) si pone come obiettivo quello di **favorire gli investimenti privati** e **sviluppare competenze appropriate** per esplorare le opportunità derivanti dal nuovo paradigma attraverso strumenti pubblici di supporto e la predisposizione delle infrastrutture abilitanti necessarie.

A livello locale, un ruolo di rilievo è stato assunto dalla **Regione Toscana** che, integrando una serie di iniziative eterogenee, mira ad **abilitare aziende, manager e professionisti allo sfruttamento delle opportunità offerte dalle nuove tecnologie e dal Piano Nazionale Industria 4.0**.

Quello che però spesso viene omesso quando si parla dell'Industria 4.0 è che l'idea di base, in realtà, non è nata negli ultimi anni, bensì fa riferimento allo standard **Computer Integrated Manufacturing (CIM)**, diffusosi alla fine degli anni '80. Se i principi di fondo dunque non sono nuovi, quali sono le determinanti principali che hanno reso Industria 4.0 tanto popolare oggi?

Elementi chiave ed innovativi

Pur essendo stata rilevante, non è possibile imputare l'intera fortuna del concetto di Industria 4.0 all'attività di *lobbying* (o *marketing*) condotta da un gruppo di aziende e centri di ricerca tedeschi nei primi anni di questo decennio. Oltre a ciò esistono infatti una serie di ragioni tecniche e pragmatiche che hanno permesso di parlare di una "quarta rivoluzione industriale", quali:

- La disponibilità di tecnologie più evolute, affidabili e meno costose
- La riduzione dei costi di progettazione e sviluppo
- La disponibilità di dati e sorgenti di informazioni esterne al processo
- La possibilità di tradurre i processi cognitivi umani e il *know-how* degli operatori in processi automatici

Se da un lato gli avanzamenti tecnologici sono stati repentini e in grado di modificare drasticamente le barriere di accesso all'uso delle tecnologie 4.0, dall'altro la capacità di imprenditori e manager di comprendere il modo migliore per valorizzarle rimane limitata. In particolare, come spiegato nel rapporto di Staufen (2015), le aziende italiane risultano essere ancora indietro in termini di *awareness* sulle potenzialità e le applicazioni di Industria 4.0 e per tali ragioni è importante individuare modalità adeguate per aiutarle ad attivare percorsi volti all'implementazione delle tecnologie 4.0.

A tal proposito, se si analizza il paradigma di Industria 4.0 sulla base delle specificità delle strutture aziendali e delle aree funzionali, ci si rende conto di come queste siano sovrapponibili tra aziende diverse (per dimensione o per settore di attività) e di quanto alcune tra le tecnologie 4.0 valorizzabili al loro interno possano avere un impatto considerevole a prescindere dalla funzione aziendale presa a riferimento. L'insieme di tecnologie abilitanti dell'Industria 4.0 compone quindi un'architettura modulare, adattabile alle necessità della singola azienda e in grado di ricomporre e valorizzare le specificità di imprese apparentemente molto simili tra loro, restituendo soluzioni ed applicazioni specifiche e sempre diverse.

Proprio per questo non esistono ricette preconfezionate, perché i *driver* su cui fare leva cambiano da impresa a impresa (anche dello stesso settore). Infatti se da un lato una specifica soluzione può essere applicabile in aziende differenti (es. RFID - *Radio Frequency-IDentification*, nella logistica interna), dall'altro imprese molto simili possono trovarsi ad implementare sistemi 4.0 alternativi. Consideriamo, ad esempio, due aziende operanti nello stesso settore ma con diverse *value proposition*: l'Azienda A produce finestre di alta gamma e usa materie prime di pregio destinate a case storiche, l'Azienda B produce finestre *low cost* destinate all'edilizia popolare.

Sebbene apparentemente molto simili, le due aziende avranno bisogno di monitorare e di valorizzare diversi aspetti (*asset*) del processo produttivo e quindi le loro infrastrutture digitali potrebbero essere molto diverse tra loro. Se per l'Azienda A il controllo delle materie prime in ingresso e il controllo della qualità del prodotto

finito sono elementi fondamentali da digitalizzare, per l'Azienda B gli aspetti critici risiedono nella possibilità di realizzare una manutenzione predittiva al fine di evitare il fermo della produzione.

Un ulteriore elemento specifico e determinante sta nella capacità delle aziende di **realizzare processi di integrazione orizzontale e verticale che consentano di creare sistemi in grado di monitorare e valorizzare le informazioni generate all'interno dell'intera filiera produttiva**. L'integrazione, intesa come capacità di unire funzionalmente attività interne ed esterne (a livello di *value chain*), è infatti uno dei concetti centrali del paradigma dell'Industria 4.0.

GKN Driveline Firenze S.p.A. ha sviluppato in collaborazione con l'Università di Pisa un sistema di visione completamente automatico per l'ispezione dei componenti assemblati a fine linea. Il sistema è in grado di controllare il 100% dei prodotti assemblati controllando ben 42 caratteristiche critiche di qualità senza impattare negativamente sul tempo ciclo della linea. Questa soluzione, unitamente alla digitalizzazione dei dati di produzione, garantisce livelli di eccellenza nella qualità del prodotto e delle performance aziendali.

Ma se l'integrazione interna è più semplice da realizzare (perché appunto è quasi completamente realizzabile internamente all'azienda) il concetto di integrazione esterna (relativa cioè ai rapporti e alle informazioni derivanti dall'interazione con fornitori, clienti e altri *stakeholder* coinvolti nella catena del valore) rappresenta un elemento critico per le quasi tutte le imprese. Anche in questo senso, il concetto di Industria 4.0 supera i limiti tipici dell'industria manifatturiera e abbraccia anche molti altri settori del sistema economico, coinvolti nella stessa filiera e/o catena del valore. Questo effetto *spillover* permette l'innescarsi di processi innovativi dirompenti (*disruptive innovation*), che richiedono profonde modifiche ai modelli di business tradizionali di tutti i soggetti coinvolti.

Una nuova chiave di lettura

Mentre i modelli consulenziali su Industria 4.0 proposti da Boston Consulting Group, PricewaterhouseCoopers, Mc Kinsey ed altri si focalizzano sul tema delle tecnologie abilitanti, la norma tecnica tedesca DIN:SPEC 91345 (di cui si parlerà diffusamente nel Capitolo II) si concentra maggiormente sugli aspetti architetturali e di paradigma. In particolare, essa analizza i **concetti chiave** di:

- **Asset aziendale**, con riferimento anche ai sistemi di monitoraggio e controllo
- **Condivisione**, in primo luogo dei dati e delle informazioni
- **Empowerment**, ovvero un processo di responsabilizzazione che riguarda tutti i livelli del lavoro, finalizzato anche a stimolare impegno e motivazione

Benché tradisca una certa enfasi per il settore manifatturiero, la norma è sufficientemente concettuale e ampia da poter essere estesa anche ad altri settori. Il concetto di *asset*, ad esempio, non cambia in base all'area aziendale (produzione, logistica o altro) in cui esso viene applicato, così come il concetto di monitoraggio mantiene il proprio valore sia che si parli di processi manutentivi che di vendita.

Inoltre, la norma pone grande attenzione alle modalità con le quali effettivamente implementare processi di digitalizzazione e integrazione dei sistemi in ottica 4.0, arricchendo quindi in senso operativo la valutazione e l'analisi delle tecnologie abilitanti.

Malgrado i notevoli elementi positivi brevemente descritti, la norma è tuttora meno conosciuta rispetto ai modelli proposti dalle multinazionali della consulenza, i quali sono stati anche presi a riferimento per il "Piano Nazionale Industria 4.0". Tale relazione si riscontra, ad esempio, nella sfumatura che il Governo ha dato al tema dell'integrazione orizzontale e verticale, che rappresenta invece uno degli elementi chiave che la norma attribuisce al nuovo paradigma.

L'automotive e l'industria 4.0

Quando pensiamo allo stereotipo di industria quasi tutti siamo portati a riferirci al mondo della produzione automobilistica. Come atteso, questo è stato uno dei primi settori produttivi in cui è arrivato il vento del 4.0.

Alcune delle eccellenze industriali nel settore della componentistica per l'*automotive*, quali Continental Italy Spa, Magna Closures Motrol division, Pierburg Pump Technology (Rheinmetall), GKN Driveline Firenze Spa, operano in Toscana e esportano in tutto il mondo. Queste grandi imprese, alcune PMI ed alcune Università toscane fanno parte dell'associazione MOVET¹ che ha organizzato nel 2017 tre *workshop* sulle tematiche di Industria 4.0. Gli *workshop* si sono svolti presso gli impianti toscani di tre delle principali multinazionali della componentistica automotive ed hanno visto il confronto tra esperti universitari, technology provider e le aziende. Durante gli eventi le aziende hanno presentato le diverse applicazioni tecnologiche già realizzate nei loro stabilimenti produttivi, quali linee di assemblaggio dove *cobot* (*collaborative robot*) e operatori umani collaborano ai montaggi degli iniettori (**Continental**), sistemi automatici di movimentazione delle parti dal magazzino alle linee (**Magna Closures**), sistemi di comunicazione *real time* dalla produzione agli altri reparti logistica, manutenzione e progettazione (**Pierburg Pump Technology**). Lo scopo dei seminari di lavoro è stato quello di far emergere, in relazione alle effettive necessità dell'azienda ospitante, eventuali criticità, possibili soluzioni e analizzare gli impatti organizzativi e gestionali prodotti dal passaggio al paradigma tecnologico Industria 4.0.

Tuttavia, quelle che ad un osservatore esterno potrebbero sembrare soluzioni pienamente in linea con il paradigma 4.0, presentano anche per gli stessi responsabili delle aziende coinvolte ampi margini di miglioramento, digitalizzazione ed integrazione.

Per questo già adesso **Continental** sta investendo e lavorando per migliorare l'integrazione dei *cobot* sulle linee, standardizzare le modalità di collaborazione uomo-robot, realizzare sistemi automatici ed intelligenti da affiancare alla squadra uomo-robot per ottenere risultati ancora migliori. Grazie a queste applicazioni l'azienda è riuscita ad invertire un processo che fino a pochi anni fa sembrava inarrestabile, come quello della delocalizzazione produttiva. L'avvenuto *re-shoring* (ri-localizzazione) delle attività di assemblaggio presso lo stabilimento Continental di Fauglia (Livorno) sarebbe stato infatti impossibile senza l'introduzione di una innovativa isola in cui quattro operatori e due robot lavorano assieme raggiungendo livelli di produttività e qualità mai raggiunti prima.

Magna Closures, da anni integrata nella catena di subfornitura delle grandi aziende automobilistiche, si trova a gestire la produzione e l'assemblaggio di serrature ed alzacristalli sulla base di ordini giornalieri che arrivano da aziende del calibro di FCA, Audi, BMW. La gestione dei magazzini e della logistica interna è perciò totalmente guidata dal mercato e gli sforzi di ottimizzazione dello storage e delle movimentazioni interne hanno portato a rivoluzionare il layout di fabbrica e a mantenere, in magazzino e lungo le linee, solo il materiale strettamente indispensabile alle lavorazioni previste in quel particolare momento. Tutte le innovazioni tecnologiche, dagli RFID (*Radio-Frequency IDentification*) agli AGV (*Automatic Guided Vehicle*), ai sistemi di *visual management*, sono rivolte al miglioramento di questo aspetto cruciale della logistica interna e delle relazioni a valle con i loro fornitori. "Ma questo è 4.0 o è ancora 3.0?" si domandano i responsabili dello stabilimento di Guasticce (Livorno). La risposta è che la soluzione messa a punto in Magna Closures è sicuramente efficiente e rapidamente reattiva, benché esistano ancora margini per renderla ancora più proattiva. Dalla Germania provengono infatti i primi studi sugli SCEM (*Supply Chain Event Management system*) che dovrebbero essere la

¹ Movet (Centro d'iniziativa su Motori, Veicoli e Tecnologie) è un'associazione che rappresenta a oggi oltre 20 soci fra dipartimenti universitari, multinazionali di primo livello e aziende toscane impegnate nel settore automotive che in Toscana conta oltre 122 aziende che hanno stabilimenti in Toscana.

risposta a chi cerca soluzioni proattive e in cui gli eventi critici si propagano a monte e a valle nella *supply chain*.

Gli aspetti di condivisione delle informazioni (nella catena logistica, ma anche internamente all'azienda) e di accesso alle stesse vanno sicuramente commisurati all'equazione "troppa informazione = nessuna informazione". È da questa criticità che nasce la domanda di base posta da **Pierburg Pump Technology** che riguarda la tematica relativa alla "comunicazione prodotto - processo - progettazione". Nella sede di Livorno Pierburg Pump Technology possiede uno stabilimento produttivo particolarmente automatizzato, con un controllo *real time* della produzione e con sistemi di gestione, elaborazione e distribuzione del dato immediata verso i MES (*Manufacturing Execution System*). Tali dati, dopo essere sintetizzati e validati dall'area produzione, sono condivisi a cadenza settimanale con l'area Progettazione e con la Ricerca e Sviluppo. Questo ciclo, della durata di 5 giorni, è due ordini di grandezza più rapido del ciclo di "sviluppo-prodotto" classico del mondo dell'*automotive*, consentendo quindi all'area progettazione di vedere, quasi in *real-time*, informazioni che ha tempi di metabolizzazione intrinsecamente più lunghi rispetto ad altre funzioni aziendali.

La comunicazione "prodotto-processo" include anche la capacità di gestire i ritorni dal campo, le indicazioni che provengono dall'assistenza tecnica, l'emersione di *failure* e la loro gestione (attività che sta assumendo sempre di più carattere di obbligatorietà anche per i fornitori di componenti per le autovetture - vedasi ISO/TS 16949). Per gestire in maniera corretta e proattiva gli errori e le lezioni apprese occorrerebbe implementare processi di ascolto efficaci, promuovere le attività di consolidamento del *know how* in *lessons learned* e alimentare il PLM (*Product Lifecycle Management*) aziendale in maniera bidirezionale. Si vedrà nel Capitolo II come la norma DIN:SPEC non sia specifica su questo aspetto, mentre altri modelli (*acatech study*) lo tengano esplicitamente in considerazione.

L'elevato livello di consapevolezza sul 4.0 delle aziende di cui sopra dipende dalla loro caratura internazionale, dall'attenzione ai processi progettuali e decisionali e dalla loro inclinazione allo scambio ed apprendimento. Soprattutto questi due valori sono considerati centrali per poter continuare ad operare con successo in mercati altamente concorrenziali come quello dell'*automotive*.

Da Industria 4.0 a Impresa 4.0

L'economia digitale ha fornito esempi emblematici riguardo l'improvviso declino di modelli di business ampiamente consolidati nei settori più svariati (si pensi ai classici esempi di Polaroid, Motorola, Nokia, Blockbuster) e la loro sostituzione con modelli completamente diversi (come AirB&B nel settore turistico o Netflix nel *broadcasting*). La digitalizzazione impatta infatti trasversalmente sui diversi settori produttivi e sul terziario, e verticalmente su grandi, medie e piccole imprese. D'altra parte, artigiani, operatori turistici e professionisti di vario genere si sono trovati a competere in nuovi mercati da cui sono gradualmente scomparsi i *player* tradizionali, sostituiti da nuovi "artigiani digitali" (*makers*), da nuove tipologie di operatori (Uber), da sistemi di pubblicità liquidi (Tripadvisor). Non esistono settori immuni al cambiamento: i processi di digitalizzazione sono così pervasivi e la rapidità con cui circolano i beni e le informazioni così alta che assistiamo a velocissimi cambiamenti nel panorama competitivo e al progressivo superamento di formule imprenditoriali fino a poco tempo fa apparentemente inattaccabili.

Per queste ragioni si apre un ampio ventaglio di scenari in cui tutto il tessuto imprenditoriale è abilitato allo sfruttamento delle tecnologie digitali al fine di migliorare i processi e sviluppare nuovi prodotti/servizi. Scenari che, comunque, non sono interamente nuovi rispetto a questi settori: si pensi, ad esempio, all'agricoltura e all'uso di sensori per il monitoraggio delle caratteristiche fisiche del suolo nel settore agricolo fatto fin dagli anni '90

o alle recenti applicazioni di sistemi cyber-fisici nel turismo o nel commercio, finalizzati a simulare l'esperienza dell'utente/consumatore consentendo così alle aziende di poter modificare la propria offerta. Partendo da queste considerazioni si andranno di seguito ad evidenziare gli aspetti caratteristici e i "paradigmi digitali" applicabili (e, talvolta, già applicati) nei settori economici diversi dalla manifattura, così da mostrare la rilevanza della transizione in atto che ci consente di parlare di **Impresa 4.0**.

Agricoltura

Come accennato brevemente nella sezione precedente, il settore agricolo è stato uno dei primi ambiti in cui le tecnologie ICT si sono inserite in modo significativo. La necessità di gestire vastissimi appezzamenti di terreno e la relativa semplicità dei parametri da analizzare ha consentito di progettare sistemi digitali di gestione delle colture che sono estremamente simili a quelli previsti in Industria 4.0. A partire dai primi anni '90, tecnologie quali GPS, GIS, GSM, microprocessori, sensori ed attuatori, vengono così applicate al settore agricolo nell'ambito della cosiddetta *precision agriculture*. Attraverso l'osservazione, l'acquisizione e l'interpretazione di dati, l'agricoltura di precisione consente di valutare lo stato delle colture in modo puntuale e costante, fornendo agli imprenditori ed agli operatori gli strumenti e le informazioni necessarie per migliorare la resa agricola. Queste soluzioni permettono di aumentare l'efficienza nelle diverse pratiche agronomiche. Ad esempio, per quanto concerne la densità di semina queste soluzioni possono determinare le aree da irrigare maggiormente in base alla tipologia di terreno e lo spargimento dei concimi. Inoltre, la possibilità di creare un duale digitale dei campi coltivati, consente agli agricoltori di eseguire le lavorazioni con mezzi a guida autonoma.



FIGURA 1 POSSIBILE IMPLEMENTAZIONE DI TECNOLOGIE DI INDUSTRIA 4.0 NELL'AGRICOLTURA

L'utilizzo di tecnologie 4.0 permette inoltre di sviluppare soluzioni più efficienti da integrare ai già esistenti sistemi di protezione delle colture per limitare i danni causati dalla fauna selvatica. Ad esempio, l'applicazione di sistemi di monitoraggio video (fototrappole) consente l'identificazione dell'avifauna presente e determina l'attivazione di richiami di ansia ed allarme di uccelli della stessa specie oppure i richiami dei loro predatori, al fine di allontanare gli stormi e tutelare i raccolti di maggior valore come l'uva destinata alla trasformazione (Figura 1). Queste soluzioni sono particolarmente vantaggiose nel caso in cui una coltura di pregio sorga vicino ad un'area protetta dove la densità di animali selvatici è elevata e non soggetta a controllo venatorio.

Soluzioni altrettanto innovative possono essere applicate nell'allevamento con sistemi che tengono sotto controllo le aree in cui gli animali si nutrono e consentono, per esempio nel caso dei bovini o degli ovini, di analizzare la quantità e le caratteristiche del latte prodotto alla luce dell'alimentazione del singolo animale.

Settore agroalimentare

Il settore dell'agroalimentare rappresenta uno dei comparti centrali dell'economia italiana e toscana. La sua centralità è determinata anche dalle relazioni che questo sviluppa con altri settori economici molto importanti, quali l'artigianato, il turismo ed il commercio. L'agroalimentare è uno dei fiori all'occhiello dell'economia nazionale e se la qualità e la salubrità dei prodotti, unite alla reputazione degli operatori e al *brand* "Italia", fanno sì che i prodotti del nostro Paese siano i più apprezzati al mondo, la difficoltà nell'integrare le filiere e i tentativi di imitazione da parte dei *player* internazionali ("*Italian sounding*") spesso mettono a rischio la possibilità di valorizzare pienamente quanto viene prodotto. La digitalizzazione e l'innovazione possono rappresentare quindi *driver* importanti per far fronte a tali criticità e rafforzare il vantaggio competitivo delle aziende locali.

L'applicazione delle tecnologie digitali nel settore agroalimentare è al momento concentrata nell'utilizzo di PLC (*Programmable Logic Controller*), in particolare per la gestione di celle frigorifere o di macchinari per la lavorazione dei prodotti alimentari. Tuttavia queste applicazioni risultano ad oggi sporadiche e mancano di interconnessioni, al punto da impedire alle aziende del settore di poter avere una visione completa ed integrata di quella che è la situazione all'interno dell'impianto o rispetto ai canali di distribuzione.

Inoltre, se da un lato le soluzioni digitali per l'innovazione di processo sono già implementate e consentono alle aziende agricole di migliorare le proprie *performance* grazie ad attività di monitoraggio più efficace, dall'altro le potenzialità delle tecnologie digitali aprono nuovi orizzonti per quel che riguarda la logistica, la tracciabilità e le relazioni con i clienti che finora sono state esplorate solo parzialmente. Si aprono, cioè, importanti possibilità di integrazione verticale della filiera. Grazie all'utilizzo delle *blockchain*, ad esempio, si può certificare l'origine di un certo quantitativo di olive prodotte da un agricoltore sulla base delle dimensioni del terreno e del numero di alberi in modo da capire se la produzione è congrua rispetto a tali parametri o se ci sono olive la cui provenienza non può essere accertata. Questo controllo viene ripetuto nelle fasi successive al fine di certificare che la quantità di olive e quindi di olio non vari in modo inatteso ed improbabile. Tale sistema supporta inoltre i percorsi di certificazione dell'olio prodotto in una certa area e contribuisce a ridurre la possibilità di frodi e contraffazioni tutelando sia le aziende produttrici che i consumatori (Figura 2).



FIGURA 2 ESEMPIO DI UTILIZZO DELLE BLOCKCHAIN NEL SETTORE AGROALIMENTARE

Artigianato

L'artigianato italiano ha sofferto particolarmente il lungo periodo di crisi economica degli ultimi anni e molte imprese artigiane sono state chiuse mettendo in difficoltà molte aree del Paese. La concorrenza dei beni standardizzati prodotti delle aziende provenienti dai Paesi in via di sviluppo unita al ridotto potere d'acquisto delle famiglie e alle difficoltà di accesso al credito ha contribuito a indebolire ulteriormente un settore in cui talvolta è difficile intraprendere percorsi di cambiamento che consentano di rispondere alle mutevoli condizioni di contesto.

Spesso infatti l'innovazione e l'adozione di tecnologie *high-tech* vengono percepite come elementi che rischiano di mettere a repentaglio il contenuto di "artigianalità" dei prodotti realizzati e di ridurre in modo considerevole l'importanza del contributo manuale, che viceversa spesso risulta essere il valore aggiunto fondamentale per il successo di queste realtà imprenditoriali.

Questi motivi che finora hanno limitato l'implementazione e lo sviluppo di soluzioni tecnologiche e digitali da parte degli artigiani offrono in ogni caso la possibilità di identificare nuovi percorsi per la digitalizzazione delle imprese per il loro pieno coinvolgimento nella quarta rivoluzione industriale.

Infatti, grazie ad uno sforzo di concettualizzazione e di analisi dei modelli di business e dei processi di produzione e vendita è possibile individuare le attività che gioverebbero dell'utilizzo delle tecnologie 4.0 portando dei vantaggi per le imprese artigiane senza però stravolgerne la vocazione artistica e tradizionale.

La diffusione delle tecnologie digitali ha già creato nuove opportunità di sviluppo per le aziende artigiane, le quali possono modificare il proprio modello di business grazie all'adozione di nuove tecnologie in azienda.

Un esempio concreto di questa transizione, che non sarebbe stata possibile senza l'accesso alle nuove tecnologie, è rappresentato dall'esperienza del maglificio Dalle Piane Cashmere di Prato, che nel 2010 ha intrapreso un percorso di profondo cambiamento aziendale passando dal mercato B2B ad avere un proprio marchio con cui commercializzare i prodotti su scala internazionale. Grazie ad un rinnovato focus sulla qualità, all'apertura di un e-commerce proprietario e alla contestuale collaborazione con Amazon, l'azienda è riuscita a mantenere l'artigianalità della produzione, rivoluzionando però il modello di business ed entrando con successo nel mercato internazionale. La digitalizzazione dei canali distributivi ha consentito all'azienda di modificare anche i processi di produzione andando a ridurre i costi legati alla gestione delle scorte in magazzino e attivando dei sistemi di produzione orientati verso l'approccio *just-in-time*. L'introduzione dell'e-commerce, principale strumento di vendita, ha inoltre permesso il miglioramento della logistica delle consegne e consentito ai clienti di monitorare in tempo reale lo stato della spedizione, con un effetto positivo sulla credibilità aziendale (Figura 3).



FIGURA 3 INTEGRAZIONE TRA E-COMMERCE, PRODUZIONE E LOGISTICA IN UN MAGLIFICIO

Commercio e Terziario

Il commercio è stato uno dei primi settori ad aver scoperto le tecnologie digitali e ad averne compreso opportunità e limiti. A partire dai primi anni 2000 l'avvento dell'e-commerce (Ebay prima, Amazon e molti altri poi), ha rivoluzionato le abitudini di acquisto degli individui, determinando nuovi stili di consumo e sfidando le aziende chiamate a definire nuove strategie di distribuzione e commercializzazione.

La possibilità per gli utenti di trovare prezzi più convenienti rispetto all'acquisto in negozio, unita alla comodità del servizio, ha fatto sì che in Italia il valore totale degli acquisti *online* nel periodo dal 2013 al 2017 sia più che raddoppiato. Dal lato delle aziende, invece, lo sviluppo dell'e-commerce e la disponibilità di strumenti sofisticati per il monitoraggio delle pagine *web* (es. Google Analytics, bitly, ecc.) ha rafforzato la capacità di analisi delle informazioni, aprendo il campo a nuovi modelli per studiare ed approfondire i clienti ed i loro bisogni.

Le nuove tecnologie hanno così creato nuove opportunità per il commercio *online*, mentre in genere il commercio *on site* ed il *retail* non hanno ancora saputo sfruttare il digitale al massimo del suo potenziale. Le nuove tecnologie, e in particolare le soluzioni IoT (*Internet of Things*), possono però contribuire a migliorare gli ordini e la gestione delle merci in ingresso, arricchire i servizi di *front end* e le interazioni con i clienti all'interno del negozio fisico; questo anche tramite l'integrazione dei *social media* e i canali *web*.

A prescindere dal fatto che si parli di commercio, trasporti, turismo o *entertainment*, gli elementi più rilevanti da analizzare in un'ottica 4.0 applicata al terziario sono i livelli di interazione con il cliente, la loro "trasformazione" in *asset* digitali e le modalità di presentazione delle offerte sul mercato. L'elemento principale da monitorare e interpretare è invece l'esperienza del consumatore. In particolare, trattandosi di un aspetto intangibile e di difficile decodificazione, la sfida per le aziende diventa quella di sviluppare modelli realistici per testare come l'esperienza del cliente incida effettivamente sulla struttura del business e sulla *performance* finale dell'impresa.

Nel settore della **vendita al dettaglio** (*retail*), grazie all'utilizzo di sensori, controllori/processori e sistemi di visualizzazione, è possibile sviluppare soluzioni in grado di rivoluzionare l'esperienza d'acquisto del cliente e di fornire al negozio tutte le informazioni per comprendere meglio esigenze e gusti. Sempre più spesso infatti i punti vendita installano *totem*, *tablet* o dispositivi *touch screen* per offrire al pubblico la possibilità di dare uno sguardo anche ai prodotti disponibili *online*, creando una connessione diretta tra il mondo dell'e-commerce e i punti vendita fisici.

I sistemi fisici e il loro duale digitale diventano inoltre gli strumenti per raccogliere informazioni sulla clientela per poi procedere eventualmente a modifiche dell'offerta. Una possibile applicazione di questo modello consiste, ad esempio, nell'integrazione di un microcontrollore su un set di espositori rotanti che, oltre a raddoppiare lo spazio espositivo, permette la sincronizzazione dei movimenti (attraverso un'app per *smartphone*) e la raccolta di dati sulle preferenze dei clienti (Figura 4). Questa installazione può essere inoltre arricchita, in termini di tecnologia e capacità di analisi, attraverso un sistema di rilevazione di passanti e la mappatura dell'interazione che questi soggetti hanno con la merce esposta.

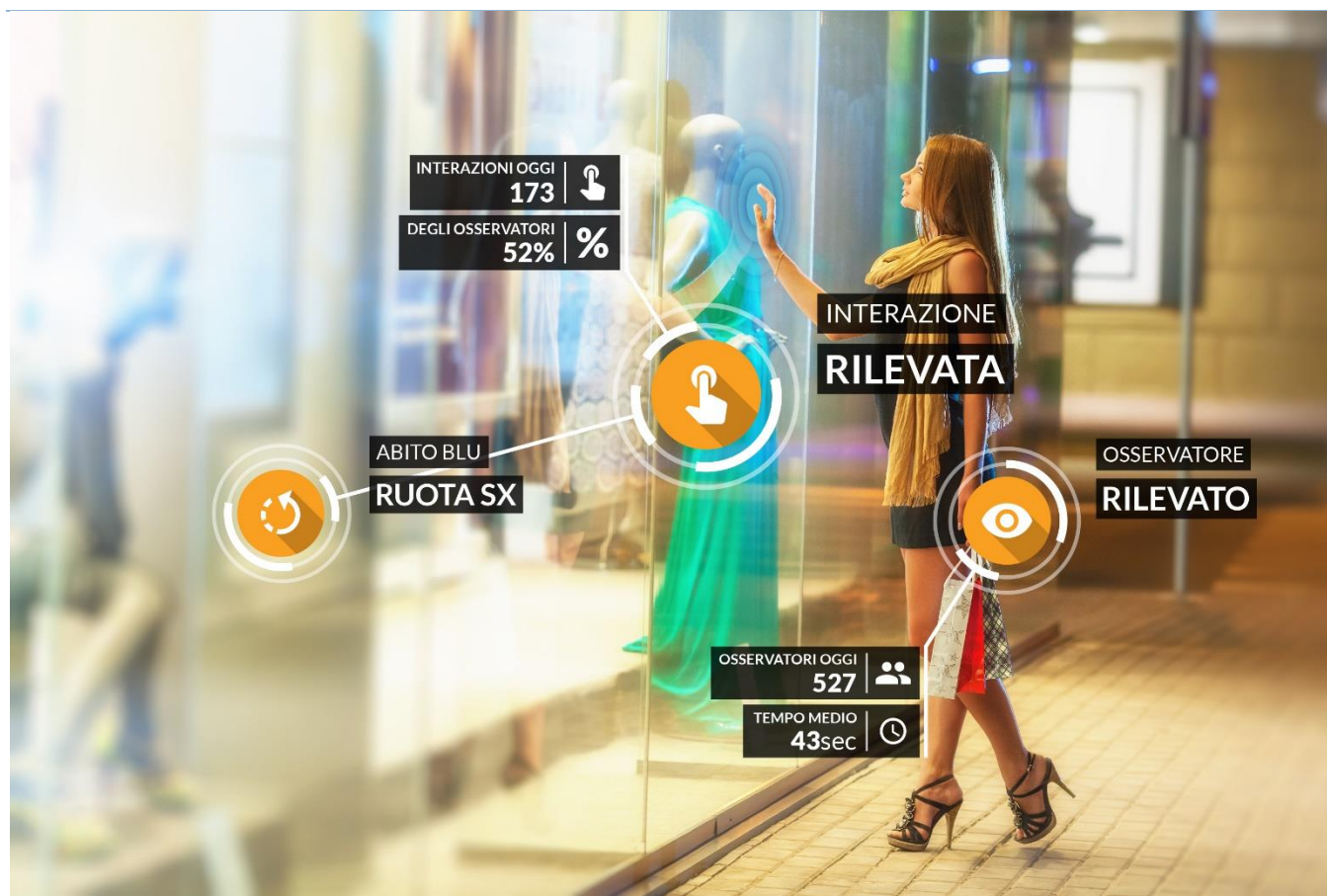


FIGURA 4 ESPOSITORI ROTANTI CHE RENDONO 4.0 LA VETRINA DI UNA GIOIELLERIA (CORTESIA, ZERYNTH)

I principi e le tecnologie alla base dell'applicazione descritta possono essere facilmente applicati ad un contesto molto diverso come quello della **Grande Distribuzione Organizzata** (GDO). Se per i negozi tradizionali infatti la digitalizzazione dell'esperienza di consumo viene veicolata principalmente attraverso gli espositori e articolata in funzione degli spazi occupati dal negozio, nella GDO la struttura dei punti vendita, i dispositivi e i sistemi utilizzati favoriscono l'implementazione di soluzioni 4.0 più complesse ed in grado di generare sia miglioramenti dei processi che nuovi modelli di business.

Un esempio interessante è quello del monitoraggio dei sistemi di refrigerazione. Grazie all'utilizzo di sensori applicati all'interno di tali impianti è possibile monitorare costantemente le temperature d'esercizio, tutelando così la qualità dei prodotti e prevedendo il momento migliore in cui effettuare la manutenzione. Inoltre, se da un lato i sensori consentono di fare monitoraggio di processo, dall'altro rendono possibile l'acquisizione di dati sui clienti e sul loro comportamento d'acquisto in funzione del numero di persone che aprono gli sportelli dei frigoriferi e del numero di persone che sono transitate intorno al frigo stesso (Figura 5).



FIGURA 5 LOGICA DI FUNZIONAMENTO DEL SISTEMA DI MONITORAGGIO DEI SISTEMI DI REFRIGERAZIONE

Per quanto riguarda il settore del **turismo** e degli eventi, sono state recentemente introdotte delle tecnologie che, seppur semplici come i braccialetti di plastica o carta utilizzati nei villaggi turistici o nei centri benessere per consentire ai clienti di accedere a servizi dedicati, rappresentano un primo tentativo di visione d'impresa in senso 4.0 (benché ancora in modalità *offline*).

Integrando queste soluzioni con tecnologie 4.0 (quali semplici RFID - *Radio-Frequency IDentification*) è possibile creare sistemi finalizzati a strutturare meglio la propria *value proposition* e di ottimizzare, ad esempio, i processi di approvvigionamento sulla base dei reali consumi dei clienti. Questi sistemi, per quanto complessi, sono relativamente facili da implementare e rappresentano costi gestibili anche da realtà medio-piccole, andando così anche a sfatare il mito che le applicazioni 4.0 richiedano necessariamente investimenti ingenti realizzabili solo da grandi imprese.

Un esempio interessante in questo senso è quello delle “Calidario Terme Etrusche” (Campiglia Marittima, Livorno) che utilizza braccialetti elettronici per consentire ai clienti di accedere a determinate aree dell'impianto in base alle loro prenotazioni (Figura 6).



FIGURA 6 FUNZIONAMENTO DEL BRACCIALETTO ELETTRONICO CHE REGOLA GLI ACCESSI DEI CLIENTI (CORTESIA, CALIDARIO TERME ETRUSCHE)

Una possibile applicazione nel settore **ristorazione** di applicazioni 4.0 è rappresentata dal caso di un chiosco di *street food* che, grazie all'utilizzo di un *tablet* ed al *tracking* delle vendite comunica direttamente con il magazzino e allinea in tempo reale approvvigionamenti e produzione alle richieste dei clienti. Allo stesso tempo il sistema monitora i *trend* di preferenza dei prodotti, la loro stagionalità e gli abbinamenti più apprezzati, in modo da progettare in anticipo promozioni e sconti speciali.

Nel settore **turistico** uno dei contributi fondamentali proveniente dall'implementazione di tecnologie 4.0 riguarda invece la ridefinizione del modello di business per attirare nuovi clienti. Per fare un esempio, incrociando in *real-time* i dati sulle prenotazioni con il numero di clienti presenti, un villaggio turistico può decidere di applicare delle promozioni sul corso di *snorkeling* organizzato dallo staff della struttura. Le offerte possono così essere veicolate tra i clienti presenti attraverso un servizio di *instant messaging*, offrendo quindi ai clienti un servizio aggiuntivo (Figura 7). Tale sistema permette anche un'ottimizzazione dei ricavi derivanti da servizi che, se invenduti, costituirebbero comunque un costo per la struttura.



FIGURA 7 ESEMPIO DI PROMOZIONI EFFETTUATE IN REAL-TIME SULLA BASE DELLE PRENOTAZIONI EFFETTIVE

Edilizia

Nel settore dell'edilizia e delle costruzioni l'applicazione di tecnologie 4.0 permette lo sviluppo di interi nuovi processi produttivi, implementabili a partire dall'introduzione di sistemi di pianificazione e monitoraggio intelligente delle materie prime sul cantiere finalizzati alla riduzione degli spazi occupati dai materiali e al controllo degli effettivi costi di produzione. Nuovi macchinari, invece, permettono sistemi di posa e di costruzione realizzati in parte o completamente da robot, con benefici in termini di precisione e accuratezza delle operazioni. Anche l'*Additive manufacturing* si affaccia al settore edile, attirando sempre più l'interesse fra i costruttori.

Uno degli aspetti più interessanti circa l'applicazione di tecnologie 4.0 in questo settore riguarda la riduzione dei rischi in cantiere. Se integrate nei dispositivi di protezione individuale, le nuove tecnologie consentono infatti funzioni di monitoraggio e analisi degli operatori e dei rischi connessi alle attività svolte, potendo così contribuire all'incremento degli standard di sicurezza.

Oltre a questi aspetti, le soluzioni che Industria 4.0 può apportare al settore delle costruzioni risiedono nell'incremento dei livelli di *performance* e di funzionalità degli edifici, fino ad oggi alla portata soltanto di pochi clienti: materiali innovativi, sistemi e impianti di monitoraggio automatico, soluzioni *cloud* che consentono di impostare le condizioni ambientali preferite riducono al minimo l'impatto ambientale e il consumo energetico degli edifici (Figura 8).

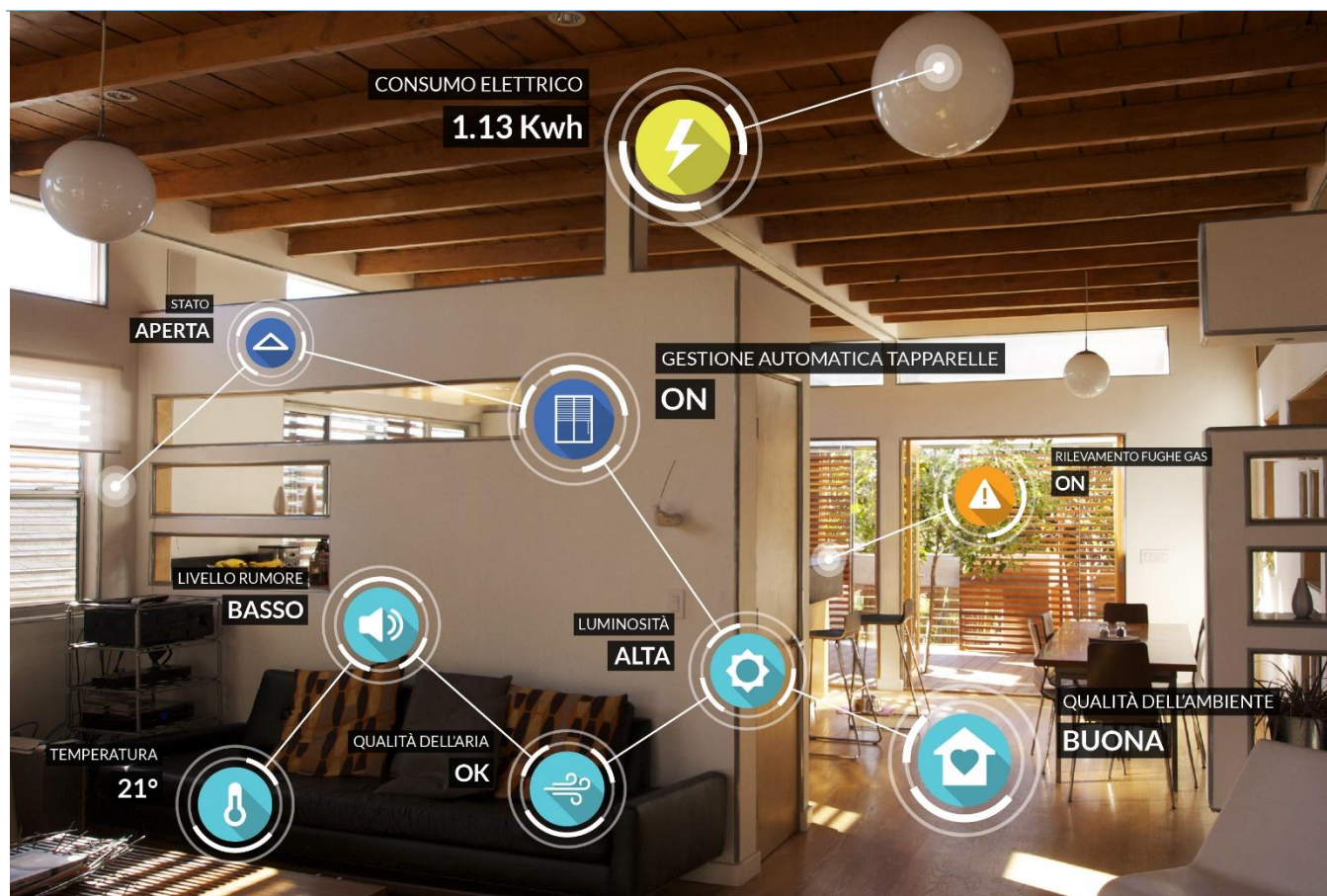


FIGURA 8 LOGICA DI FUNZIONAMENTO DEL SISTEMA DI MONITORAGGIO DI UN'ABITAZIONE (CORTESIA, ZERYNTH)

Settore estrattivo

Il settore estrattivo assume un ruolo di rilievo all'interno dell'economia regionale toscana ed è un'eccellenza a livello internazionale per quel che riguarda il marmo di Carrara. Quello estrattivo è un settore tradizionale e le aziende che vi operano appaiono tendenzialmente poco propense ad investire in percorsi di digitalizzazione. Nonostante ciò, soluzioni tecnologiche avanzate vengono veicolate spesso dai produttori della tecnologia utilizzata per le lavorazioni (in particolare macchinari) e l'uso di macchine da taglio a controllo numerico è abbastanza diffuso.

Il settore è legato a doppio filo con quello della chimica e dell'edilizia, ma assume contorni strutturali tali da avvicinarlo sia all'industria che all'agricoltura, al punto che si parla di "coltivazione" della cava. Partendo proprio da questi comparti si può analizzare l'influenza che le nuove tecnologie hanno sulle lavorazioni poste in essere nelle cave e nelle attività estrattive.

Se l'impatto della digitalizzazione non risulta attualmente decisivo per l'innovazione dei modelli di business, le nuove tecnologie 4.0 permettono un incremento della capacità di coordinamento tra organizzazioni integrate verticalmente all'interno della filiera, nonché la semplificazione delle fasi di lavorazione e approvvigionamento. Parallelamente a questo la "quarta rivoluzione industriale" contribuisce a sviluppare diverse applicazioni rilevanti nell'ambito dell'innovazione di processo.

La conformazione dei siti di estrazione ha un grosso impatto sull'effettiva adozione delle nuove tecnologie. Per questi motivi, ad esempio, il monitoraggio degli impianti, così come il controllo dei macchinari e del prodotto estratto, risultano essere estremamente difficili. Le condizioni ambientali rendono tradizionalmente complicata anche la gestione della logistica e lo stoccaggio dei prodotti, ma l'inserimento di sistemi Wi-Fi o delle reti LORA (*Low range wide area network*) permette il superamento di questi problemi. Infatti l'applicazione di tali reti rende possibile il controllo dei mezzi meccanici che operano all'interno del sito e permette di intervenire prontamente in caso di guasti o malfunzionamenti.

Come per l'edilizia, anche in questo settore le nuove tecnologie contribuiscono ad incrementare i sistemi automatizzati di sicurezza, tema molto importante nell'industria estrattiva. L'applicazione di sistemi di rilevamento applicati ai dispositivi di sicurezza individuali apre a nuove soluzioni implementabili sia *outdoor* che all'interno dei siti, anche in sotterranea, consentendo, ad esempio, di conoscere la posizione di tutti gli operatori in caso di incidente (Figura 9).



FIGURA 9 LIVELLI DI SICUREZZA MONITORATI GRAZIE A TECNOLOGIE TIPICHE DI 4.0

PARTE SECONDA

MODELLI DI PRE-VALUTAZIONE, ASSESSMENT E AUDIT

In questa sezione viene presentato un modello di valutazione del grado di maturità delle imprese rispetto alle tecnologie tipiche dell'Industria 4.0 partendo dalle fonti principali su cui si basa, ovvero la norma **DIN SPEC² 91345:2016** e il modello **Industrie 4.0 Maturity Index - Managing the Digital Transformation of Companies (acatech STUDY, 2017)**. Nei paragrafi successivi sono analizzati sia i punti di contatto tra il modello e le fonti citate, sia gli aspetti rispetto ai quali il modello proposto si differenzia. Vengono inoltre illustrati il modello e le metriche utilizzate per la valutazione delle imprese.



² DIN: Il *Deutsches Institut für Normung* (Istituto tedesco per la standardizzazione, meglio noto come DIN) è un'organizzazione tedesca che si occupa della definizione di norme.

SPEC: Lo *Standard Performance Evaluation Corporation* è una società senza scopo di lucro costituita per stabilire, mantenere e approvare un insieme standardizzato di benchmark di prestazioni ed efficienza energetica per i sistemi di calcolo di nuova generazione.

NORMA DIN SPEC 91345:2016

La norma DIN SPEC 91345:2016 rappresenta il primo tentativo di standardizzazione e di sistematizzazione del paradigma di Industria 4.0 attraverso lo sviluppo di un'architettura di riferimento: il **Referenzarchitekturmodell Industrie 4.0 (RAMI 4.0)**.

La creazione di un modello di valutazione della *readiness* delle aziende rispetto ai temi cardine della “quarta rivoluzione industriale” non può quindi prescindere dal prendere a riferimento la norma e le sue componenti fondamentali.

Il concetto centrale della norma è quello di **Asset**, ovvero di elemento che contribuisce a creare valore per l'azienda sia esso materiale o immateriale. E' proprio sul concetto di asset che si struttura il passaggio da mondo fisico ad un mondo virtuale dove il componente reale è collegato al suo duale digitale. Tutti gli asset appartenenti al mondo fisico infatti diventano “componenti” di Industria 4.0 se questi vengono rappresentati correttamente nel mondo digitale. La rappresentazione di un asset nel modo digitale, per vincoli del mondo reale, non potrà mai essere completamente realizzata, quindi non assisteremo mai ad un vero e proprio duale digitale. Per questo si parla più opportunamente di “ombra digitale” che consiste in una rappresentazione più precisa possibile, quasi completa dell'asset.

Il percorso che consente di tradurre un asset fisico nel suo duale digitale comprende diverse fasi e prende in considerazione una serie di elementi fondamentali per la comprensione del framework normativo. Tale percorso è rappresentato nella Figura 10 e dettaglia, dal basso verso l'alto, le variabili che consentono ad un'azienda di avere una raffigurazione completa e strutturata degli aspetti critici che impattano sulla digitalizzazione delle aziende.

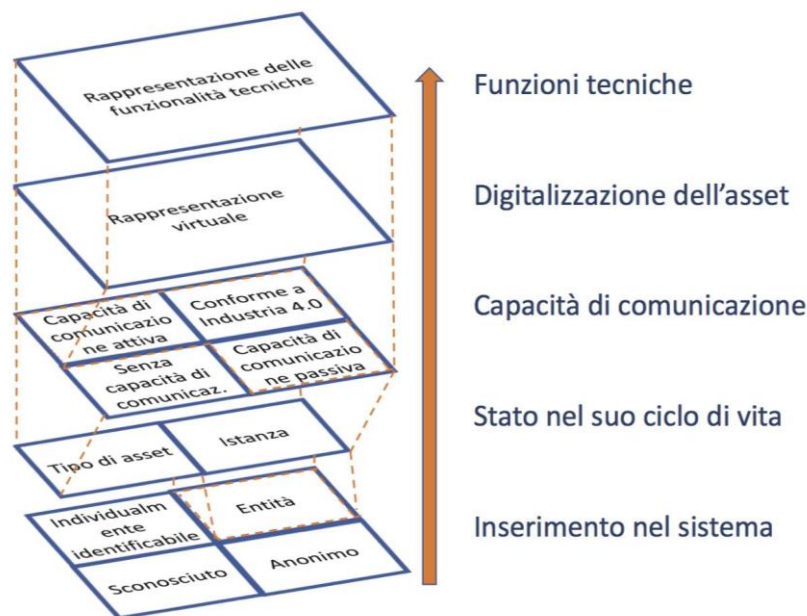


FIGURA 10 LIVELLI DI DIGITALIZZAZIONE DI UN ASSET (FONTE: RIELABORAZIONE NORMA DIN SPEC 91345:2016)

Inserimento nel sistema

Un asset può assumere diversi ruoli all'interno del sistema informativo. In particolare un asset può essere:

- **Sconosciuto:** l'asset non è identificato
- **Anonimo:** l'asset è identificato come appartenente ad un gruppo più ampio ma non singolarmente - Es. un giraviti in un contenitore con altri giraviti si identifica solo genericamente come "giraviti" senza tener conto delle sue specifiche caratteristiche intrinseche
- **Individualmente identificabile:** l'asset è identificato singolarmente sulla base di informazioni specifiche riferite al singolo oggetto - Es. un giraviti in un contenitore con altri giraviti può essere identificato singolarmente sulla base di un apposito nome assegnato al singolo giraviti
- **Entità:** l'asset è identificato singolarmente e integra oggetti che a loro volta potrebbero essere presi in considerazione singolarmente. Un'entità è in grado di acquisire dati e può essere gestita all'interno di un ambiente virtuale grazie al cosiddetto *administration shell*

Stato nel suo ciclo di vita

Un'entità contiene informazioni sul tipo di asset ovvero sulla tipologia di asset preso in considerazione (utilizzo nella catena del valore, proprietà e stato) oppure sull'istanza ossia sulle informazioni specifiche del singolo asset digitalizzato.

Capacità di comunicazione

Gli asset materiali possono assolvere funzioni diverse all'interno del business, in particolare essi possono svolgere compiti materiali, ma possono anche trasmettere informazioni nonché fare entrambe le cose grazie all'integrazione di tecnologie che offrono la possibilità di usare sistemi di comunicazione digitale. Nello specifico l'analisi delle capacità di comunicazione ci consente di individuare diverse tipologie di asset:

- **Senza capacità** di comunicazione
- Con capacità di comunicazione **passiva** (es: RFID, barcode, ecc.)
- Con capacità di comunicazione **attiva** (microcontrollore, microprocessore, ecc.)
- **Conforme** a Industria 4.0 nel caso in cui l'asset integri capacità di comunicazione ad unità hardware e software. In questo caso l'asset prende il nome di **Componente I4.0**

Digitalizzazione dell'asset

La rappresentazione virtuale dell'asset contiene tutti i dati e le proprietà che caratterizzano lo stesso asset o rappresenta le informazioni rilevanti per gli altri asset.

Funzioni tecniche

L'ultimo livello è quello in cui un asset nel mondo virtuale viene rappresentato attraverso le sue effettive funzionalità tecniche.

Quindi l'Asset, per essere conforme al modello di riferimento di Industria 4.0 (RAMI4.0), deve contenere una parte software e hardware ed inoltre tutte le componenti dell'asset devono essere identificate ed amministrate singolarmente nel sistema informativo attraverso una codifica con capacità di comunicazione.

La gestione dell'asset nel sistema informativo avviene facendo leva sui "Componenti I4.0" i quali, oltre all'asset stesso, includono l'*Administration shell*, ovvero la dimensione gestionale del componente digitalizzato. L'*Administration shell* è composto da due parti: l'intestazione che contiene le informazioni per identificare l'asset all'interno del sistema di Industria 4.0 ed il corpo che contiene le diverse proprietà e funzioni che l'asset può assolvere.

Seguendo l'impostazione fin qui descritta la norma fornisce le specifiche da soddisfare per conformarsi ad un modello standard di Industria 4.0 basandosi principalmente sulla realizzazione e gestione dell'ombra digitale degli assets all'interno dell'azienda.

Il componente di Industria 4.0 è definito come partecipante a un sistema di I4.0, univocamente identificabile e in grado di comunicare, composto quindi da un administration shell e da un asset dotato di connessione digitale. Esso può essere un intero sistema di produzione, una singola macchina o stazione o un modulo all'interno di una macchina, sta quindi a chi studia il sistema l'onere di comprendere qual è il livello di dettaglio che è necessario analizzare per implementare soluzioni 4.0.

L'architettura di riferimento della norma è basata su un modello a tre dimensioni che prende in considerazione asset materiali o immateriali dell'azienda lungo l'intera catena del valore proponendo una rappresentazione tridimensionale nella quale gli assi corrispondono rispettivamente a:

1. **Layers:** Rappresentano i diversi livelli di digitalizzazione delle informazioni che sono rilevanti per gli asset materiali e immateriali di un'azienda. I Layers costituiscono un adattamento e un'estensione dello Smart Grid Architecture Model (SGAM), già elaborato a livello europeo
2. **Livelli gerarchici:** Consentono di assegnare alle informazioni un certo livello di rilevanza all'interno del modello. Essi sono ispirati agli standard IEC 62264 e IEC 61512 riferiti rispettivamente all'integrazione dei sistemi di controllo aziendali ed al controllo dei lotti di produzione e sono stati adattati aggiungendo Product, Field Devices e Connected World, per riflettere la maggiore estensione di Industria 4.0 rispetto al quadro di controllo industriale convenzionale
3. **Life cycle & Value stream:** Descrive un asset a un certo punto del suo ciclo di vita, dalla produzione allo smaltimento. E' basato sulla bozza di IEC 62890

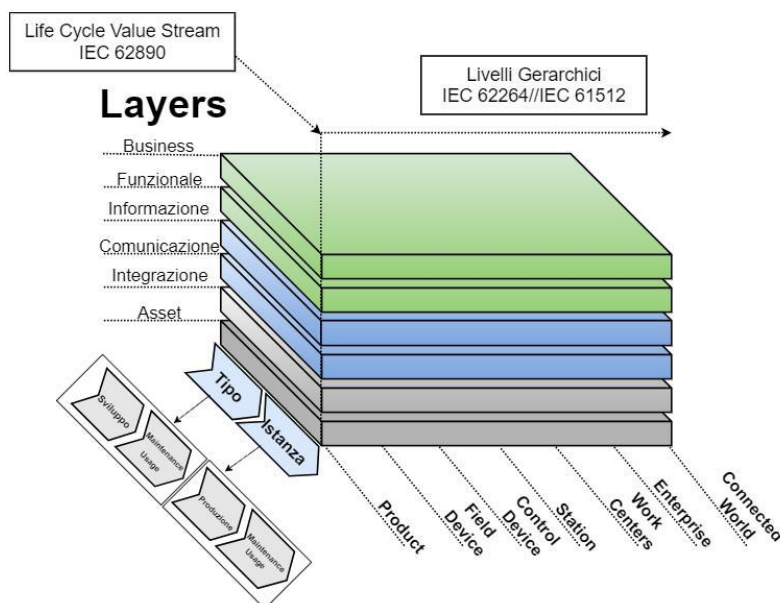


FIGURA 11 RAPPRESENTAZIONE DELL'ARCHITETTURA DI RIFERIMENTO INDUSTRIA 4.0 (FONTE: RIELABORAZIONE REFERENCE ARCHITECTURE MODEL INDUSTRIE 4.0 - RAMI 4.0)

In conclusione la norma DIN SPEC 91345:2016 ci permette di avere un quadro complessivo di come devono essere gestiti gli asset (nella loro rappresentazione digitale) per sviluppare soluzioni 4.0 conformi al paradigma formale e strutturato.

ACATECH STUDY

Alla fine di Aprile 2017 è stato divulgato il modello sviluppato da acatech (Accademia tedesca delle Scienze e dell'Ingegneria), che è stato il riferimento in base al quale abbiamo riorganizzato le domande dei questionari³ e progettato il sistema di visualizzazione dei risultati (radar).

Lo studio acatech descrive uno strumento per aiutare le imprese manifatturiere a misurare l'attuale livello di maturità nei confronti del paradigma 4.0 e costruire il proprio percorso per diventare un'azienda "agile" (nel senso informatico di AGILE⁴) e capace di apportare cambiamenti in tempo reale. Inoltre il *framework* consente alle imprese di individuare misure concrete che siano funzionali al raggiungimento di un livello di maturità più elevato ed alla massimizzazione dei vantaggi economici derivanti dalla digitalizzazione.

Il modello fornisce una valutazione dell'impresa su 6 livelli distinti in due macrofasi: la digitalizzazione e l'Industria 4.0 come raffigurati nella Figura seguente.

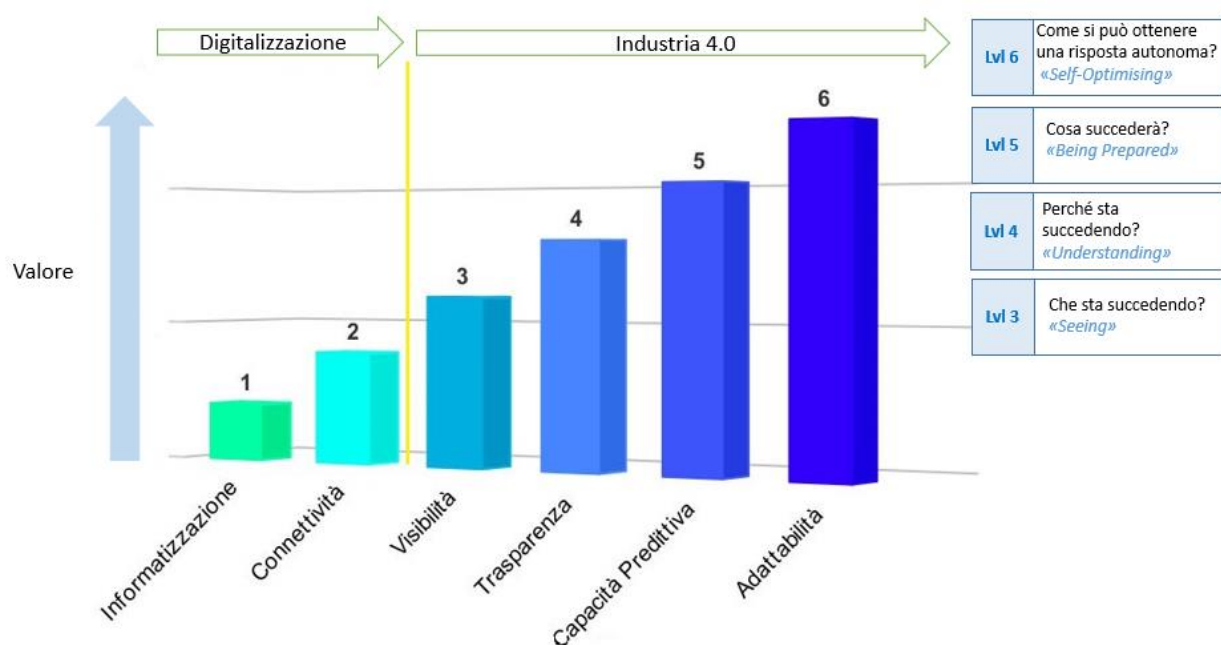


FIGURA 12 FASI DELLO SVILUPPO DI INDUSTRIA 4.0 (FONTE: RIELABORAZIONE ACATECH STUDY, 2017)

³ Il lavoro di costruzione dei questionari di pre-valutazione, assessment ed audit è partito nel febbraio 2017 ed ha visto impegnato il team di ricerca per oltre 4 mesi. L'elaborazione dei questionari è stata basata (*top down*) sulla norma DIN SPEC 91345:2016 ed affrontata seguendo modelli noti come le *checklist* di dettaglio (in stile prime certificazioni ISO9001) mirate a rilevare evidenze oggettive (si potrebbe dire quasi "documentali") e modelli più vicini ai sistemi di rilevamento usati per i modelli di eccellenza (in stile decisamente più moderno come quello adottato nel modello EFQM).

⁴ L'espressione "agile" nasce nel mondo dell'ingegneria del software e fa riferimento ad una nuova metodologia di sviluppo del software nata nei primi anni 2000 e basata su un approccio meno strutturato rispetto ai modelli a cascata tradizionali. In questo modello il focus è posto sull'obiettivo di consegnare al cliente moduli software funzionanti, documentati e testati di frequente e in tempi brevi. Per ottenere tutto ciò lo sviluppo è iterativo e incrementale, la pianificazione adattiva, e il coinvolgimento del cliente è diretto e continuo nel processo di sviluppo.

I livelli rappresentano stadi successivi del percorso che le aziende dovranno intraprendere per implementare correttamente il paradigma di Industria 4.0 e descrivono le caratteristiche distintive delle azioni poste in essere dalle imprese. I livelli sono:

1. **Informatizzazione:** in questa fase inizia la digitalizzazione dell'impresa attraverso investimenti in tecnologie informative isolate (es: macchina a controllo numerico). Le aziende adottano tecnologie atte a rendere efficienti azioni ripetitive e a raggiungere livelli di accuratezza dei prodotti maggiore. Tuttavia si trovano ancora macchine prive di interfacce digitali e di collegamento con il sistema informativo aziendale.
2. **Connettività:** in questa fase la tecnologia informatica utilizza e integra componenti ed elementi che consentono la connettività di sistemi e impianti. Le applicazioni aziendali sono interconnesse e rispecchiano il *core business* dell'impresa (es: *Manufacturing Execution System*). Comunque non si è ancora raggiunta la completa integrazione tra il livello di Tecnologia Operativa (OT) ed Informatica (IT).
3. **Visibilità:** In questa fase si riscontra la presenza di sensori che consentono di acquisire dati da tutti i processi. E' possibile cominciare a parlare di "ombra digitale" che consente di raffigurare e monitorare costantemente ciò che accade all'interno dell'azienda. I dati saranno un prezioso supporto per i *manager* nell'assumere decisioni maggiormente informate.
4. **Trasparenza:** in questa fase l'azienda utilizza tecnologie per l'analisi dei dati (es: tecnologie semantiche) finalizzate a comprendere le interazioni presenti tra gli elementi dell'ombra digitale. La manutenzione predittiva è un esempio di attività per cui la trasparenza - ovvero la conoscenza delle relazioni tra eventi ed effetti - è un prerequisito imprescindibile.
5. **Capacità predittiva:** Dopo aver compreso le relazioni tra gli elementi è possibile simulare scenari futuri e individuarne i più probabili. In questa fase le imprese saranno in grado di anticipare gli eventi e implementare misure idonee in tempi utili.
6. **Adattabilità:** dopo aver previsto gli eventi, l'adattabilità consiste nell'automatizzazione del processo decisionale al fine di adattarsi ai cambiamenti. L'onere di prendere alcune decisioni, nei casi in cui l'intervento umano è sostituibile, viene demandato al sistema IT.

Un aspetto rilevante del modello acatech risiede nel fatto che esso consente di demarcare in modo chiaro la linea di confine tra Industria 3.0 e Industria 4.0. Il punto di transizione è infatti fra il livello 2 ed il livello 3 ovvero nel passaggio fra uno stadio iniziale di digitalizzazione ed il vero paradigma Industria 4.0, in cui le informazioni digitali sono integrate, rese trasparenti alle diverse funzioni aziendali ed utilizzati.

Il modello acatech valuta ogni funzione aziendale sulla base di 4 **aree** strutturali: **risorse, sistemi informativi, cultura e struttura organizzativa** (vedere Figura 13). Ciascuna area è valutata sulla base di due **principi** (rappresentati su due assi ortogonali). Ogni asse è a sua volta scomposto e dettagliato in sottoparametri da valutare separatamente e che, opportunamente integrati, restituiscono una valutazione sullo stadio di maturità misurato su quel particolare principio.

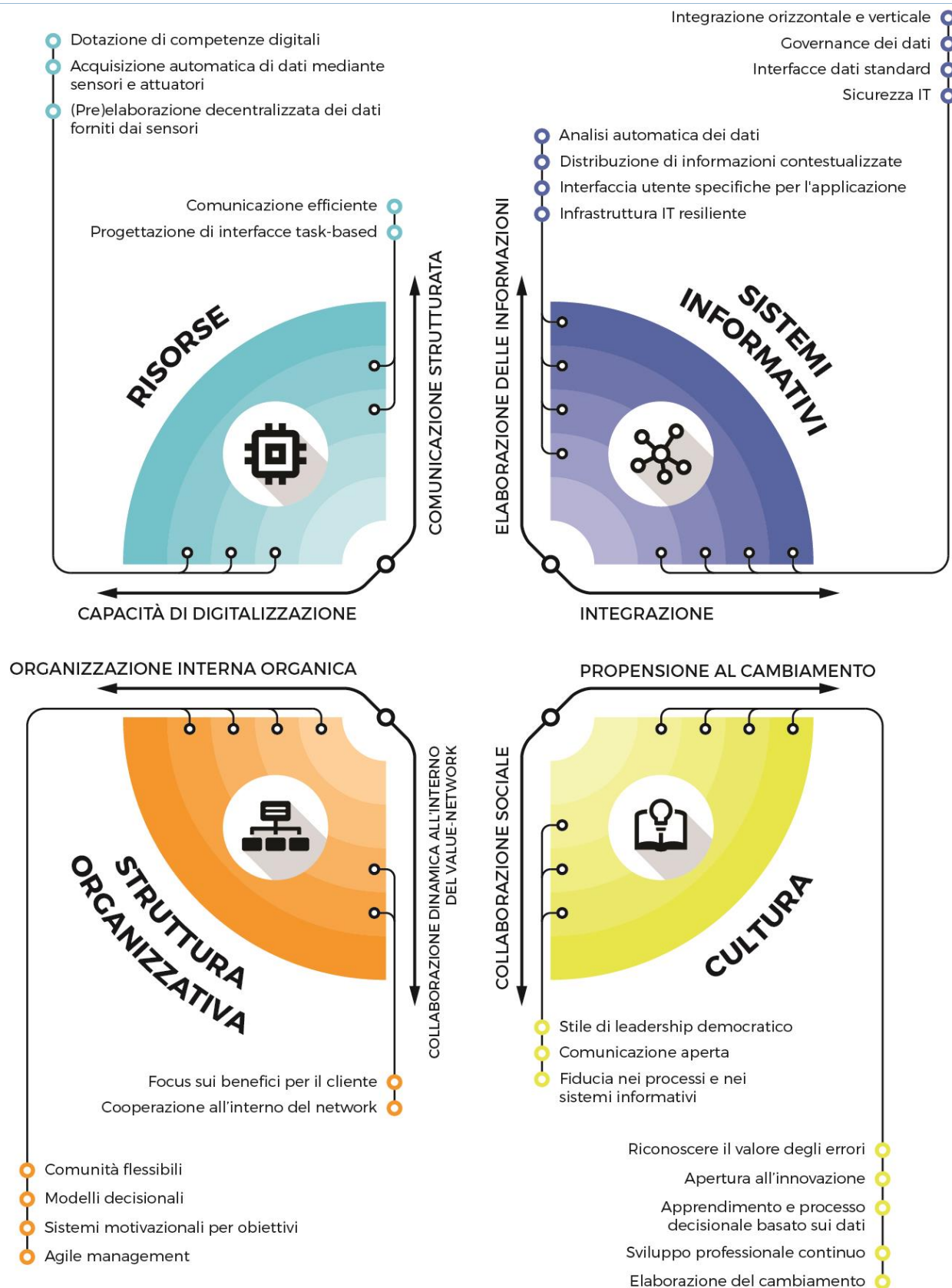


FIGURA 13 RAPPRESENTAZIONE DELLE AREE STRUTTURALI DEL MODELLO ACATECH (FONTE: RIELABORAZIONE ACATECH STUDY, 2017)

Poiché l'obiettivo del modello acatech resta quello di misurare ciascuna area piuttosto che fornire indicazioni su ciascun principio, gli stadi di maturità dei due assi sono combinati per fornire una valutazione complessiva della fase di sviluppo dell'area strutturale. Lo stadio di sviluppo dell'area è rappresentato su una scala a 6 livelli che posizionano quest'ultima all'interno delle 6 fasi del percorso di sviluppo di Industria 4.0 (Figura scaletta). I risultati dell'applicazione del modello acatech vengono visualizzati attraverso sei cerchi concentrici che rappresentano i singoli livelli.

Area Risorse

L'area "risorse" si riferisce a risorse tangibili e fisiche. Queste includono la forza lavoro dell'impresa (risorse umane), macchinari e attrezzature, strumenti, materiali e il prodotto finito (risorse tecniche).

L'area risorse si suddivide in due assi: "Capacità di digitalizzazione" e "Comunicazione strutturata".

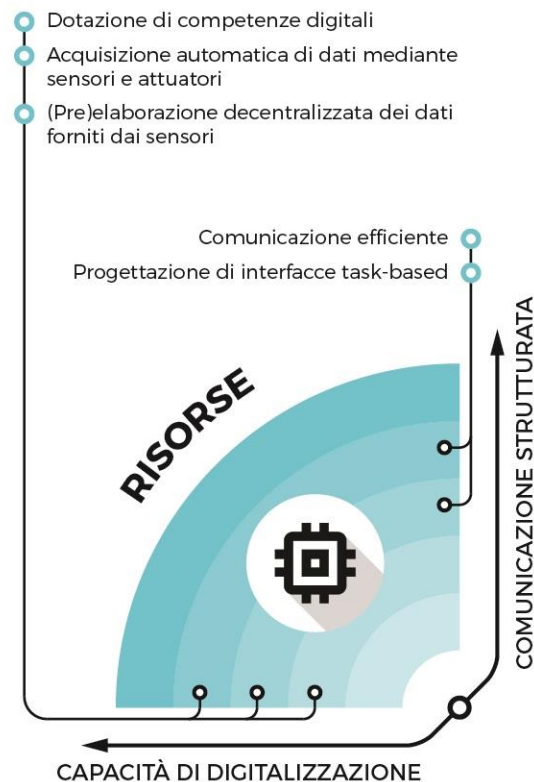


FIGURA 14 AREA STRUTTURALE "RISORSE" (FONTE: RIELABORAZIONE ACATECH STUDY, 2017)

1) Asse: Capacità di digitalizzazione

Le risorse umane devono essere capaci di sfruttare le informazioni necessarie per supportare il processo decisionale. Le risorse tecniche devono essere in grado di produrre dati, acquisirli o elaborarli in maniera automatica, in prossimità di dove sono creati. L'asse capacità di digitalizzazione si declina ulteriormente in:

Competenze digitali.

Il processo di decentralizzazione delle capacità decisionali, basate su evidenze oggettive, e il corrispondente *empowerment* dei lavoratori richiede non soltanto competenze informatiche di base diffuse, ma una vera e propria evoluzione culturale di dipendenti e *management*.

Acquisizione di dati mediante sensori e attuatori⁵.

Nel paradigma di Industria 4.0 le risorse tecnologiche quali macchinari, attrezzature, strumenti e prodotti diventano sistemi cyber-fisici (CPS) che incorporano sensori, attuatori e sistemi di elaborazione delle informazioni, unitamente a un *layer* (livello) di comunicazione.

(Pre)elaborazione decentralizzata dei dati forniti dai sensori

L'aumento della potenza di elaborazione e la riduzione dei costi della tecnologia consente oggi la diffusione di sensori collegati a microcontrollori o microprocessori isolati (cellulari, palmari, pc aziendali o standard). Tali tecnologie permettono di (pre-)elaborare i dati laddove sono creati, ancor prima di essere memorizzati dal sistema centrale.

2) Asse: Comunicazione strutturata

L'uso corretto delle tecnologie per la comunicazione è fondamentale in quanto permette una efficace interazione delle risorse in gioco. L'asse "comunicazione strutturata" si divide in:

Comunicazione efficiente

La comunicazione tra le risorse umane prevede forme codificate e digitali che siano tracciabili, accessibili in tempo reale, prive di ridondanze, gerarchiche, snelle e bidirezionali (comunicazione prodotto-processo). I sistemi IT di *groupware* aziendali sono alla base di tale comunicazione efficiente.

Progettazione di interfacce *task-based*

La crescente complessità dei processi e la necessità di renderli fruibili in maniera visuale richiedono lo sviluppo di interfacce hardware sofisticate. Questi sistemi devono da un lato supportare l'uomo nella visualizzazione dei processi sottostanti, dall'altro permettere ai sistemi cyber-fisici di scambiare informazioni, negoziare requisiti informativi specifici e attivare transazioni.

Area Sistemi informativi

I sistemi informativi sono sistemi socio-tecnici che preparano, elaborano, archiviano e trasferiscono i dati e le informazioni provenienti dagli individui, dalle macchine, dai prodotti o da altri sistemi informativi. L'architettura del sistema informativo deve permettere il collegamento e l'interazione biunivoca dei sistemi IT aziendali, nonché la restituzione dei dati acquisiti in informazioni che verranno poi utilizzate dai lavoratori per prendere

⁵ Un attuatore non svolge la funzione di raccolta dati (funzione caratteristica di un sensore). Ciò nonostante esistono casi in cui è necessario un attuatore per il corretto funzionamento di un sensore. Ad esempio un RFID attivo è assimilabile ad un attuatore fatto funzionare da una pila, mentre un RFID passivo è un attuatore azionato da un campo esterno (fornitogli dall'antenna che rileverà poi il segnale prodotto dall'attuatore stesso). L'antenna è da considerarsi un sensore in entrambi i casi precedenti, ma nel secondo caso svolge anche la funzione di attuatore per l'RFID passivo fornendogli energia elettromagnetica

decisioni autonome ed informate. L'Area "sistemi informativi" si divide in "Elaborazione delle informazioni" e "Integrazione".

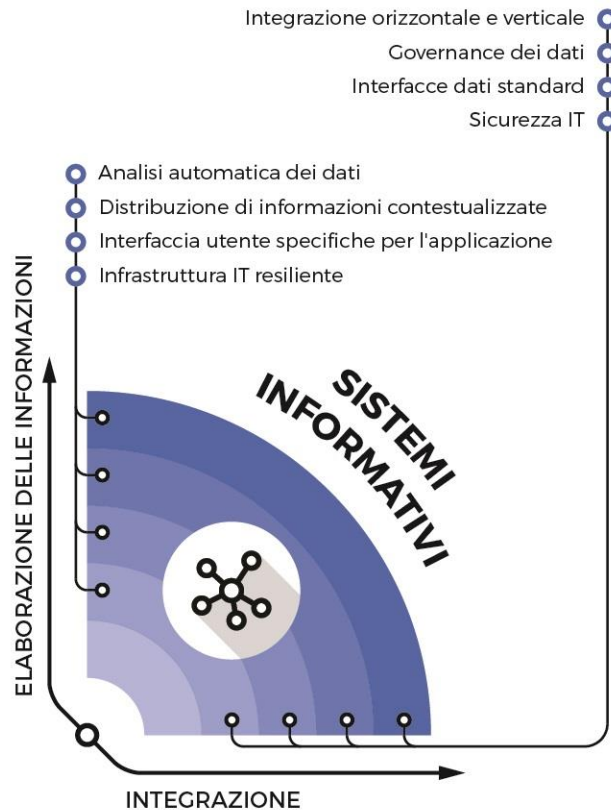


FIGURA 15 AREA STRUTTURALE "SISTEMI INFORMATIVI" (FONTE: RIELABORAZIONE ACATECH STUDY, 2017)

1) Asse: Elaborazione delle informazioni

L'elaborazione delle informazioni prevede l'aggregazione di dati con lo scopo di creare informazioni e fornire materiale a supporto dei processi decisionali, in modo che le decisioni siano sempre basate su dati oggettivi. L'asse si struttura in quattro componenti come di seguito:

Analisi automatica dei dati

L'analisi automatica ha la funzione di aggregare dati per produrre informazioni utili a supportare le decisioni. Ciò prevede rapidità di calcolo per l'identificazione di relazioni causa-effetto (soprattutto in un'ottica di auto-apprendimento di nuove correlazioni) e la previsione di eventi futuri, basandosi su tecniche di simulazione o di regressione (quali, ad esempio, il "condition monitoring").

Distribuzione di informazioni contestualizzate

Informazioni contestualizzate, ovvero fornite in maniera efficiente e puntuale e in base ai requisiti del contesto specifico, sono un elemento di supporto fondamentale per il processo decisionale. Sono contestualizzate, ad esempio, informazioni su una spedizione che includono anche dettagli di contesto (manutenzione o guasti).

Interfacce utente dedicate

La forma con cui le informazioni vengono fornite all'utente è altrettanto importante: contenuto e formato devono essere adattati ai compiti e al livello di competenza di chi ne usufruisce. I lavoratori possono ricevere istruzioni ed essere guidati nel processo, nonché rispondere agli eventi e comunicare con i sistemi IT secondo varie modalità (comandi vocali, gesti, ecc.).

Infrastruttura IT resiliente

Una corretta funzione di elaborazione dati richiede un'infrastruttura IT resiliente, costantemente aggiornata e sicura. Sistemi di *backup* e *software* appositi prevengono da attacchi esterni e garantiscono l'usabilità del sistema IT a lungo termine. Sistemi di archiviazione *situation-based* assicurano che i dati siano sempre fruibili entro lassi di tempo opportuni.

2) Asse: Integrazione

I sistemi informatici integrati hanno lo scopo di garantire l'utilizzo di dati condivisi lungo la catena del valore. Lo scopo dell'integrazione è quello di collegare gli attuali sistemi IT per facilitare l'accesso e l'utilizzo dei dati. L'asse Integrazione si divide in:

Integrazione orizzontale e verticale

L'utilizzo di dati condivisi lungo tutta la catena del valore è consentito da sistemi IT integrati sia orizzontalmente che verticalmente, i quali permettono a loro volta che le informazioni sulle attività siano sempre condivise e che tutti gli utenti possano accedere ad uno stesso insieme di dati. Ciò semplifica le architetture informatiche, in quanto permette l'integrazione di dati che, solitamente, si trovano su database e sistemi IT differenti.

Interfacce dati standard

Per realizzare appieno la "*Single Source of Truth*", ovvero un unico sistema informativo logico principale a cui hanno accesso tutti gli utenti della catena del valore e il sistema di registrazione, la chiave è l'interconnessione dei sistemi informatici attraverso interfacce dati standardizzate. Per assicurare un corretto flusso di informazioni e scambio dati è dunque necessario implementare interfacce e formati di scambio dati neutri o standard.

Governance dei dati

Avere dati non è sufficiente per garantire che le decisioni siano prese correttamente. E' fondamentale, infatti, che la qualità di quei dati sia molto elevata. Le politiche di *governance* dei dati forniscono alle imprese una guida per elaborare, archiviare e presentare dati ad alta affidabilità. Esempi di buone pratiche per tale *governance* sono il sistema di gestione delle anagrafiche e il sistema di pulizia automatica dei dati (tramite, ad esempio, rimozione dei duplicati).

Sicurezza IT

Sistemi altamente integrati rendono i potenziali attacchi informatici molto pericolosi, con danni arrecabili al sistema proporzionali al grado stesso di integrazione. Per questi motivi devono essere attuate misure di sicurezza serie e affidabili, adottando *standard*, quali l'EIC 62443, che includono misure difensive proattive e adattive a circostanze mutevoli.

Area Struttura organizzativa

L'utilizzo di nuove tecnologie non è sufficiente di per sé a rendere un'impresa "agile". A questo fine risulta indispensabile una corretta struttura organizzativa aziendale, intendendo con questo termine l'insieme sia delle regole che ne governano il funzionamento interno (asse "Organizzazione interna organica"), sia quelle che presiedono al posizionamento dell'impresa nella catena del valore (asse "Collaborazione dinamica all'interno del value-network").

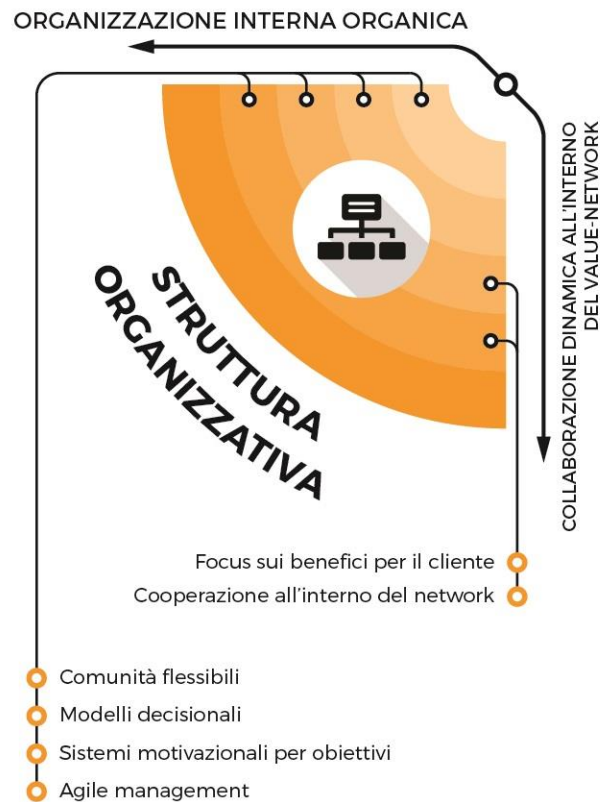


FIGURA 16 AREA STRUTTURALE "STRUTTURA ORGANIZZATIVA" (FONTE: RIELABORAZIONE ACATECH STUDY, 2017)

1) Asse: Organizzazione interna organica

L'organizzazione organica è l'antitesi dell'organizzazione meccanica; gli attori che operano nel primo contesto hanno infatti, rispetto al secondo, meno vincoli ma più responsabilità individuali. Tale forma di organizzazione è quindi particolarmente adatta alle realtà che presentano una forza lavoro altamente qualificata e che si muove in un ambiente dinamico. L'asse comprende i seguenti parametri:

Comunità flessibili

Le organizzazioni agili favoriscono la creazione di *team* eterogenei che permettono maggiore comunicazione tra le diverse aree aziendali, sinergia fra le competenze dei lavoratori e quindi una capacità di risposta più rapida ai nuovi eventi, superando così limiti dovuti ad approcci gerarchici. Tale modalità organizzativa può tuttavia mettere in secondo piano operazioni di *routine*, parimenti necessarie, e rendere complessa la gestione

da parte del *management*. L'adozione di piattaforme IT facilita la comunicazione tra i *team* e la gestione degli incarichi.

Modelli decisionali

L'elevata disponibilità di informazioni e dati riduce, anche nell'ambito dei processi decisionali, le criticità legate alle asimmetrie informative. A partire da tale assunto ciascuna impresa dovrà adottare un modello decisionale in grado di massimizzare l'efficacia e l'efficienza dei propri processi decisionali, trovando il giusto equilibrio fra i modelli centralizzati e decentralizzati.

Sistemi motivazionali per obiettivi

Il decentramento del potere decisionale richiede una nuova formulazione di incentivi ed obiettivi che permetta l'allineamento degli interessi dei singoli individui con quelli dell'impresa. All'elemento strettamente economico (monetario) si possono aggiungere incentivi di tipo diverso: dall'opportunità di apprendimento all'acquisizione di un più elevato grado di autonomia lavorativa.

Agile management

I processi di sviluppo di prodotto convenzionali sono ben più lenti rispetto alla dinamicità della maggior parte dei mercati attuali. Per ovviare a questo problema, Industria 4.0 favorisce l'adozione di tecniche di prototipazione rapida con test di mercato condotti fin dalle prime fasi del processo. Attraverso metodologie *lean*, basate sul concetto di MVP (*Minimum Viable Product*), è possibile ottenere *feedback* dal mercato finalizzati al miglioramento del prodotto o servizio.

2) Asse: Collaborazione dinamica all'interno del *value-network*

La collaborazione dinamica all'interno della catena del valore favorisce la circolazione delle informazioni fra gli attori rilevanti, riducendo contestualmente le barriere comunicative e permettendo una elevata flessibilità delle procedure. L'asse è composto da:

Focus sui benefici per il cliente

In un contesto di mercato trasparente - ovvero in cui i passaggi sono tracciabili, noti e controllabili - l'obiettivo del soddisfacimento del cliente non riguarda una sola impresa, ma l'insieme delle aziende coinvolte nella catena del valore. Le aziende devono quindi essere in grado di rinnovare continuamente le loro competenze e, qualora necessario, adattarle alle circostanze. Inoltre devono stabilire in modo esatto quale ruolo possono giocare nel *network* di valore.

Cooperazione all'interno del *network*

Nel paradigma di Industria 4.0 la collaborazione fra le aziende all'interno della stessa catena del valore assume un ruolo di grande rilevanza. Dalla sommatoria fra le competenze interne all'azienda e quelle dei *partner* discende la capacità di rispondere al mercato in maniera tempestiva ed efficace. Lo scambio di dati e delle conoscenze aziendali deve tuttavia essere regolato in maniera tale da garantire la tutela di tutte le aziende del *network*.

Area Cultura

Le caratteristiche di un'impresa dipendono molto dal comportamento dei soggetti in gioco (dipendenti, amministratori, consulenti esterni, fornitori, clienti, ecc.). La trasformazione digitale - quindi l'implementazione di tecnologie - segue logicamente un processo che riguarda intrinsecamente la cultura aziendale e la volontà di fare dell'apprendimento continuo l'elemento chiave per la crescita futura. E' fondamentale chiarire che i sistemi digitali non creano valore di per sé, ma sono fattori abilitanti per quelle aziende che sono effettivamente in grado di sfruttarli.

La trasformazione della cultura aziendale è basata su due assi: la "Propensione al cambiamento" e la "Collaborazione sociale".



FIGURA 17 AREA STRUTTURALE "CULTURA" (FONTE: RIELABORAZIONE ACATECH STUDY, 2017)

1) Asse: Propensione al cambiamento

Il primo principio dell'area strutturale "cultura" si basa su cinque capacità che devono essere acquisite dai dipendenti di un'impresa agile e pronta all'apprendimento. L'asse Propensione al cambiamento comprende:

Riconoscere il valore degli errori

L'apprendimento passa attraverso la comprensione, l'analisi e la metabolizzazione dell'errore. Le *lessons learned* dopo aver commesso degli errori sono un'opportunità per approfondire la conoscenza dei processi

dell'impresa e scoprire relazioni causa-effetto ignote fino a quel momento. La gestione e la reazione all'errore sono un aspetto fondante la cultura aziendale.

Apertura all'innovazione

L'apertura all'innovazione è correlata direttamente alla conoscenza delle tecnologie. Una elevata cultura digitale dell'azienda, la comprensione del funzionamento delle nuove tecnologie e le modalità effettive in cui esse possono creare valore sono condizioni necessarie per l'efficace adozione del paradigma di Industria 4.0.

Apprendimento e processo decisionale basato sui dati

Il paradigma Industria 4.0 prevede la capacità delle aziende di registrare, analizzare e far circolare efficacemente i dati rilevanti. Ogni decisione deve essere presa comparando il modello digitale ed i dati fisici disponibili. È dunque fondamentale che il processo decisionale, così come quello di apprendimento (per esempio, dagli errori), sia basato su evidenze affidabili e rilevanti.

Sviluppo professionale continuo

Il continuo processo di evoluzione tecnologica implica la necessità di aggiornare continuamente le competenze aziendali, sia tecniche (*hard skills*) che trasversali (*soft skills*). La propensione all'apprendimento e alla formazione continua sono dunque elementi fondamentali per permettere l'implementazione del paradigma.

Elaborazione del cambiamento

I benefici derivanti dai cambiamenti dipendono direttamente dalla velocità in cui i cambiamenti stessi sono avviati, implementati e portati a termine. I lavoratori e il *management* devono dunque comprendere l'importanza che l'innovazione ha all'interno dei processi aziendali e individuare le modalità più efficaci per realizzarla.

2) Asse: Collaborazione sociale

L'asse "collaborazione sociale" riguarda la condivisione delle informazioni all'interno dell'organizzazione: un'elevata collaborazione sociale dà evidenza di un'efficace condivisione della conoscenza. L'asse "collaborazione sociale" è composto da:

Stile di leadership democratico

La fiducia reciproca fra i dipendenti consente di velocizzare il passaggio da analisi ad implementazione, processo ancor più importante in un contesto caratterizzato da un'elevata quantità di informazioni e dal decentramento del processo decisionale. Uno stile di *leadership* democratico è funzionale ad una maggiore integrazione orizzontale dei lavoratori, favorendo la consapevolezza di essere eguali soggetti appartenenti ad una medesima comunità.

Comunicazione aperta

Se per quanto riguarda la conoscenza esplicita (ovvero le informazioni codificabili) le nuove tecnologie rappresentano un supporto efficiente, la conoscenza implicita (ovvero quella detenuta da singoli individui che possono trasferirla solo attraverso il contatto diretto, il dialogo o l'esempio) può essere favorita tramite una comunicazione improntata ai principi dell'apertura e dell'orizzontalità. Tale modalità comunicativa è dunque centrale nel paradigma di Industria 4.0.

Fiducia nei processi e nei sistemi informativi

L'introduzione di nuove tecnologie in azienda diventa efficace solo nel caso in cui i lavoratori siano disposti ad accettarle e valorizzarle. Il loro coinvolgimento diventa dunque fondamentale e decisivo per il successo dei

processi innovativi. Per questo è importante che l'intera comunità riponga fiducia nei propri membri, elemento a sua volta necessario affinché le decisioni prese in maniera decentrata siano accettate e conseguentemente implementate.

Da acatech al modello di valutazione

Il modello acatech rappresenta un ottimo punto di riferimento architetturale e come tale è stato utilizzato al fine di riaggregare le domande dei questionari su un *framework* pulito e ben organizzato su tre livelli gerarchici.

Dal punto di vista architetturale abbiamo rilevato solamente due possibili parametri mancanti che potrebbero contribuire a migliorare il modello: l'analisi del rischio e un focus specifico sul business modelling. Il primo parametro viene trattato marginalmente, o meglio, è radicato in alcuni parametri dell'area gestionale e dell'area cultura ed in particolare in Modelli decisionali e Elaborazione del cambiamento; il secondo è piuttosto complesso da trattare come spiegheremo meglio in seguito ed è quasi totalmente assente nella struttura del modello acatech.

D'altronde l'**analisi del rischio** è adesso alla base della ISO 9001:2015. La nuova norma evolve l'approccio delle versioni precedenti della ISO 9001 nelle quali i rischi venivano affrontati solo quando si trattava di azioni preventive. Adesso nella nuova versione del 2015 i concetti legati al rischio vengono trattati diffusamente in tutto lo standard così da sottolineare l'importanza di valutarlo e di analizzarlo su base continua. Il team di ricerca lo ritiene un parametro fondamentale di maturità dell'azienda da tenere in considerazione per valutare la *readiness* aziendale in ottica di il 4.0. Alcune domande a questo proposito sono state ispirate appunto dalla nuova ISO 9001:2015.

A nostro parere ci sono numerose ragioni per cui non esiste un asse o un parametro etichettato con la dicitura "modello di business" nel modello acatech e le stesse possono essere attribuite anche alla mancanza di domande specifiche nel questionario di self assessment del Politecnico di Milano. È infatti molto difficile rilevare dati oggettivi che indichino (a) una **revisione** del *business model* alla luce della nuova prospettiva introdotta dal 4.0, (b) lo **sviluppo** di *business model* nuovi, alternativi o complementari a quelli attuali, (c) il **consolidamento** di un nuovo modello di business già allineato al paradigma 4.0. Oltretutto la domanda sul *business model* dovrebbe essere ripetuta in più reparti, dovrebbe essere incrociata con altre risposte e comunque non è detto che sia possibile arrivare ad una valutazione o meglio ad una misura.

In generale possiamo dire che se esiste anche una sola capacità di ipotizzare un modello di business nuovo e l'energia per gestire un tale passaggio, questo indica il raggiungimento di un livello altissimo di maturità. Nel particolare però ogni domanda esplicita potrebbe infatti portare a risposte e a conseguenti rilevazioni errate:

1. Nella nostra esperienza di divulgazione dei concetti di 4.0 ed in quella di *testing* del modello di valutazione abbiamo rilevato che la maggior parte delle imprese non si sono poste il problema di innovare il loro modello di business a seguito del passaggio a I4.0
2. Le aziende vedono il passaggio come una possibilità di efficientamento dei processi piuttosto che come un processo di medio/lungo termine di rivoluzione
3. Quelle aziende che hanno modificato il loro modello di business non sempre ne sono consapevoli e una domanda diretta potrebbe non rilevare il salto culturale messo in atto

Per questa ragione abbiamo "nascosto" alcune domande di *business model design* all'interno del questionario nelle varie aree che mappano le stanze di un classico *Business Model Canvas* (BMC). Le domande esplicite,

introdotte solo a seguito di una delle revisioni interne, devono essere interpretate solo come domande di *cross checking* sulla consapevolezza del potenziale percorso da intraprendere (punti 1 e 2) o su ciò che è stato fatto (punto 3).

Va altresì sottolineato come la rilevazione di aspetti misurabili sulle stanze a sinistra del BMC ottengano più spesso un riscontro positivo rispetto a quelle a destra, che corrispondono ad aree più prospettiche (troppo spesso poco considerate come aree core).

Acatech oltre la Norma

Oltre agli elementi caratterizzanti acatech sopra citati (es. Cultura, *change management* e *lessons learned*), lo studio acatech introduce un forte elemento di novità rispetto alla DIN:SPEC 91345: l'attenzione agli aspetti legati alla progettazione, alla ricerca e sviluppo, alla gestione della documentazione tecnica (che acatech considera, a nostro parere giustamente, al pari di un qualsiasi altro asset aziendale).

D'altronde qual è il sensore più *smart* e più diffuso in azienda? Di certo sono le risorse umane: i conduttori delle macchine, i manutentori, la forza vendita, chi cura l'assistenza post vendita, ma anche i progettisti, i tecnologi, gli operatori dei servizi logistici, ecc... Questi comunicano in forma testuale tramite documenti, mail, report e discussioni (che spesso trovano una formalizzazione e "materializzazione" in minute di riunione). Questi documenti si trovano spesso nascosti in un *mare magno* che costituisce la documentazione aziendale, non sempre gestita e valorizzata al meglio (nonostante a parer nostro sia la manifestazione digitale di parte del *know-how* aziendale).

Nessuno comunque potrà obiettare al fatto che questi dati, provenienti dal sensore a maggior valore aggiunto presente in azienda, non devono essere trascurati, ma devono essere trattati al pari, o addirittura in modo migliore degli altri dati provenienti dalle macchine. Perciò dovranno essere analizzati, incrociati con altre sorgenti e collegati sia in *downstreaming* (dalla progettazione alla fabbricazione al marketing, alle vendite, al post-vendita) ma anche e soprattutto in *upstreaming*. Un esempio fra tutti: le *lesson learned*. Senza una corretta gestione delle lezioni apprese dagli errori commessi si continuerà a sbagliare e a perdere opportunità di mercato. Al contrario l'ascolto delle idee, una politica di continuo *problem setting* e *solving* sono alla base per la condivisione delle soluzioni e la crescita di tutti i lavoratori (e quindi di tutta l'azienda).

Peraltro quando parliamo di documentazione e la paragoniamo ad un dato facciamo sicuramente torto al valore che la documentazione aziendale contiene: essa è infatti informazione preziosa, elaborata, codificata, formalizzata e sintetizzata per essere resa intelligibile e fruibile nel tempo. Per questo la conoscenza che sta dietro o meglio dentro alla documentazione è l'asset più importante e sul quale si basa il presente e si costruisce il futuro di un'azienda di successo.

Metriche acatech STUDY

Lo studio di acatech definisce 8 parametri con cui valutare il posizionamento di ogni area funzionale all'interno delle 4 aree strutturali per l'Industria 4.0 su una scala a 6 livelli.

La valutazione avviene attraverso un'ispezione del luogo sulla base di un questionario. Un esempio di domanda del questionario è visibile in Figura 18:

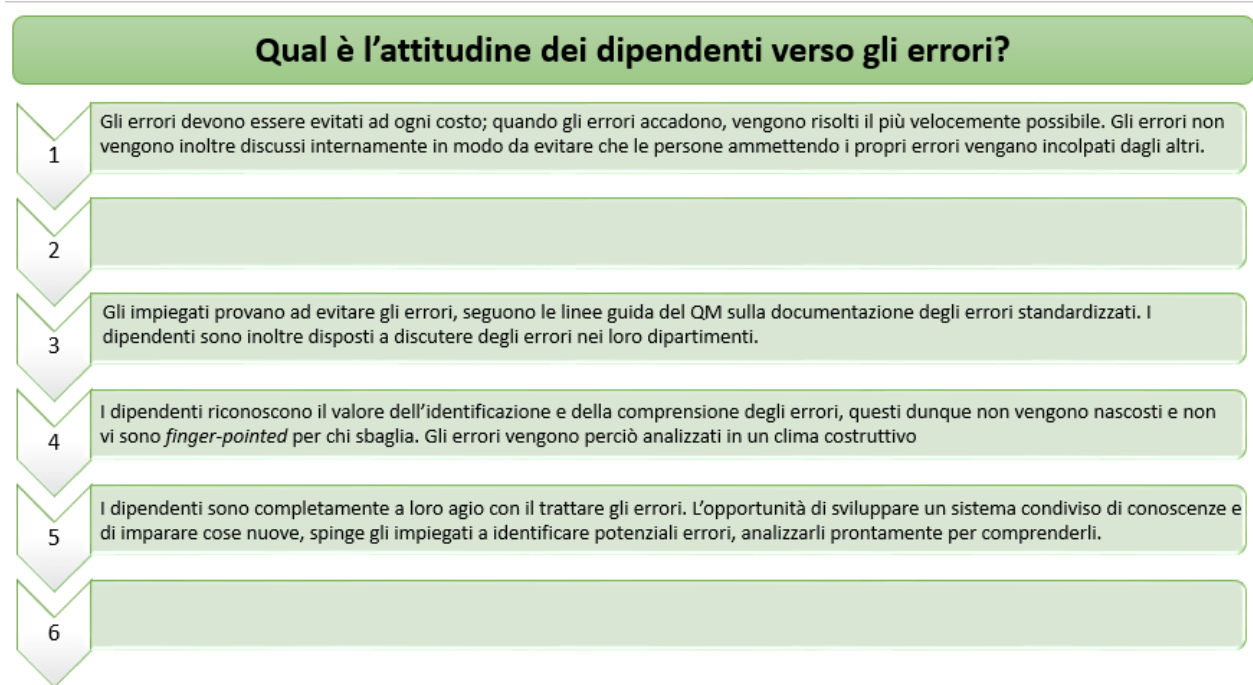


FIGURA 18 ESEMPIO DI DOMANDA RIPORTATA NELLO STUDIO ACATECH (FONTE: RIELABORAZIONE ACATECH STUDY, 2017)

Le valutazioni provenienti dalle domande del questionario sono attribuite ad uno dei parametri visti nel paragrafo precedente e ripetute nelle varie aree funzionali.

Le domande sono a risposta multipla ed ogni risposta è associata ad una delle 6 fasi della scala di sviluppo del modello. Successivamente i punteggi ottenuti in ogni parametro vengono aggregati (nello studio non viene specificato come) per funzioni in ogni area strutturale.

Punti di contatto e differenze rispetto al modello acatech

Per la costruzione dei questionari di assessment e di audit che verranno trattati in seguito, così come per la realizzazione dei relativi report, il modello acatech si è rivelato una fonte di grande valore: la suddivisione dei parametri in 4 settori di cui 2 organizzativi (Cultura e Struttura organizzativa) e due operativi (Risorse e Sistemi informativi) risulta infatti esaustiva e di immediata comprensione. Gli assi in cui i 4 settori sono suddivisi e i sottoparametri che li compongono sono anch'essi chiari ed efficaci.

D'altro canto il modello acatech ha presentato alcune criticità al momento della sua applicazione ai questionari di assessment e di audit:

- Lo studio acatech presenta, nella sua rappresentazione dei 4 quadranti, una sovrapposizione di un approccio cartesiano (rappresentato dai 2 assi di ogni quadrante) e un approccio radiale (visibile dalla forma circolare delle 4 aree e dalla suddivisione in livelli). Questo fa sì che il posizionamento ottenuto da un'azienda in un'area strutturale non possa essere rappresentato come su un piano cartesiano in base ai punteggi ottenuti nei due assi che compongono l'area

- Nello studio acatech non è presente un vero *deployment* delle metriche e una spiegazione di come viene realizzato il calcolo per la determinazione del livello di maturità di un'azienda
- Dallo studio sembra che non tutte le domande prevedano risposte disposte su tutta la scala così da coprire tutti e 6 i livelli previsti dal modello
- La valutazione di ogni area aziendale è effettuata riproponendo i 4 quadranti in ogni area. Questo vuol dire che domande che riguardano l'azienda nel suo insieme (ad esempio domande sulle strategie aziendali, sulla cultura ecc) teoricamente sono ripetute in ogni area aziendale, il che costituisce un punto di debolezza

Per riassumere, le metriche definite dallo studio acatech riportano i seguenti punti di forza e di debolezza:

Punti di forza	Punti di debolezza
Classificazione delle risposte rispetto alla scala di sviluppo ----- Indicazione chiara del livello di tutte le possibili applicazioni nel dettaglio di ogni sotto-parametro	Le risposte non sempre coprono i punti esterni della scala ----- Il posizionamento della risposta nella scala acatech non corrisponde al posizionamento relativo al contesto della domanda
Primo modello gerarchico organizzato multiarea, multiparametro e multilivello	Scala non definita ----- L'assenza di step intermedi fornisce una scala a tratti non costante (non lineare)
Modello unico per tutte le aree ----- Astrazione del metodo	Modello unico per tutte le aree ----- Basso livello di specializzazione
Esplora aree non presenti nella norma DIN SPEC 91345:2016 ----- Parte inferiore del radar esplora le aree strutturali e culturali dell'organizzazione invece la norma è focalizzata sugli assets Ovvero la parte superiore in acatech	Non c'è il <i>deployment</i> delle metriche, come viene fatta l'aggregazione e se vengono normalizzate
Modello dalla forma semplice (4 quadranti) e piuttosto comunicativo	Mescola l'approccio cartesiano con un approccio a coordinate radiali ----- Il posizionamento non può essere spaziale ma radiale rispetto al singolo parametro

TABELLA 1 PUNTI DI FORZA E DI DEBOLEZZA DELLE METRICHE NEL MODELLO ACATECH (FONTE: ELABORAZIONE DEGLI AUTORI)

IL MODELLO DI VALUTAZIONE

Scopo del modello e driver utilizzati per lo sviluppo del modello

Il modello di valutazione ha lo scopo di misurare il livello di maturità delle imprese sulle tematiche di Industria 4.0. Il concetto portante che sta dietro al modello sviluppato è quello di realizzare uno strumento di misura che si basi su dati oggettivi e documentati. Forse come modello di valutazione ha uno stile da “fine anni novanta” e qualche lettore potrebbe vedere un approccio un po’ fotografico e poco dinamico. Se così fosse abbiamo ottenuto il nostro scopo: costruire uno strumento in grado di misurare lo stato reale e attuale, congelato al momento della rilevazione fatta dall’auditor. Non vogliamo contaminare la fotografia con le intenzioni (spesso buone) sul da farsi, sulle ottime strategie prospettiche per il primo semestre dell’anno nuovo, bensì rimanere quanto più oggettivi e supportati dai dati e dai documenti (non è forse questo che ci raccomandano la DIN:SPEC e il modello acatech?).

Una visione più dinamica e prospettica (progettuale) è invece demandata all’audit, eseguito da un esperto, su un’area dell’azienda nella quale la direzione intende investire. In questo caso infatti il questionario contiene una serie di domande più strategiche, tattiche, progettuali che indagano le volontà di adeguamento e le intenzioni documentate di intraprendere un percorso di crescita nel livello di maturità su 4.0.

Le tre fasi del percorso di valutazione

Il modello di valutazione sviluppato comprende 3 step di analisi:

1. Primo step: Pre-valutazione
2. Secondo step: Assessment
3. Terzo step: Audit

I tre tipi di valutazione danno risultati via via più completi e prospettici, ed in particolare:

1. La pre-valutazione ha il compito di fornire alle aziende un primo generale bilancio sul loro grado di maturità rispetto al paradigma Industria 4.0 tramite un breve *report*
2. L’assessment permette alle aziende di ricevere un *report* contenente una fotografia dettagliata della loro situazione attuale con l’evidenziazione dei punti di forza e di debolezza. È lo strumento principe che consente all’azienda di fare strategie su quale area aziendale intervenire
3. Una volta che l’azienda avrà individuato l’area che vuole trasformare ed elaborato la propria strategia di sviluppo in ottica 4.0 avrà bisogno di uno specialista che ne valuti l’appropriatezza. In questo senso, l’audit fornisce alle imprese un *report* contenente una valutazione dettagliata del loro grado di maturità accompagnato dall’indicazione di un possibile piano di sviluppo (tattico ed operativo) contenente vari interventi che l’azienda potrà decidere di attuare

La relazione tra i diversi tipi di valutazione è raffigurata nella seguente figura:

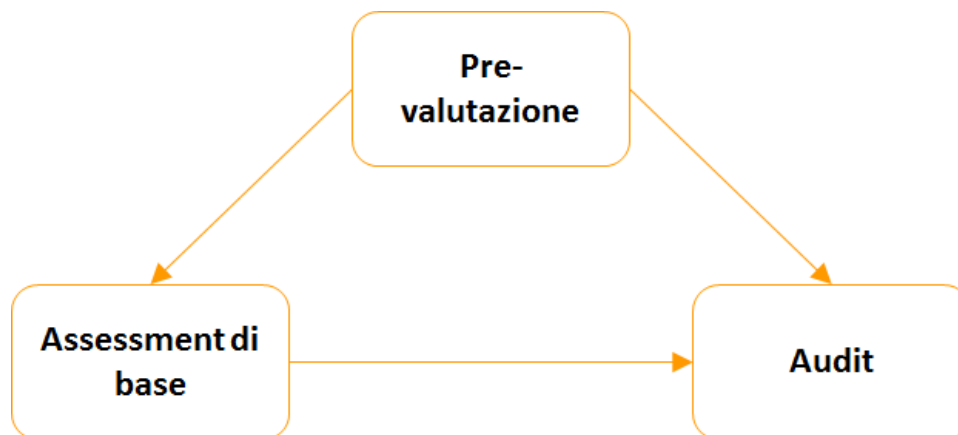


FIGURA 19 RAPPRESENTAZIONE DEI 3 TIPI DI VALUTAZIONE PRESENTI NEL MODELLO (FONTE: ELABORAZIONE DEGLI AUTORI)

Il percorso auspicato per le aziende ripercorre in ordine i tre step. Per prima cosa l'azienda interessata ad una valutazione 4.0 compila la pre-valutazione *on-line* e riceve una stima aggregata del suo livello di maturità.

Se l'azienda è interessata ad approfondire la propria situazione chiederà ad un consulente un assessment (secondo step). L'assessment fornirà una valutazione puntuale di ogni asset presente in azienda indicando anche punti di forza e di debolezza.

Per l'azienda che vuole intraprendere un percorso di sviluppo non rimane che passare attraverso il terzo step, nel quale un secondo consulente, in genere un esperto dell'area da trasformare e delle relative tecnologie abilitanti, approfondirà detta area aziendale al fine di dettagliare le criticità (emerse nel secondo step) ed ipotizzare dei percorsi di sviluppo. L'auditor, in questo caso anche tecnologo esperto, indicherà all'azienda possibili progetti alternativi per migliorare il livello di rispondenza della stessa ai principi di Industria 4.0.

Piano di assessment e audit

Nel secondo e nel terzo step le aziende riceveranno una valutazione tramite una visita in azienda da parte di un professionista. Queste visite sono regolamentate dalla norma UNI EN ISO 19011 che descrive le linee guida per gli audit di sistemi di gestione ambientali, della qualità, della sicurezza delle informazioni. Nel presente paragrafo si parlerà dunque di "audit" e "piano di audit" riferendosi sia al secondo step (Assessment) che al terzo step (Audit) del modello di valutazione.

Si definisce audit un "Processo sistematico, indipendente e documentato per ottenere le **evidenze dell'audit** e valutarle con obiettività, al fine di stabilire in quale misura i **criteri dell'audit** sono stati soddisfatti" regolato dalla normativa UNI EN ISO 19011.

Elemento centrale dell'audit sono le **evidenze**, che rappresentano l'insieme delle informazioni ottenute dall'auditor durante la sua attività, e devono essere pertinenti ai **criteri dell'audit** (politiche, procedure e

requisiti) usati come riferimento per valutare la conformità di ciò che viene sottoposto a verifica ispettiva. Le **risultanze dell'audit** sono quindi i risultati della valutazione delle evidenze dell'audit rispetto ai criteri dell'audit.

Generalmente l'audit non viene effettuato come attività *stand-alone*, ma fa parte di un disegno più grande volto a verificare la conformità di più processi o di differenti sistemi di gestione. Oppure, più semplicemente, il singolo audit può essere parte di una serie di audit ripetuti sullo stesso oggetto di verifica. A tale ragione viene definito un **Programma di audit** che consiste nelle disposizioni per un insieme di uno o più audit pianificati su di un arco di tempo definito ed orientati verso uno scopo specifico.

Per realizzare un programma di audit è necessario:

1. **Definire gli obiettivi del programma di audit:** stabiliti in base allo scopo specifico del programma, servono ad indirizzare tutti i singoli audit nella direzione che garantisce l'efficacia del programma stesso
2. **Definire i compiti e le competenze della persona che gestisce il programma di audit:** responsabile del buon esito del programma di audit, l'azienda committente del programma deve definire le competenze e le responsabilità di tale soggetto prima di assegnargli l'incarico
3. **Determinare l'estensione del programma di audit:** consiste nella descrizione dettagliata degli obiettivi dei singoli audit del programma, dei siti da analizzare e dei tempi concessi per ognuno di essi e dei criteri da utilizzare per il loro svolgimento
4. **Identificare e valutare i rischi del programma:** andranno considerati i rischi legati ad ogni fase del programma di audit, dalla sua pianificazione passando per la sua esecuzione, fino al monitoraggio ed al riesame
5. **Definire le procedure per il programma di audit:** ovvero le procedure da seguire per la sua corretta realizzazione
6. **Identificare le risorse necessarie per il programma di audit:** di cui fanno parte risorse umane e non (risorse economico-finanziarie, tecnologiche ecc.)

La figura chiave per lo svolgimento del singolo audit è l'**auditor**, professionista certificato per svolgere questo tipo di attività e che guida la verifica ispettiva. Oltre ad una conoscenza dettagliata dell'oggetto di audit e dei criteri con i quali valutarne la conformità, l'auditor si caratterizza per una serie di attitudini personali che gli consentono di effettuare in modo efficace il suo compito. Queste discendono prevalentemente dai 6 principi cardinali dell'attività di audit: Integrità, Presentazione Imparziale, Dovuta Professionalità, Riservatezza, Indipendenza e Approccio basato sulle evidenze.

Sulla base di ciò l'auditor deve rispettare i principi di **etica** comportandosi in modo giusto, onesto e riportando i fatti in modo veritiero, questo comporta il saper **agire con fermezza** senza lasciare che le sue decisioni vengano influenzate da pressioni laterali. Deve inoltre essere **diplomatico** avendo la capacità di interagire in modo utile ed appropriato con tutti gli individui che intervisterà durante l'esecuzione dell'audit. Un buon auditor deve necessariamente avere **spirito di osservazione** riuscendo a cogliere le sfumature nelle interviste che effettua, e riuscendo a cercare riprova di quanto avviene realmente attraverso la sua personale osservazione dell'ambiente circostante. In ultimo l'auditor deve essere **perspicace** e **risoluto** riuscendo a trarre conclusioni logiche e in breve tempo sulla base dei campanelli d'allarme che vede durante l'ispezione.

PRE-VALUTAZIONE

La pre-valutazione è costituita da un questionario che permette all'azienda di cominciare un percorso di acquisizione della consapevolezza e di analisi del proprio stato in materia di Industria 4.0.

Il questionario occuperà l'azienda per 20-30 minuti e sarà fruibile via web.

La pre-valutazione fornisce alle aziende un primo report che contiene un inquadramento generale dell'azienda.

Il questionario è composto da domande a risposta chiusa suddivise nelle seguenti aree tematiche:

- Anagrafica
- Organizzazione
- Competenze e profili 4.0
- Capacità di effettuare investimenti
- Tecnologie presenti

Nella figura seguente è possibile vedere qualche esempio di domanda del questionario di pre-valutazione

The figure shows two examples of questions from the pre-assessment questionnaire, each with a dropdown menu. The first question is 'In quale settore si colloca l'azienda?' (In which sector is the company located?) with options: Navale, Cartario, Tessile, and ... The second question is 'Numero di dipendenti' (Number of employees) with options: 0 – 10 dipendenti, 11 – 50 dipendenti, 50 – 250 dipendenti, and ...

FIGURA 20 ESEMPIO DI DOMANDA DELLA PRE-VALUTAZIONE (FONTE: ELABORAZIONE DEGLI AUTORI)

Lo scopo del pre-assessment è quello di fornire un'indicazione sulla consapevolezza dell'impresa rispetto ai concetti, alle tecnologie, alle opportunità progettuali e di finanziamento collegate con Industria 4.0. Questo documento non riporta i risultati dello sviluppo del pre-assessment che non si concentra su misure oggettive ma è piuttosto uno strumento di orientamento e di autoposizionamento delle imprese.

ASSESSMENT

L'assessment è lo strumento che fornisce una fotografia dello stato attuale dell'azienda; è uno strumento di misura che si basa su evidenze supportate da dati e documenti.

Questo tipo di assessment è pensato in modo da poter essere eseguito anche da personale non particolarmente esperto in materia di auditing (studenti, personale interno all'azienda, ecc.)

Il questionario di assessment contiene una serie di domande precise e puntuali sul modo di lavorare dell'azienda in riferimento a due livelli fondamentali:

1. **Livello organizzativo:** corrispondente ai due quadranti “Struttura organizzativa” e “Cultura” del modello acatech
2. **Livello operativo:** corrispondente ai due quadranti di acatech “Risorse” e “Sistemi Informativi”

L'assessment avviene tramite una visita in azienda della durata di almeno 4 ore suddivisa in due parti: una prima parte tramite colloquio in ufficio con alcuni responsabili dell'azienda, possibilmente con il responsabile della qualità, che è la persona che meglio conosce i processi aziendali, e una seconda parte tramite visita nella parte operativa dell'azienda, ad esempio nello stabilimento produttivo, in modo che il consulente possa vedere con i suoi occhi la realtà che gli viene raccontata.

L'assessment, è stato progettato ispirandosi alla norma ISO 9001:2015 per quanto riguarda sia la modalità di condurre la visita in azienda, sia la forma del questionario che il valutatore deve seguire (gli audit condotti seguendo la norma ISO 9001 infatti sono eseguiti seguendo una check list).

Seguendo tale principio le domande sono della forma seguente:

Gli assets identificati hanno capacità comunicative di tipo:

- ☐ Attivo
- ☐ Passivo
- ☐ Attivo con capacità di elaborazione

Le operazioni svolte sul pezzo sono registrate in modo:

- ☐ Digitale
- ☐ Digitale in real-time
- ☐ Cartaceo
- ☐ Cartaceo in real-time
- ☐ Non sono registrate

FIGURA 21 ESEMPIO DI DOMANDA DELL'ASSESSMENT (FONTE: ELABORAZIONE DEGLI AUTORI)

Come visibile in figura, le domande sono puntuali e non viene lasciato spazio per l'opinione dell'auditor, che può non essere esperto di auditing ma che deve avere una conoscenza di base delle tecnologie dell'Industria 4.0 e delle loro funzionalità.

Il questionario di assessment è diviso nei due livelli organizzativo e operativo, che a loro volta sono suddivise in più sottoaree, come visibile nei paragrafi seguenti.

L'assessment fornisce alle aziende un report contenente una fotografia dell'azienda, che attesta lo stato attuale e mette in evidenza punti di forza e di debolezza.

Metriche Assessment

L'assessment, ispirandosi allo studio di acatech, valuta il posizionamento dell'impresa all'interno delle 4 aree strutturali attraverso domande di valutazione sulla base degli 8 principi di acatech.

A differenza di acatech, che valuta tutte le aree funzionali in base ad ogni area strutturale, il modello di valutazione posiziona l'elemento soggetto a valutazione nell'area strutturale corrispondente nel seguente modo:

- Nell'area **Risorse** attraverso una serie di domande simili ripetute per valutare gli asset presenti nell'azienda rispetto ai due parametri dell'area
- Nell'area **Sistema Informativo** attraverso una serie di domande simili ripetute per valutare le varie aree funzionali all'interno dell'azienda rispetto ai due parametri dell'area
- Nell'area **Struttura Organizzativa** attraverso domande che permettono di valutare gli elementi strutturali rilevanti per industria 4.0
- Nell'area **Cultura** attraverso domande specifiche per ogni sotto-parametro individuato nello studio di acatech

Il questionario di assessment è composto da domande a risposta multipla che l'auditor deve compilare.

Le metriche sono assegnate attraverso il seguente processo:

- A. Ordinamento crescente delle risposte ammissibili rispetto alla scala di sviluppo dell'Industria 4.0
- B. Assegnazione del punteggio minimo, zero, alla prima opzione di risposta e del punteggio massimo, uno, all'ultima opzione di risposta
- C. Studio delle distanze tra le risposte intermedie. Si tratta di variabili discrete misurabili attraverso una scala assunta, in prima approssimazione, come lineare nella maggior parte dei casi. Ogni altra scelta sarebbe stata comunque opinabile.

ESEMPIO metrica lineare:

L'esempio proposto riguarda una domanda che indaga il parametro *Sistema informativo* per la misurazione dell'area funzionale degli acquisti.

Domanda	Possibili risposte	METRICA
Esiste un archivio storico degli acquisti?	si, in digitale	1
	si, in cartaceo	0,5
	no	0

La domanda presenta tre possibili risposte con una metrica lineare perciò suddivisa tra 0 e 1 in segmenti lunghi 0,5.

FIGURA 22 ESEMPIO DI DOMANDA DELL'ASSESSMENT (FONTE: ELABORAZIONE DEGLI AUTORI)

- D. Classificazione delle domande rispetto agli 8 parametri dello studio di acatech. Questa classificazione permette di segmentare le risposte e di organizzarle in un radar facilmente leggibile. Inoltre, poiché molte domande si basano su elementi “atomici” della norma DIN SPEC 91345:2016, ogni rilevazione misura un singolo aspetto del singolo asset alla volta. Questo implica che gli aspetti osservati sono di dimensioni comparabili (non ci sono quindi pesi sulle domande, che sarebbero comunque). L'osservazione sui pesi vale ovunque ad eccezione del caso descritto al punto 4 delle eccezioni presenti di seguito.
- E. Scelta della funzione (formula) che ci permette di aggregare i risultati delle rilevazioni puntuali nel parametro corrispondente dell'area strutturale in esame. In base alla scelta effettuata al punto precedente la funzione identificata è la media dei valori ottenuti dalle risposte relative per gruppo di domande assegnate al parametro in esame.
- F. Conversione della scala continua $[0;1]$ nella scala discreta da 1 a 6 dello studio di acatech attraverso la segmentazione della scala in sei segmenti equivalenti. L'assegnazione del valore medio viene assegnato allo step della scala mediante un'operazione di troncamento e non attraverso un arrotondamento dell'intorno (Figura 23).

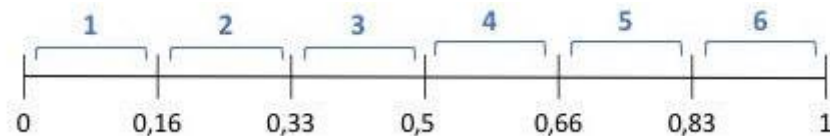


FIGURA 23 CONVERSIONE DELLA SCALA A 6 STEP (FONTE: ELABORAZIONE DEGLI AUTORI)

La scala così ottenuta a 6 step permette una presentazione coerente (nella forma) con lo studio di acatech.

Per spiegare i 6 livelli acatech usa un linguaggio prettamente tecnico che può risultare poco comunicativo verso le imprese. È opportuno pensare quindi ad una rappresentazione della scala che sia di immediata comprensione. Per questa ragione abbiamo scelto la nomenclatura proposta da IMPULSE e presentata come curva ad S, come visibile in Figura 24.

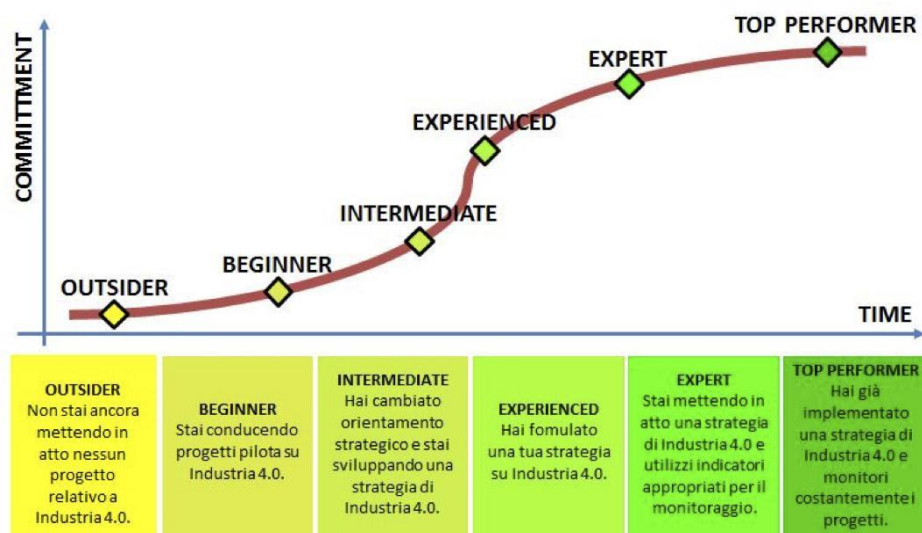


FIGURA 24 CURVA DI ADOZIONE DEL PARADIGMA INDUSTRIA 4.0 (FONTE: ELABORAZIONE DEGLI AUTORI)

Questo processo di valutazione è valido ad eccezione dei seguenti casi:

1. La domanda prevede la selezione di più risposte e le risposte sono un elenco di applicazioni di pari livello cumulabili. In questo caso alla singola risposta viene assegnato un punteggio pari ad $1/n$ con n pari al numero di scelte multiple. Il risultato della compilazione rispetto alla domanda a risposta multipla di questo tipo avviene attraverso la seguente formula: $m * 1/n$ con n pari al numero di scelte multiple ed m il numero di risposte spuntate. Il punteggio ottenuto dalle domande a risposta multipla viene inserito nel totale come negli altri casi, dal punto F della procedura precedentemente descritta, attraverso una media semplice e la conversione della scala a 6 step.

ESEMPIO a scelta multipla:

L'esempio proposto riguarda una domanda che indaga il parametro Organizzazione interna organica per la misurazione delle metodologie applicate dall'azienda.

Domanda	Possibili risposte	METRICA
Quali di queste sono attualmente applicate	RISK MANAGEMENT	0,07
	Material Flow Control Systems per automotive: KANBAN	0,07
	Material Flow Control Systems (es: Conwip, Kanban, Poka, Cobacabana, DBR/TOC, ecc.)	0,07
	Indicatori OEE	0,07
	SMED	0,07
	CONWIP	0,07
	LCA o più in generale PDM	0,07
	TPM	0,07
	5S	0,07
	Visual Planning	0,07
	SCM	0,07
	VMI e/o CRM	0,07
	SRM	0,07

La domanda è a risposta multipla e tratta metodologie misurate allo stesso livello. Se l'azienda ad esempio implementa le metodologie KANBAN e Visual Planning risulta un totale per questa domanda di 0,2.

FIGURA 25 ESEMPIO DI DOMANDA A SCELTA MULTIPLA NELL'ASSESSMENT (FONTE: ELABORAZIONE DEGLI AUTORI)

2. La domanda con risposta condizionata sì/no per l'apertura o chiusura di altre domande. Ci sono casi in cui la domanda iniziale è priva di metriche perché necessaria alla personalizzazione delle successive domande ed altri casi in cui invece anche la prima domanda di condizione è soggetta a valutazione. Quest'ultime sono domande strutturate ad albero: partendo dalla radice ogni nodo apre altre sotto-domande di dettaglio, perciò alla prima domanda è assegnato un punteggio 1 nel caso di risposta positiva ed invece punteggio 0 nel caso di risposta negativa. Se è negativa il processo si ferma; se invece è positiva prosegue con altre domande con la loro logica di punteggio. Nel caso positivo il punteggio 1 è confermato o abbassato attraverso la media dei punteggi all'interno del ramo indagato viceversa nel caso negativo ci possono essere ulteriori domande che confermano o alzano il punteggio. Questi punteggi entrano a far parte della media semplice al punto F della procedura insieme agli altri relativi al parametro in esame.

ESEMPIO domanda condizionata:

L'esempio proposto riguarda una domanda condizionata che apre o chiude un'ulteriore domanda all'interno del parametro Propensione al cambiamento per la misurazione dell'approccio basato sui dati utilizzato all'interno dell'azienda.

Domanda	Possibili risposte	METRICA
L'azienda definisce politiche sulla condivisione del know-how?	sì	1
	no	0
Se no, l'ambiente aziendale è composto da persone che instaurano relazioni sociali?	sì molto	1
	sì media	0,66
	sì poco	0,33
	no	0

La risposta alla prima domanda è una condizione per sottoporre o meno la domanda successiva. In caso di risposta negativa la valutazione è 0 però, indagando con la seconda domanda, è possibile alzare oppure confermare la valutazione andando ad inserire i valori nella media conclusiva del parametro.

FIGURA 26 ESEMPIO DI DOMANDA CONDIZIONATA NELL'ASSESSMENT (FONTE: ELABORAZIONE DEGLI AUTORI)

3. Situazioni in cui la scala risulta non lineare e non logaritmica a seguito dello studio al punto C della procedura. La maggior parte dei fenomeni osservati sono lineari ma ci sono alcuni casi in cui la scala non è lineare e non è riconducibile ad una scala definita (es. una scala logaritmica) in quanto le risposte si polarizzano attorno ai valori estremi 0 ed 1, oppure casi in cui il fenomeno osservato non copre alcuni valori intermedi della scala. In questi casi è necessario quindi progettare una scala sulla base del caso specifico studiato al punto C della procedura e proseguire con il punto D sulla base della scala definita.

ESEMPIO scala non lineare:

L'esempio proposto riguarda una domanda che indaga il parametro Organizzazione interna organica per la misurazione delle metodologie applicate dall'azienda.

Domanda	Possibili risposte	METRICA
Se si VISUAL PLANNING sono utilizzati lavagne di che tipo?	Schermo digitale touch	1
	Lavagna digitale	0,9
	Contenitori di plastica	0,1
	Lavagne cancellabile	0

Le possibili risposte sono configurazioni che si polarizzano rispetto al concetto di Industria 4.0 ovvero le prime due opzioni sono ritenute avanzate ed invece le ultime due opzioni sono le configurazioni minime ancora Industria 3.0.

FIGURA 27 ESEMPIO DI SCALA NON LINEARE NELL'ASSESSMENT (FONTE: ELABORAZIONE DEGLI AUTORI)

4. Domanda che va a pesare le risposte delle altre domande di quel determinato asset per quel determinato parametro

ESEMPIO domanda vincolante:

L'esempio tratta della valutazione degli assets materiali rispetto al parametro Capacità di digitalizzazione e Comunicazione strutturata nell'area strutturale Risorse.

Domanda	Possibili risposte	METRICA
Sono utilizzate delle applicazioni tipo WMS per supportare l'area Magazzini?	Si per attivare magazzini automatici	1
	Si per ottimizzare il put away dei materiali	0,75
	Si per guidare l'attività di prelievo	0,5
	Si per supportare la verifica inventariale ciclica	0,25
	No	0

Nel caso dell'introduzione di magazzini automatici, il resto delle domande sulla codifica sono automaticamente valutate pienamente. Altrimenti viene effettuata una media tra le restanti risposte ed il punteggio ottenuto da questa domanda quindi risulta avere un peso maggiore sul risultato.

FIGURA 28 ESEMPIO DI DOMANDA VINCOLANTE NELL'ASSESSMENT (FONTE: ELABORAZIONE DEGLI AUTORI)

5. Metriche condizionate dalla risposta di altre domande. Questo permette una verifica in automatico della congruenza tra le risposte e l'adattamento della metrica al caso specifico

ESEMPIO metrica condizionata:

L'esempio tratta la valutazione della codifica degli assets rispetto al parametro Capacità digitale nell'area strutturale Risorse.

Domanda	Possibili risposte	METRICA
Gli assets sono identificati per?	Pezzi singoli	1
	Per lotti	$O(0,5;1)$
	Non sono identificati	0

La metrica nel caso di codifica per lotti è soggetta ad una condizione di verifica della congruenza con il tipo di produzione (domanda di contesto nell'area organizzativa). Se l'azienda lavora per lotti allora la metrica è 1 altrimenti se l'azienda lavora per pezzi singoli la metrica è 0,5.

FIGURA 29 ESEMPIO DI METRICA CONDIZIONATA NELL'ASSESSMENT (FONTE: ELABORAZIONE DEGLI AUTORI)

Inoltre il modello prevede la differenziazione tra gli elementi valutati bassi ma necessari oppure bassi e non necessari. In quest'ultimo caso il modello non prende in considerazione nella valutazione globale questo elemento non rilevante per l'azienda e che altrimenti andrebbe ad abbassare la valutazione generale dell'azienda.

ESEMPIO elementi esclusi dalla valutazione:

L'esempio proposto riguarda la possibilità di oscurare il risultato della valutazione di un elemento all'interno dell'area.

Domanda	Possibili risposte	METRICA
Gli assets sono identificati	Pezzi singoli	1
	Lotti	0,5
	Non sono identificati	0
Se no, quantificare l'esigenza di utensili	Bassa, non esiste un magazzino utensili	
	Media, esiste un magazzino utensili	
	Alta, esiste un magazzino utensili	

Nel caso in cui un asset non risulti identificato perché non è presente in azienda o è presente in quantità tali da essere trascurato, tale asset ottiene una valutazione negativa. È possibile però indicare che tale asset presenta questa particolarità in modo che nel report non venga riportato, data la sua scarsa importanza.

FIGURA 30 ESEMPIO DI ESCLUSIONE DI ELEMENTI DALLA VALUTAZIONE NELL'ASSESSMENT (FONTE: ELABORAZIONE DEGLI AUTORI)

Infine il modello prevede la valutazione contemporanea degli elementi gestiti in modo eccezionale. L'azienda è un'entità complessa che comprende diversi tipi di elementi rilevanti. Ogni tipologia può essere gestita in modo diverso, e anche all'interno della stessa tipologia di elemento ci possono essere discordanze nella gestione degli elementi specifici. Questo è il motivo per cui il modello prevede una compilazione della valutazione rispetto alla gestione utilizzata per la maggioranza degli elementi in esame, ma anche la segnalazione e la motivazione delle eccezioni per ogni tipologia di elemento.

Il modello così definito permette di inglobare i punti di forza dell'indice di maturità dello studio di acatech e l'approccio della norma DIN SPEC 91345:2016. Inoltre il modello permette di risolvere i seguenti punti di debolezza dello studio di acatech:

Punti di debolezza di acatech superati nell'assessment
Le risposte non sempre coprono i punti esterni della scala → L'assessment prevede una scala completa
Scala non sempre definita → Scala lineare (con alcune eccezioni)
Modello unico per tutte le aree → Domande che si ripetono per asset, non per aree strutturali
Mancanza del deployment delle metriche, come viene fatta l'aggregazione e se vengono normalizzate → Spiegazione del deployment e dell'aggregazione. Normalizzazione non necessaria.
Mescola l'approccio cartesiano con un approccio a coordinate radiali → Approccio radiale a 8 assi

TABELLA 2 PUNTI DI DEBOLEZZA INDIVIDUATI IN ACATECH E SUPERATI NELL'ASSESSMENT (FONTE: ELABORAZIONE DEGLI AUTORI)

Report Assessment

Il report che viene presentato all'azienda dopo l'assessment contiene molte informazioni utili per evidenziare i punti di forza e i punti di debolezza dell'azienda stessa.

Il report contiene nella parte iniziale un'introduzione e una spiegazione della metodologia che, contenendo una spiegazione del contesto in cui è inserito l'assessment, rendono il *report* fruibile dalle imprese. I grafici mostrati in questo paragrafo e nel successivo sono stati creati *ad hoc* per fornire un appiglio visuale alla spiegazione. Questi non sono riconducibili a nessuna delle aziende che abbiamo visitato in quest'ultimo semestre, né a quelle usate per testare il modello

Dopo questa prima parte vengono presentati i risultati delle analisi, partendo dalla valutazione complessiva dell'azienda divisa nei due livelli: organizzativo e operativo (Figura 31).



FIGURA 31 VALUTAZIONE DEI LIVELLI: ORGANIZZATIVO E OPERATIVO (FONTE: ELABORAZIONE DEGLI AUTORI)

Da questa prima valutazione molto aggregata è possibile avere una prima indicazione sull'orientamento dell'azienda: se più attenta alla parte organizzativa e gestionale o alla parte operativa e tecnologica.

A questo punto il report scende nel dettaglio delle quattro aree strutturali (corrispondenti ai quadranti di acatech) dandone una valutazione da 1 a 6 e rappresentandola con un radar (Figura 32). Nel grafico è bene notare che, nonostante il valore 0 sia fuori dal dominio, è presente negli assi dei radar. Questo avviene esclusivamente per la necessità grafica di rendere visibile la colorazione del livello 1 che corrisponde al valore minimo. Nella pratica non ci sono elementi con votazione zero.

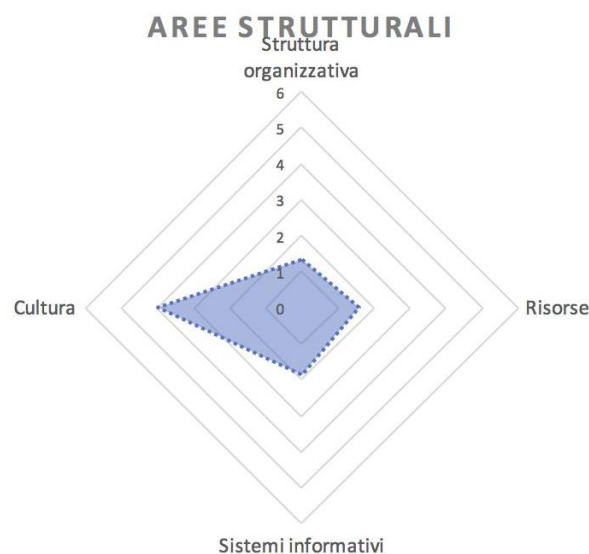


FIGURA 32 RADAR CON LA VALUTAZIONE DELLE 4 AREE STRUTTURALI (FONTE: ELABORAZIONE DEGLI AUTORI)

Questo primo radar fornisce già un'indicazione sui punti di forza e di debolezza dell'azienda visitata e permette di avere una visione d'insieme dei parametri che verranno approfonditi nei grafici successivi.

Le 4 aree strutturali del modello sono composte da 8 assi, quindi il passo successivo del report riguarda la scomposizione delle 4 aree strutturali negli assi da cui sono composte, come visibile in Figura 33.

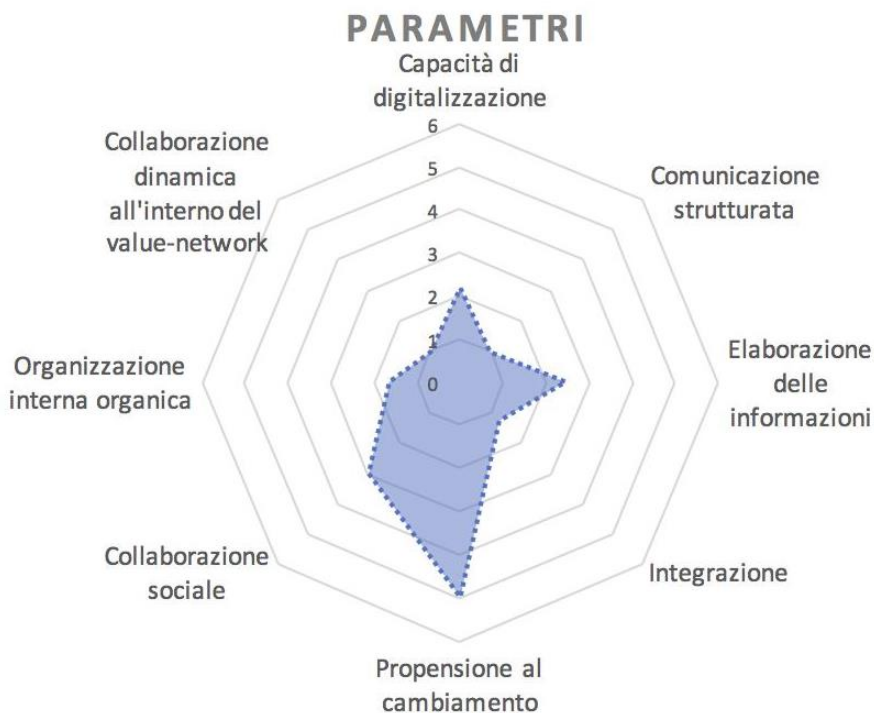


FIGURA 33 RADAR CON LA VALUTAZIONE DEGLI ASSI (FONTE: ELABORAZIONE DEGLI AUTORI)

Con questo radar a 8 assi la valutazione dell'azienda scende a un livello di dettaglio sempre maggiore: a questo punto è possibile stabilire quali aspetti dell'azienda presentano delle criticità e quali invece si rivelano più maturi.

L'idea è quella di individuare gli assi critici, per poi scendere nel dettaglio e arrivare ad avere una valutazione di ogni asset presente in azienda. Per fare questo è possibile scendere ulteriormente nel dettaglio per indagare il motivo cui un determinato asse ha ottenuto una valutazione andando ad esaminare ogni tipologia di elemento valutato secondo quell'asse.

Ogni elemento appartenente ad un'area strutturale è valutato attraverso i due assi relativi e riportato in un grafico radar.

Per quanto riguarda l'area strutturale Risorse il report riporta il seguente grafico:

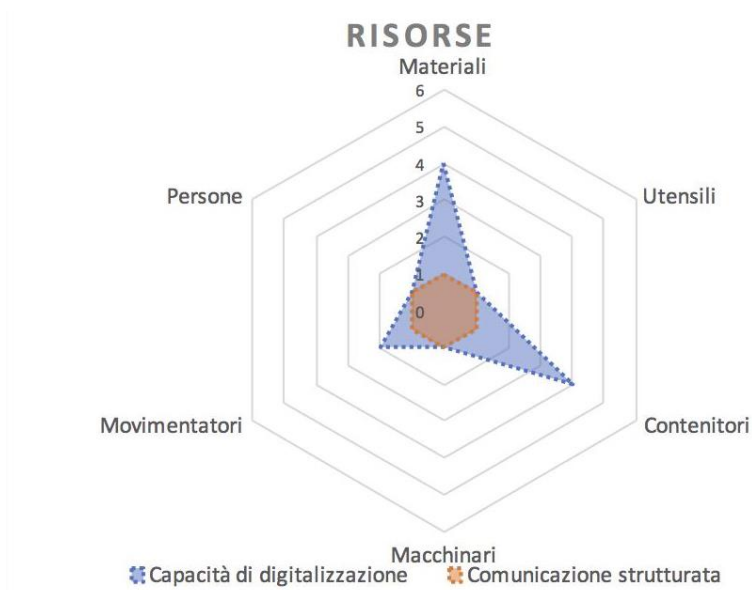


FIGURA 34 RADAR CON LA VALUTAZIONE DELLE RISORSE (FONTE: ELABORAZIONE DEGLI AUTORI)

Il grafico sintetizza la situazione delle risorse (materiali, utensili, contenitori, macchinari, movimentatori e persone) rispetto ad una scala da 1 a 6 e rispetto agli assi Capacità di digitalizzazione (colore azzurro) e Comunicazione strutturata (colore arancio). Quindi è possibile prendere visione della situazione per tipologia di risorse contemporaneamente per gli aspetti di digitalizzazione e comunicazione.

Per quanto riguarda l'area strutturale "Sistemi informativi" il report riporta il grafico seguente:

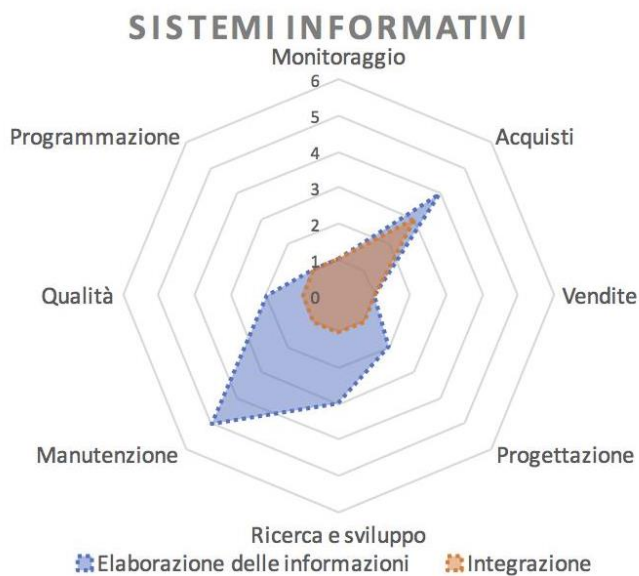


FIGURA 35 RADAR CON LA VALUTAZIONE DEI SISTEMI INFORMATIVI (FONTE: ELABORAZIONE DEGLI AUTORI)

Il grafico sintetizza la situazione dei sistemi informativi nelle varie aree funzionali aziendali. Con il colore azzurro viene riportata la valutazione dell'asse Elaborazione delle informazioni (ovvero della capacità di registrazione e analisi dei dati) e con il colore arancio viene riportata la valutazione dell'Integrazione dei dati tra le varie aree funzionali. Quindi questo radar permette di avere una visione di dettaglio delle funzioni aziendali ed individuare così la più critica rispetto allo sviluppo di Industria 4.0.

Per quanto riguarda l'area strutturale "Struttura organizzativa" il report riporta il seguente radar:

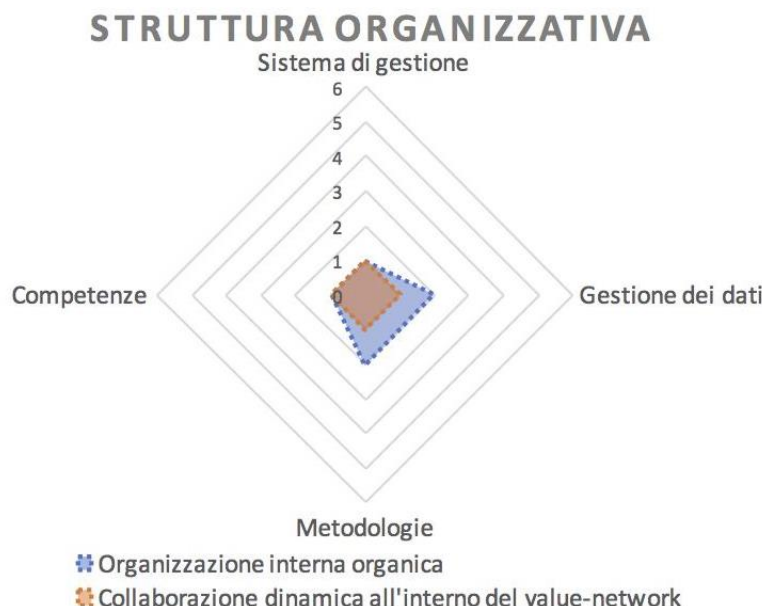


FIGURA 36 RADAR CON LA VALUTAZIONE DELLA STRUTTURA ORGANIZZATIVA (FONTE: ELABORAZIONE DEGLI AUTORI)

Il grafico sintetizza la situazione della struttura organizzativa andando ad indagare il sistema di gestione, la gestione dei dati, le competenze e le metodologie attuate. Con il colore azzurro viene presentata la valutazione relativa agli aspetti interni all'organizzazione, mentre con il colore arancio vengono presentati gli aspetti esterni all'organizzazione (*value-networks*).

Infine, per quanto riguarda l'area strutturale Cultura il report riporta il seguente grafico:

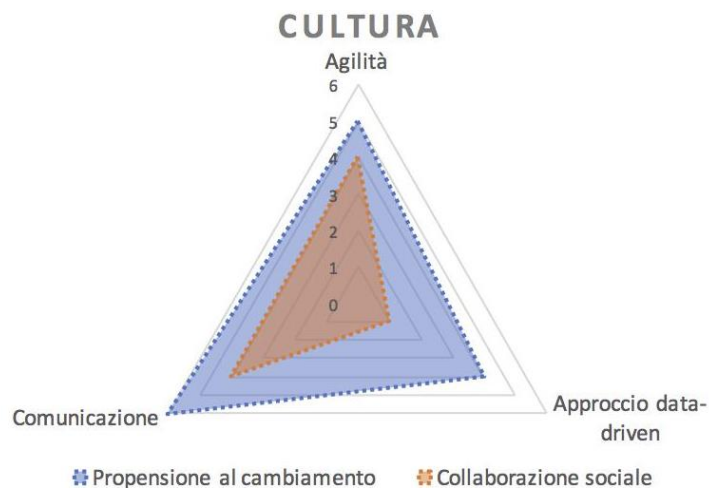


FIGURA 37 RADAR CON LA VALUTAZIONE DELLA CULTURA (FONTE: ELABORAZIONE DEGLI AUTORI)

Il grafico rappresenta il punteggio ottenuto per quanto riguarda la cultura presente all'interno dell'organizzazione riguardo agli aspetti indicati nello studio di acatech come rilevanti per l'Industria 4.0, ovvero agilità, comunicazione, e approccio data-driven. Con il colore azzurro viene sintetizzata la valutazione delle componenti di cultura relativamente agli aspetti di propensione al cambiamento, mentre con il colore arancio viene riportata la valutazione rispetto alla collaborazione sociale.

Il report dell'assessment permette all'azienda di avere una fotografia della situazione attuale e di rendersi conto di quali asset costituiscono un punto di forza e quali altri costituiscono un punto di debolezza per l'impresa. L'assessment quindi costituisce un passo fondamentale per l'impresa che vuole cominciare ad approfondire la sua situazione e cercare uno specialista in grado di ideare un piano di sviluppo volto a migliorare la capacità dell'impresa di sfruttare al meglio le tecnologie di Industria 4.0.

AUDIT

L'audit è lo strumento che fornisce una visione più dinamica e prospettica (progettuale). È eseguito da un esperto esterno che si concentra su un'area dell'azienda nella quale la direzione intende investire. Per ottenere questo il questionario di audit contiene una serie di domande più strategiche, tattiche, progettuali che indagano le volontà di adeguamento e le intenzioni documentate di intraprendere un percorso di crescita nel livello di maturità su 4.0.

L'audit è condotto da un auditor esperto in auditing e nelle tecnologie che caratterizzano Industria 4.0. L'auditor andrà ad approfondire le aree aziendali su cui l'azienda intende investire e lo farà tramite una visita in azienda di almeno 4 ore in cui andrà ad approfondire principalmente due aspetti:

1. **La readiness dell'azienda:** andando ad indagare quello che in acatech corrisponde ai due quadranti "Struttura organizzativa" e "Cultura". Questa parte serve per capire se l'azienda è sufficientemente motivata e se è strutturalmente in grado di portare avanti un progetto di implementazione delle tecnologie 4.0.
2. **Valutazione delle tecnologie presenti:** andando ad indagare lo stato delle tecnologie presenti in azienda e il modo in cui vengono utilizzate. Questa parte fa riferimento ai due quadranti di acatech "Risorse" e "Sistemi Informativi" e serve per capire qual è lo stato attuale e quali interventi si possono attuare in azienda.

La prima parte dell'audit avviene tramite colloquio in ufficio con alcuni responsabili dell'azienda (possibilmente con il responsabile della qualità). La seconda parte, al contrario, può essere fatta direttamente nella parte operativa dell'azienda (es. nello stabilimento produttivo) accompagnati dal personale aziendale, in modo che l'auditor abbia la possibilità di vedere con i suoi occhi ed avere un'opinione critica su quello che gli viene raccontato dall'azienda.

Il questionario di audit è stato concepito ispirandosi al modello dell'*European Foundation for Quality Management* (EFQM). Il modello EFQM è un modello non prescrittivo e di riferimento per la valutazione della qualità sostenibile nel tempo per le organizzazioni. Lo scopo del modello è quello di consentire alle organizzazioni di conseguire un miglioramento complessivo delle prestazioni mediante un approccio più articolato rispetto ai soli modelli ISO 9000.

Il modello è infatti rappresentabile mediante uno schema a nove stanze, in cui ognuna rappresenta un criterio per valutare il progresso dell'organizzazione verso l'eccellenza ed a sua volta è composta da vari sottocriteri. I criteri che l'EFQM prende in considerazione coprono due aree fondamentali: da un lato i Fattori abilitanti, e dall'altro i Risultati.

L'audit ha ereditato dal modello EFQM da un lato le tematiche relative alla valutazione dell'organizzazione dell'azienda e della cultura, e da un lato la forma delle domande. Infatti le domande hanno la struttura visibile in Figura 38 con 5 livelli a cui corrisponde una scala di valutazione da 0 a 100.



FIGURA 38 ESEMPIO DI DOMANDA DELL'AUDIT (FONTE: ELABORAZIONE DEGLI AUTORI)

Come visibile in figura la domanda suggerisce 5 livelli indicando anche qualche esempio a supporto dell'auditor. L'auditor darà una valutazione ad ogni singola domanda indicando il punteggio ottenuto dall'azienda da 0 a 100.

Per condurre l'audit, l'auditor deve essere esperto in materia e deve essere in grado di eseguire un colloquio con il personale dell'azienda e di raccogliere informazioni visive tenendo come riferimento i vari livelli che il questionario di audit propone.

L'audit fornisce alle aziende un report contenente una valutazione dettagliata del loro grado di maturità accompagnato dall'indicazione di un possibile piano di sviluppo (strategico ed operativo) contenente vari interventi che le aziende stesse possono scegliere e decidere di attuare.

Metriche Audit

L'audit, seppur basato su modello EFQM, ha una struttura coerente lo studio di acatech. Infatti l'audit valuta il posizionamento dell'impresa all'interno delle quattro aree strutturali attraverso domande basate sugli otto principi dell'indice di maturità dello studio di acatech.

L'audit quindi considera tutte e quattro le aree strutturali e valuta ogni elemento dell'azienda:

- Le aree **Struttura Organizzativa e Cultura** verranno indagate attraverso domande che riguardano l'azienda nel suo insieme dal punto di vista organizzativo e culturale
- Le aree **Risorse e Sistema Informativo** verranno indagate attraverso una serie di domande ripetute in ogni funzione aziendale volte ad estrapolare le informazioni richieste dagli assi caratteristici delle due aree strutturali in questione.

Il questionario di audit è composto quindi da una serie di domande riguardanti l'azienda e da una serie di domande ripetute per ogni area.

Come già detto, nell'audit la struttura del questionario è ereditata dal modello EFQM, quindi è composta da una valutazione da 0 a 100 con un passo di 5 punti (0, 5, 10, 15 e così via) coerente con 5 livelli di maturità proposti (vedere Figura 38).

In questo caso lo sforzo di assegnazione delle metriche avviene a monte, durante la definizione del questionario. Da notare il fatto che in questo caso la metrica può variare sensibilmente a seconda dell'esperienza dell'auditor: un auditor esperto riesce a discriminare i livelli ed utilizzare una grana più fine della scala rispetto ad un auditor meno esperto che tenderà ad attenersi ai punti centrali dei 5 livelli e quindi alla scala discreta [0;25;50;75;100].

Per elaborare la valutazione viene eseguita l'aggregazione dei risultati attraverso il seguente processo:

- A. Classificazione delle domande rispetto agli 8 parametri dello studio di acatech
- B. Elaborazione dell'algoritmo di calcolo del punteggio per ogni parametro di ogni area strutturale. L'algoritmo è costituito prevalentemente da medie aggregate in base al parametro a cui fa riferimento la domanda
- C. Conversione della valutazione dalla scala [0;100] nella scala discreta da 1 a 6 dello studio di acatech attraverso la segmentazione della valutazione scala in 6 segmenti equivalenti riportati nella seguente figura

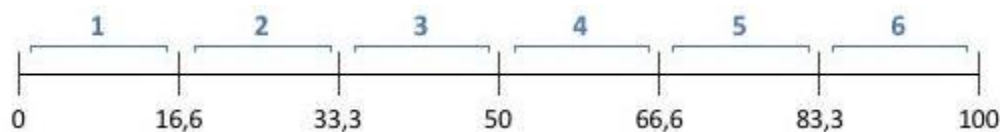


FIGURA 39 CONVERSIONE DELLA SCALA A 6 STEP (FONTE: ELABORAZIONE DEGLI AUTORI)

Come già detto per l'assessmet, per spiegare i 6 livelli acatech usa un linguaggio molto tecnico non sempre efficace per la comunicazione verso le imprese. Anche in questo caso si opta per la rappresentazione della scala tramite curva ad S fig (curva ad S nel paragrafo metriche assessment).

Il modello di audit così definito permette di inglobare i punti di forza dell'indice di maturità dello studio di acatech e di superare alcuni punti di debolezza, come sintetizzato nella Tabella seguente:

Punti di debolezza del modello acatech risolti nell'audit
Le risposte non sempre coprono i punti esterni della scala → L'audit prevede una scala completa
Scala non sempre definita → Scala lineare da 0 a 100
Modello unico per tutte le aree → Modello che prevede domande uniche per valutare l'azienda e domande ripetute per valutare le funzioni aziendali
Mancanza del deployment delle metriche, della spiegazione di come viene fatta l'aggregazione e la normalizzazione → Spiegazione del deployment e dell'aggregazione. Normalizzazione non necessaria.

Accostamento di un approccio cartesiano con un approccio a coordinate radiali

→ Approccio radar a 8 assi

TABELLA 3 PUNTI DI DEBOLEZZA INDIVIDUATI IN ACATECH E SUPERATI NELL'AUDIT (FONTE: ELABORAZIONE DEGLI AUTORI)

Report Audit

Il report dell'audit presenta una prima parte di analisi dei dati rilevati ed una seconda parte più prospettica che contiene i possibili interventi che l'azienda può implementare per migliorare il proprio livello di digitalizzazione ed ottenere così i benefici derivanti dall'Industria 4.0.

La parte di analisi ha una parte a comune con il report dell'assessment: anche in questo caso il report parte da una valutazione generale delle due macro-aree operativo e organizzativo (Figura 40), per poi passare ad un livello di dettaglio maggiore con la valutazione delle 4 aree strutturali corrispondenti ai quadranti presenti nello studio di acatech (Figura 13)

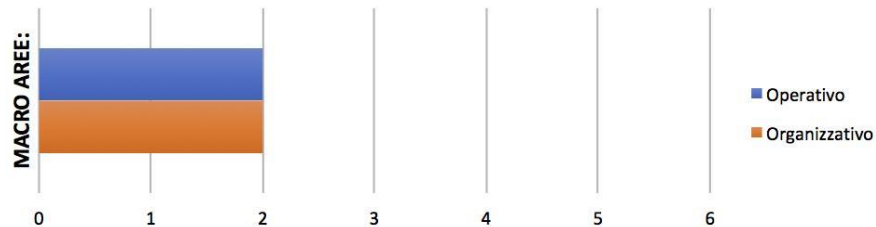


FIGURA 40 VALUTAZIONE DEI LIVELLI: ORGANIZZATIVO E OPERATIVO (FONTE: ELABORAZIONE DEGLI AUTORI)

Anche nel report dell'audit le valutazioni ottenute nelle varie domande vengono processate in modo da avere come output una scala da 1 a 6, in modo da uniformare la chiave di lettura necessaria per interpretare i due tipi di report.

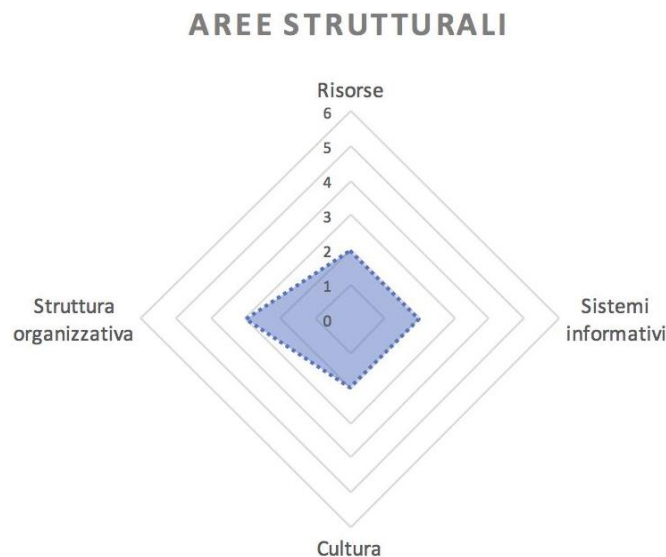


FIGURA 41 RADAR CON LA VALUTAZIONE DELLE 4 AREE STRUTTURALI (FONTE: ELABORAZIONE DEGLI AUTORI)

A questo punto il report contiene il radar con la valutazione degli 8 assi provenienti da acatech, che ci permette di cominciare a vedere in modo chiaro su quali aspetti è opportuno indagare ed eventualmente intervenire.



FIGURA 42 RADAR CON LA VALUTAZIONE DEGLI ASSI (FONTE: ELABORAZIONE DEGLI AUTORI)

Da questo punto in poi il report si differenzia e ogni asse viene indagato sulla base delle rilevazioni fatte. Per prima troviamo l'area Struttura organizzativa, con i suoi due assi: "Organizzazione interna organica" e "Collaborazione dinamica all'interno del value-network".

Il primo asse, relativo all'organizzazione interna, si suddivide a sua volta in 3 parametri (Figura 43):

- Organizzazione: che indica tutti i fattori relativi al buon funzionamento dell'organizzazione (ad esempio: definizione delle strategie, monitoraggio delle performance e dei risultati, utilizzo di metodologie ecc)
- Salute dell'organizzazione: utile a dare una valutazione della solidità economico-finanziaria dell'azienda
- Competenze: che valuta le competenze presenti all'interno dell'azienda



FIGURA 43 RADAR CON LA VALUTAZIONE DELL'ASSE ORGANIZZAZIONE INTERNA ORGANICA (FONTE: ELABORAZIONE DEGLI AUTORI)

Il secondo asse è relativo all'attenzione che l'organizzazione ha verso l'esterno. Questa si divide in due parametri:

- Cooperazione all'interno del value-network, che indaga le relazioni con tutti i soggetti esterni come clienti, fornitori e partner
- Focus sui benefici per il cliente, che indaga l'attenzione che l'azienda ha per il cliente finale, a prescindere da qual è la sua posizione all'interno della filiera

COLLABORAZIONE DINAMICA ALL'INTERNO DEL VALUE- NETWORK

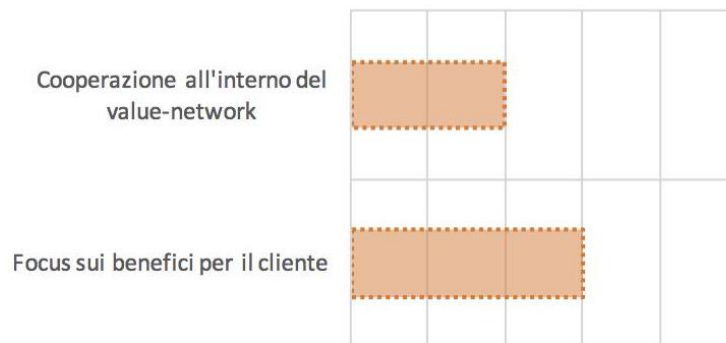


FIGURA 44 RADAR CON LA VALUTAZIONE DELL'ASSE COLLABORAZIONE DINAMICA ALL'INTERNO DEL VALUE-NETWORK (FONTE: ELABORAZIONE DEGLI AUTORI)

Successivamente si passa all'area strutturale "Cultura", con gli assi: "Propensione al cambiamento" e "Collaborazione sociale". Il primo asse è relativo all'attitudine dell'azienda ad accettare o ricercare nuove sfide e nuovi cambiamenti. Questo si divide in 3 parametri:

- Apertura all'innovazione, che indaga la propensione dell'azienda verso l'innovazione
- Riconoscere il valore degli errori, che valuta come l'organizzazione è in grado di sfruttare gli errori commessi per migliorarsi
- Sviluppo professionale continuo, che valuta come l'organizzazione crede nella formazione nei processi di cambiamento e in ottica di miglioramento continuo

PROPENSIONE AL CAMBIAMENTO



FIGURA 45 RADAR CON LA VALUTAZIONE DELL'ASSE PROPENSIONE AL CAMBIAMENTO (FONTE: ELABORAZIONE DEGLI AUTORI)

Il secondo asse, relativo al clima di collaborazione presente all'interno dell'azienda, si divide in:

- Comunicazione aperta, che indaga come avvengono le comunicazioni nell'organizzazione
- Stile di leadership democratico, che indaga il tipo di leadership e il processo decisionale presente nell'organizzazione

COLLABORAZIONE SOCIALE

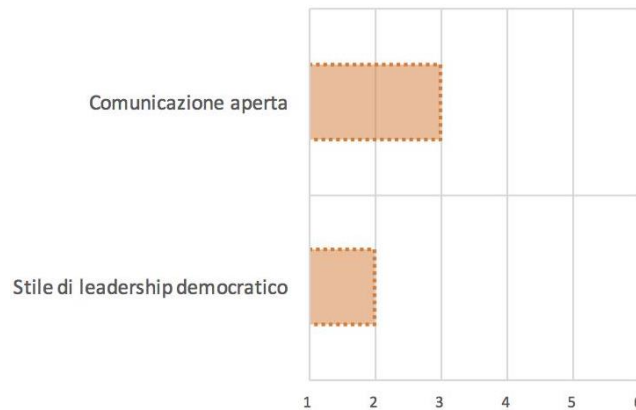


FIGURA 46 RADAR CON LA VALUTAZIONE DELL'ASSE COLLABORAZIONE SOCIALE (FONTE: ELABORAZIONE DEGLI AUTORI)

A questo punto il report passa alla parte operativa dell'organizzazione. Il radar seguente indaga i due assi relativi alle risorse: "Capacità di digitalizzazione" e "Comunicazione strutturata". Come visibile dalla Figura 47, il radar dà una misura di tutte le aree aziendali e permette di raggiungere un grado di dettaglio estremamente interessante per la valutazione del grado di maturità tecnologica dell'azienda: grazie a questo grafico è possibile determinare quali aree aziendali sono ad un livello più avanzato di conformità al 4.0 e quali presentano le maggiori criticità nei due assi considerati.

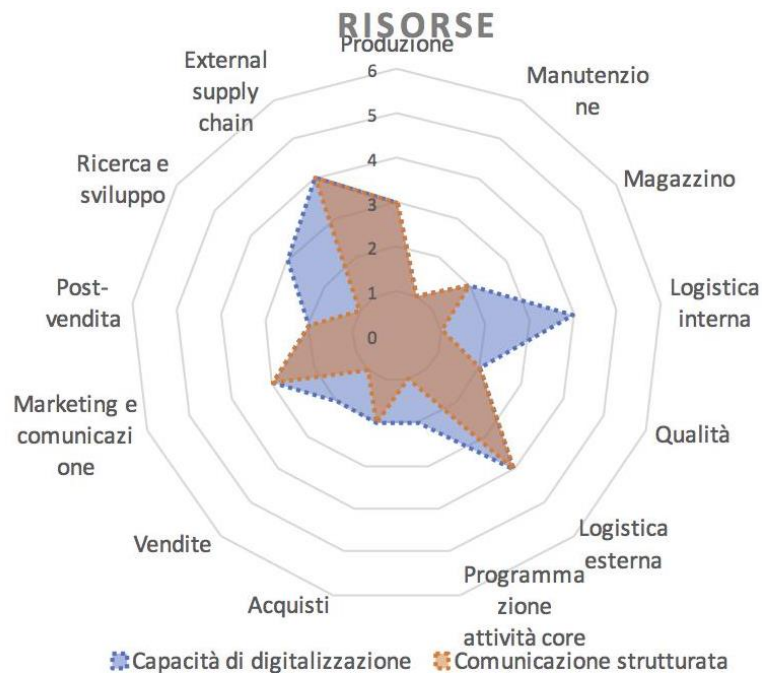


FIGURA 47 RADAR CON LA VALUTAZIONE DELL'AREA RISORSE (FONTE: ELABORAZIONE DEGLI AUTORI)

Come ultimo grafico il report riporta il radar relativo ai due assi dell'area "Sistema informativi", ovvero "Elaborazione delle informazioni" e "Integrazione".

Anche in questo caso il grafico riporta la valutazione di dettaglio per i due assi per ognuna delle aree aziendali.

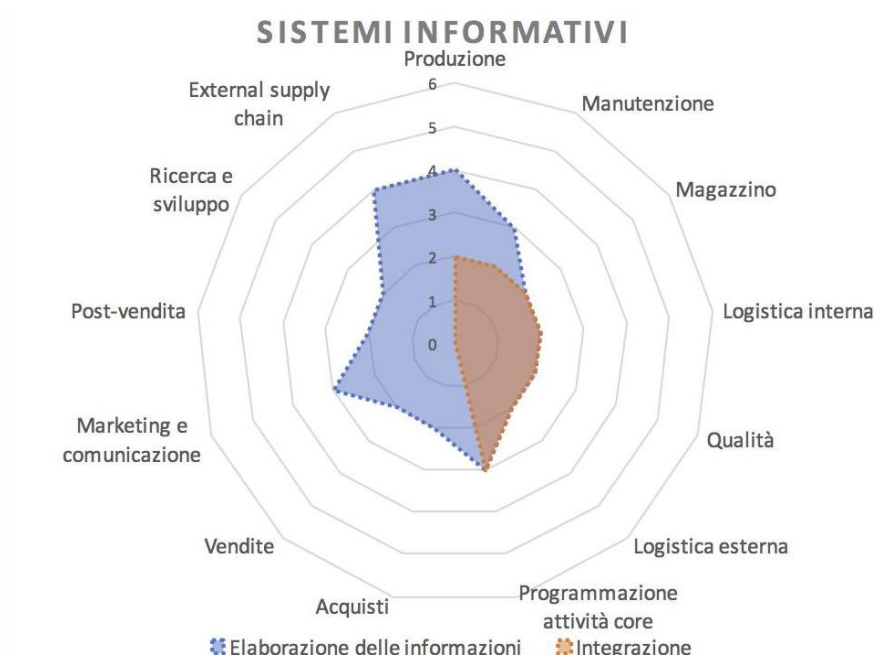


FIGURA 48 RADAR CON LA VALUTAZIONE DELL'AREA SISTEMI INFORMATIVI (FONTE: ELABORAZIONE DEGLI AUTORI)

Il *report* dell'audit fornisce molte evidenze sullo stato dell'azienda e indica le aree aziendali in cui prendere in considerazione un investimento. L'auditor potrà quindi raccogliere i dati, valutare la situazione in base alla propria esperienza e proporre all'azienda alcuni possibili interventi che, se implementati, possono apportare dei benefici tangibili e un miglioramento del livello di maturità dell'azienda rispetto al paradigma Industria 4.0.

OSSERVAZIONI FINALI

Quasi tutte le domande dei due questionari allegati al presente lavoro (tranne quelle di anagrafica e contesto) presentano dei tag scritti fra parentesi quadre prima di ogni domanda. I tag servono a collocare le domande sugli 8 parametri del modello di riferimento e contestualizzarle sulle 4 aree:

Risorse:

[DIG CAP]: Digital Capability

[STR COM]: Structured Communication

Sistema informativo:

[INF PRO]: Information Processing

[INTEGR]: Integration

Struttura organizzativa:

[ORG INT] : Organic internal Organization

[DYN COL]: Dynamic Collaboration in value Networks

Cultura:

[SOC COL]: Social Collaboration

[WIL CHA]: Willingness to Change

Oltre a questi sono stati utilizzati due ulteriori tag di livello inferiore per tracciare le domande sul *Business model* e sulla filiera.

Sul business model

La norma, i diversi report internazionali di matrice consulenziale e lo stesso modello acatech, benché riportino le possibili conseguenze di un approccio di tipo Industria 4.0 sul design del modello di business di un'impresa, non suggeriscono tuttavia elementi normativi o di indagine utili a cogliere l'effetto di tali impatti. Non risulta pertanto facile elaborare domande non banali sul tema, sebbene siamo consapevoli che la rilevazione di tali elementi rappresenti un fattore determinante nella comprensione dell'impatto che Industria 4.0 può produrre sul modo di fare business da parte delle imprese. A ciò si aggiunga che in ambito accademico sono stati proposti diversi framework concettuali per spiegare le diverse componenti di un modello di business e la loro relazione. Per tali motivi la nostra scelta iniziale si è indirizzata verso un modello teorico tra i più noti e pragmatici presenti in letteratura: il *Business Model Canvas* di Osterwalder, non precludendoci tuttavia, in futuri sviluppi del lavoro, di poter adottare anche modelli differenti.

Abbiamo usato questo modello perché scompone il BM in una serie di sottoinsiemi di maggior dettaglio e perché questi fanno riferimento diretto a funzioni aziendali ben definite. D'altronde, quando si parla di nuovi *business*

model legati al 4.0, siamo di fronte ad una letteratura scarsa e a un numero irrisorio di casi studio dai quali è quasi impossibile generalizzare delle regole o astrarre domande specifiche. Visto che l'applicazione del modello Industria 4.0 può avere conseguenze a livello di ogni singola stanza o elemento del BMC abbiamo usato il tag BM per domande di carattere generale sul *business model*, mentre tag specifici (si veda Figura 49) quando la domanda può essere associata con certezza ad una particolare stanza.

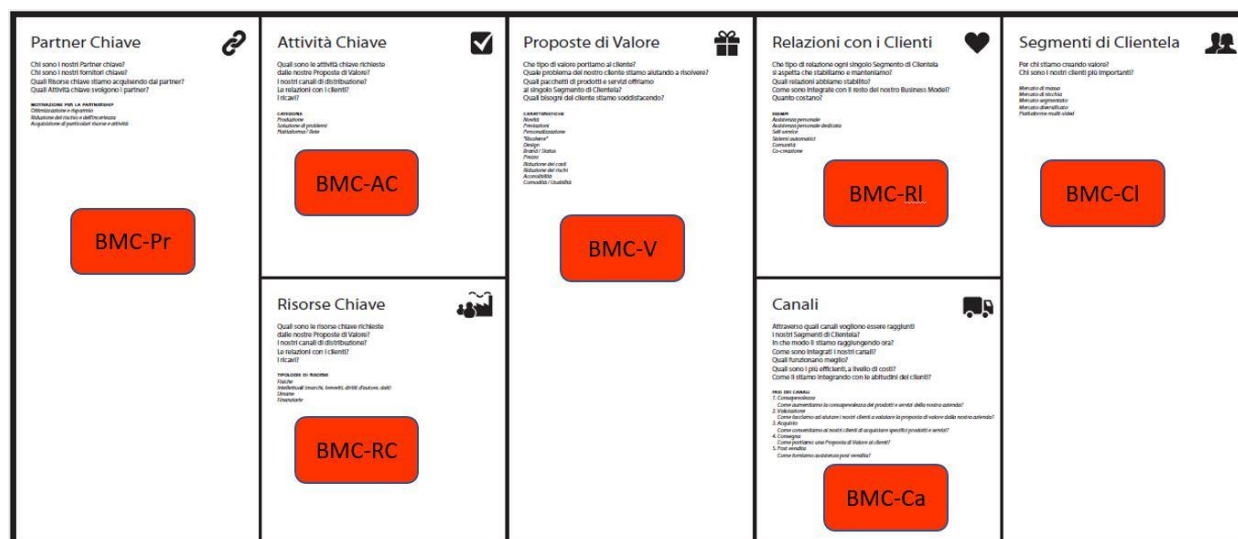


FIGURA 49 MAPPA DEI TAG PRESENTI NEI QUESTIONARI RIFERITI ALLE STANZE DEL BUSINESS MODEL CANVAS (RIELABORAZIONE DI OSTERWALDER & PIGNEUR, 2010)

Sulla filiera

Per quanto attiene alle domande sulle risorse relazionali siamo consapevoli che una loro rilevazione ed elaborazione possa avere un potente effetto esplicativo non solo rispetto al grado di pervasività dell'approccio Industria 4.0 lungo una specifica filiera produttiva (e, a livello intersettoriale, tra filiere differenti) ma anche rispetto ad una migliore comprensione di quello che è il design del modello di *business* di un'impresa. La disponibilità di tali mappature rappresenterebbe inoltre un valore aggiunto non solamente per gli analisti e per i *policy makers* ma anche per le stesse aziende. Queste avrebbero infatti a disposizione delle misure di impatto della "quarta rivoluzione industriale" sulla propria filiera ed essere stimolate dalla presenza di partners più maturi con i quali instaurare meccanismi di apprendimento collegati a Industria 4.0 o essere, a loro volta, elementi trainanti dell'intera filiera. Ciò condurrebbe ad un circolo virtuoso che, in modo sinergico, sarebbe potenzialmente in grado di accrescere in modo più che proporzionale il valore dell'intera filiera.

Basandoci sulle nostre esperienze di ricerca, ci preme comunque sottolineare che richiedere all'interno di una *survey* la mappatura del *network* relazionale di un'organizzazione (nel caso specifico la rete di filiera) non è una missione banale. In alcuni casi può risultare difficoltoso per l'impresa ricostruire, in fase di compilazione del questionario, la propria rete di relazioni e questo potrebbe condurre ad avere mappature parziali di non agevole intelligibilità. Si potrebbe comunque prevedere l'applicazione di metodologie che consentano di ricostruire a posteriori la rete di filiera sulla base dei dati ottenuti dai questionari.

Tutte le domande che potenzialmente possono avere un impatto sulla filiera sono state etichettate con il tag SC (Supply Chain).

REVISIONI

Il processo di revisione interna dei questionari di assessment ed audit ha visto la partecipazione di numerosi colleghi esperti delle diverse aree indagate. A ciascun revisore è stato assegnata una parte del questionario pertinente con le sue discipline di insegnamento e di ricerca. Tutti i commenti sono stati discussi con i revisori ed integrati nella quasi totalità dei casi. Alcune osservazioni fatte da un revisore hanno avuto conseguenze anche su altre aree e/o su altre domande. Questo ci ha fornito anche un *cross-check* delle osservazioni fatte al lavoro.

I revisori interni che abbiamo scelto e che ringraziamo per il lavoro svolto e per il valore che hanno aggiunto al presente studio sono stati i seguenti:

prof. R. Mirandola, Università di Pisa, Audit

prof. F. Failli, Università di Pisa, Audit

prof. G. Carmignani, Università di Pisa, Audit

prof. Giannetti Riccardo, Università di Pisa, Area Aziendale

prof. Antonella Martini, Università di Pisa, Area Aziendale

prof. Frosolini Marco, Università di Pisa, Area Impianti industriali e magazzini

prof. Gianluca Murgia, Università di Siena, Area Ingegneria Gestionale

prof. Marcello Braglia, Università di Pisa, Area Logistica

prof. Stefano Marrami, Università di Firenze, Area Logistica

prof. Lorenzo Zanni, Università di Siena, Area Marketing e Management

prof. Marco Pranzo, Università di Siena, Area Operation Research

prof. Gianni Campatelli, Università di Firenze, Area Produzione

prof. Marcello Urgo, Politecnico di Milano, Area Produzione

prof. Alessandro Pozzebon, Università di Siena, Tecnologie di Comunicazione e Internet of Things

I modelli di assessment ed audit sono stati testati nelle seguenti imprese (in ordine alfabetico):

Bozzi (Lavorazioni meccaniche, Livorno)

Cromology (Chimica, Empoli)

Esanastri (Produzione etichette, Pontedera)

FAM (Filtri acqua, Grosseto)

Indios (Calzaturiero, Pistoia)

Italprogetti (Macchinari per la concerria, Santa Croce)

Oleificio Franci (Food, Grosseto)

Panurania (Pannelli prefabbricati, Siena)

Calidario Terme Etrusche (Turismo, Livorno)

Toscana Spazzole Industriali (Parti di macchina, Prato)

Ciascun test ha richiesto dalle 3 alle 4 ore di visita e discussione in azienda oltre ai tempi di stesura del report e di discussione dello stesso. Ringraziamo del tempo e della disponibilità i responsabili delle imprese di cui sopra e tutti i dipendenti che abbiamo intervistato e che ci hanno aiutato nelle rilevazioni.

RINGRAZIAMENTI

Gli autori ringraziano il dott. Albino Caporale per i numerosi stimoli forniti durante lo sviluppo del modello, Daniela Tafani per le news sul 4.0, sempre di grande valore e aggiornatissime (soprattutto quando compaiono in tedesco!), Francesca Mazzocchi per le discussioni sull'artigianato digitale e le informazioni sul caso descritto, Marco Bisconti per il lavoro svolto nella preparazione del materiale didattico su audit e assessment e Immacolata Castaldini per il contributo sull'implementazione software per la compilazione dei questionari.

BIBLIOGRAFIA

- Alliance, Agile (2001), Agile Manifesto. Ultimo accesso 21/07/2017: <http://agilemanifesto.org/>
- Baur, C., Wee, D. (2015), Manufacturing's next act. McKinsey&Company Operations. Ultimo accesso 17/01/17: <http://www.mckinsey.com/business-functions/operations/our-insights/manufacturings-next-act>
- Business Consulting Group (2015), Man and Machine in Industry 4.0. Ultimo accesso 24/07/17: <https://www.bcgperspectives.com/content/articles/technology-business-transformation-engineered-products-infrastructure-man-machine-industry-4/>
- Camera dei Deputati - Commissione Attività produttive, commercio e turismo, Indagine conoscitiva su « Industria 4.0 »: quale modello applicare al tessuto industriale italiano. Strumenti per favorire la digitalizzazione delle filiere industriali nazionali, 2016
- Cervelli, G., Pira, S., Trivelli, L., Editor: Fantoni, G. (2017), Industria 4.0 senza slogan, Towel Publishing. Ultimo accesso 23/07/17: <http://www.industria40senzaslogan.it/il-libro/>
- DIN SPEC 91345:2016-04 Reference Architecture Model Industrie 4.0 (RAMI4.0)
- European Foundation for Quality Management, Il modello EFQM per l'eccellenza:
- Federmeccanica (2016), I risultati dell'indagine Industria 4.0 condotta da Federmeccanica. Ultimo accesso 24/07/17: <http://www.federmeccanica.it/images/eventi/Industria40-in-Italia-indagine-di-federmeccanica.pdf>
- IRPET (2017). Posizionamento tecnologico delle supply chain Toscane sul tema Fabbrica 4.0 DRAFT 10 aprile 2017
- Istituto di Studi e Ricerche - CCIAA Massa-Carrara (2017), L'impronta digitale delle imprese apuane nell'era della quarta rivoluzione industriale.
- Lichtblau, K., Stich, V., Bertenrath, R., Blum, M., Bleider, M., Millack, A., Schmitt, K., Schmitz, E., & Schröter, M. (2015), Industrie 4.0-Readiness. Frankfurt am Main: ImpulsStiftung für den Maschinenbau, den Anlagenbau und die Informationstechnik. Ultimo accesso 24/07/17: <http://www.impulsstiftung.de/documents/3581372/4875835/Industrie+4.0+Readiness+IMPULS+Studie+Oktober+2015.pdf/447a6187-9759-4f25-b186-b0f5eac69974>
- Ministero dello Sviluppo Economico (2016), Piano nazionale Industria 4.0 Investimenti, produttività e innovazione. Ultimo accesso 17/01/17: http://www.sviluppoeconomico.gov.it/images/stories/documenti/Industria_40%20conferenza_21_9
- Ministero dello Sviluppo Economico (2017). Piano nazionale industria 4.0. Ultimo accesso 24/07/17: http://www.sviluppoeconomico.gov.it/images/stories/documenti/guida_industria_40.pdf
- Osterwalder, A., & Pigneur, Y. (2010). *Business model generation: a handbook for visionaries, game changers, and challengers*. John Wiley & Sons.
- PricewaterhouseCoopers (2014), Industry 4.0 - Opportunities and challenges of the industrial internet. Ultimo accesso: 24/07/17: <https://www.pwc.nl/en/assets/documents/pwc-industrie-4-0.pdf>
- PricewaterhouseCoopers (2016), Industry 4.0: Building the digital enterprise - Global Industry 4.0 Survey. Ultimo accesso 24/07/17: <https://www.pwc.com/gx/en/industries/industries-4.0/landing-page/industry-4.0-building-your-digital-enterprise-april-2016.pdf>

Questionario autovalutazione, Politecnico di Milano Manufacturing Group - School of Management, Assoconsult, Industria 4.0 - verso la digitalizzazione. Ultimo accesso 21/07/2017: <https://www.testindustria4-0.com/>

Regione Toscana - Giunta Regionale (2016), Indirizzi per l'attuazione della Strategia Industria 4.0, decisione di Giunta regionale n. 20 del 11.04.2016

Regione Toscana - Giunta Regionale (2016), Industria 4.0: il sistema manifatturiero regionale verso l'economia digitale, documento di lavoro - allegato A, decisione di Giunta regionale n. 20 del 11.04.2016

Regione Toscana - Giunta Regionale (2017) Piattaforma regionale industria 4.0. Programma di attività, decisione di Giunta regionale n.10 del 20.03.2017

Schuh, G., Anderl, R., Gausemeier J., ten Hompel, M., Wahlster, W. (Eds.) (2017), Industrie 4.0 Maturity Index. Managing the Digital Transformation of Companies (acatech STUDY), Munich: Herbert Utz Verlag. Ultimo accesso 24/07/17: http://www.acatech.de/fileadmin/user_upload/Baumstruktur_nach_Website/Acatech/root/de/Publikationen/Projektberichte/acatech_STUDIE_Maturity_Index_eng_WEB.pdf [in corso di traduzione ad opera della Regione Toscana]

Staufen Italia, (2015), Industria 4.0 - Sulla strada della fabbrica del futuro. Qual è la situazione dell'Italia?. Ultimo accesso 17/01/17: <http://docplayer.it/12430852-Industria-4-0-sulla-strada-della-fabbrica-del-futuro-qual-e-la-situazione-dell-italia-contatto-giancarlo-oriani-G-oriani-staufen.html>

UNI EN ISO 19011:2012 Linee guida per audit di sistemi di gestione

UNI EN ISO 9001:2015 Sistemi di gestione per la qualità

UNI EN ISO 9004:2009 Gestire un'organizzazione per il successo durevole

Wang, D., Amin, M. T., Li, S., Abdelzaher, T., Kaplan, L., Gu, S., ... & Wang, X. (2014), Using humans as sensors: an estimation-theoretic perspective. In Information Processing in Sensor Networks, IPSN-14 Proceedings of the 13th International Symposium on (pp. 35-46). IEEE.

Wee, D., Kelly, R., Cattel, J. & Breunig, M., 2015. Industry 4.0 - How to Navigate Digitization of the Manufacturing sector. McKinsey & Company. https://www.mckinsey.de/files/mck_industry_40_report.pdf

Weisz, B. (2016). Quanto costa l'upgrade di un'azienda al modello industry 4.0. AgendaDigitale.eu. Ultimo accesso 24/07/17: http://www.agendadigitale.eu/industry-4-0/quanto-costa-l-upgrade-di-un-azienda-al-modello-industry-40_1978.htm

Ulteriori approfondimenti

Associazione Cluster Fabbrica Intelligente (2015). Roadmap per la ricerca e l'innovazione. Ultimo accesso 24/07/17: <http://www.fabbricaintelligente.it/wp-content/uploads/Booklet-Fabbrica-Intelligente-2015-PAGINE-SINGOLE.pdf>

Assolombarda (2016). Industria 4.0, Position paper n. 02/2016. Ultimo accesso 24/07/17: <http://www.assolombarda.it/centro-studi/position-paper-industria-4.0>

Assolombarda e Università di Milano Bicocca-CRISP (2015). Alla ricerca delle competenze 4.0, Ricerca n.03/2015. Ultimo accesso 24/07/17: <http://www.assolombarda.it/centro-studi/competenze-4.0-rev>

Distretto tecnologico ICT e Robotica, Regione Toscana (2012). Programma strategico di sviluppo. Ultimo accesso 24/07/17:

http://www.sviluppo.toscana.it/fesrtest/getfile.php?filename=07_Verso+la+Smart+Specialisation%2F03_Documenti+poli+innovazione+e+distretti+tecnologici%2F22_PSS+ict.pdf

European Commission (2010). Una politica industriale integrata per l'era della globalizzazione: Riconoscere il ruolo centrale di concorrenzialità e sostenibilità. Ultimo accesso 24/07/17: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/PDF/?uri=CELEX:52010DC0614&from=IT>

European Commission (2012). Guide to Research and Innovation Strategies for Smart Specialisation (RIS 3). Ultimo accesso 24/07/17:

http://ec.europa.eu/regional_policy/sources/docgener/presenta/smart_specialisation/smart_ris3_2012.pdf

European Commission-EFFRA (2010). Factory of Future PPP Strategic multiannual roadmap. Ultimo accesso 24/07/17:

http://www.fimecc.com/sites/www.fimecc.com/files/20121129_FoFRoadmap2020_ValidationEdition2012.pdf

Hecklau, F., Galeitzke, M., Flachs, S., & Kohl, H. (2016). Holistic approach for human resource management in Industry 4.0. *Procedia CIRP*, 54, 1-6.

IRPET (in collaborazione con QUINN) (2016). Analisi degli ambiti prioritari di domanda e offerta di tecnologie per la “Fabbrica Intelligente”. Firenze, aprile 2016

Regione Toscana - Giunta Regionale Assessorato all'istruzione, formazione e lavoro (2017). Strategia regionale Industria 4.0 Competenze per l'economia digitale: primi indirizzi per la formazione 4.0. Decisione n. 9 del 31.01.2017

ALLEGATI

ALLEGATO 1. QUESTIONARIO DI ASSESSMENT

Il presente allegato riporta il questionario di assessment (secondo step del modello di valutazione presentato nel presente lavoro).

ORGANIZZAZIONE:

Risposta generale e risposta marginale

TIPO DI PRODUZIONE

L'azienda lavora:

- Per pezzi singoli
- Per lotti

L'azienda lavora:

- su commesse singole
- su commesse ripetitive
- per il magazzino

Se su commessa, l'azienda sulla base degli ordini effettua:

- ☐ l'assemblaggio
- ☐ la produzione
- ☐ l'acquisto
- ☐ la progettazione

Volume rispetto alla varietà del prodotto è:

- ☐ alti volumi con bassa varietà
- ☐ alti volumi con alta varietà
- ☐ bassi volumi con alta varietà
- ☐ bassi volumi con bassa varietà

Il ciclo produttivo comprende:

fase	Eseguita internamente o terzista?	Se terzista: competenze necessarie presenti/non presenti?
trasporto in ingresso		
logistica in ingresso		
gestione magazzino materia prima		
assemblaggio		

gestione magazzino semilavorati		
gestione magazzino prodotti finiti		
logistica in uscita		
trasporto in uscita		
ricerca e sviluppo/ progettazione/ design		
produzione:		

TIPO DI LAYOUT

L'azienda lavora:

- per reparti
- per cellule
- per linee di prodotto

L'azienda ha un sistema decisionale di tipo?

- ☐ centralizzato
☐ decentralizzato

La divisione del lavoro interno all'azienda è di tipo?

- lavoro in team
- lavoro individuale
- misto

Qual è la forma organizzativa dell'azienda?

- gerarchica
- funzionale
- divisionale
- matriciale
- mista

SISTEMA DI GESTIONE

[ORG INT] L'azienda adotta un sistema di gestione secondo le norme ISO?

- ☐ Sì
☐ No

[ORG INT] Se sì, quale? (scelta multipla)

- ☐ ISO 9000 per i sistemi di gestione della qualità
☐ ISO 14000 per i sistemi di gestione ambientale
☐ UNI CEI EN ISO 50000 per i sistemi di gestione dell'energia
☐ OHSAS 18000 per i sistemi di gestione della sicurezza e della salute nei luoghi di lavoro
☐ SA 8000 impatto sull'etica e sul sociale (emessa dal SAI)
☐ ISO 27000 per i sistemi di gestione della sicurezza delle informazioni.

[ORG INT - BM] Quali delle seguenti metodologie di pianificazione delle Operations e della Supply Chain conosci: (scelta multipla)

- ☐ Demand Planning
- ☐ Sales and Operations Planning
- ☐ Resource Planning
- ☐ Master Scheduling
- ☐ Rough Cut Capacity Planning
- ☐ Material Requirement Planning
- ☐ Capacity Resource Planning
- ☐ Scheduling
- ☐ Collaborative Planning, Forecasting and Replenishment
- ☐ Agile
- ☐ Business Model

[ORG INT - BM] Quali di queste sono applicate attualmente in azienda? (scelta multipla)

- ☐ Demand Planning
- ☐ Sales and Operations Planning
- ☐ Resource Planning
- ☐ Master Scheduling
- ☐ Rough Cut Capacity Planning
- ☐ Material Requirement Planning
- ☐ Capacity Resource Planning
- ☐ Scheduling
- ☐ Collaborative Planning, Forecasting and Replenishment
- ☐ Agile Project Management
- ☐ Business Model

[ORG INT - BMC-CI] Se selezionato Demand Planning, quali tecniche di Forecasting sono applicate?

- ☐ Quantitative estrinseche (legate a fattori esterni)
- ☐ Quantitative intrinseche (da serie storiche)
- ☐ Misto quantitative/qualitative
- ☐ Qualitative

[ORG INT - BM] Se selezionato Sales and Operations Planning e Resource Planning, quali caratteristiche ha il processo? (scelta multipla)

- ☐ Viene eseguito su base mensile
- ☐ Viene chiuso con un Executive Meeting
- ☐ Le Operations hanno la responsabilità del Resource Plan
- ☐ Il piano ferie dei diretti viene definito sulla base del suo outcome

[ORG INT - BMC-RC] Se selezionato Master Scheduling e Rough Cut Capacity Planning, quali caratteristiche ha il processo? (scelta multipla)

- ☐ Viene eseguito su base settimanale
- ☐ Influenza la definizione dei turni di lavoro nel breve periodo
- ☐ Prevede un orizzonte di congelamento
- ☐ I prodotti finiti sono oggetto di pianificazione

[ORG INT - BMC-RC] Se selezionato Material Requirement Planning e Capacity Resource Planning, quali caratteristiche ha il processo? (scelta multipla)

- ☐ Viene eseguito su base giornaliera
- ☐ Il pianificatore può confermare gli ordini senza rilasciarli
- ☐ Prevede un orizzonte di congelamento
- ☐ Le materie prime oggetto di pianificazione

[ORG INT - BMC-RC] Se selezionato Scheduling, quali caratteristiche ha il processo? [\(scelta multipla\)](#)

- ☐ La schedulazione è costruita in avanti
- ☐ La schedulazione è costruita a capacità finita
- ☐ Lo schedulatore è alimentato da un sistema MES
- ☐ Lo schedulatore è alimentato da un sistema MRP

[DYN COL - BM - SC] Collaborative Planning, Forecasting and Replenishment, quali caratteristiche ha il processo? [\(scelta multipla\)](#)

- ☐ Coinvolge dei clienti
- ☐ Coinvolge dei fornitori
- ☐ Prende in carico le promozioni di un business partner
- ☐ Monitora e pianifica le giacenze presso ciascuno dei centri di distribuzione

[ORG INT - BM] Se selezionato Agile Project Management, come viene applicato?

- attraverso un sistema informativo apposito integrato nel software gestionale
- attraverso un sistema informativo apposito isolato dal software gestionale
- attraverso un sistema di registrazione cartaceo
- know how e condivisione verbale della metodologia e obiettivi

[ORG INT - BM] Se selezionato Business Model, come viene applicato?

- attraverso uno strumento strutturato come ad esempio il Business Model Canvas
- in modo non strutturato

[ORG INT - BM] Se selezionato Business Model, come viene applicato?

- con il supporto informatico di un software integrato con il sistema gestionale
- con il supporto informatico di un software isolato dal sistema gestionale
- attraverso registrazioni cartacee
- attraverso la condivisione verbale

[ORG INT - BM] Sono utilizzate delle applicazioni specifiche per la pianificazione delle attività di stabilimento? [\(scelta multipla\)](#)

- Si e supportano il Demand Planning ed il Sales and Operations Planning
- Si e supportano il Master Scheduling ed il Rough Cut Capacity Planning
- Si e supportano il Material Requirement Planning ed Capacity Requirement Planning
- Si e supportano lo Scheduling

[DYN COL - SC] Sono utilizzate delle applicazioni tipo SCEM il monitoraggio e l'attivazione delle attività all'interno della Supply Chain? [\(scelta multipla\)](#)

- Si ed includono i principali fornitori
- Si ed includono i principali clienti
- Si e prevedono degli algoritmi adattativi per reagire agli imprevisti
- Si e prevedono dei segnali di allarme a fronte del mancato rispetto della scadenza per un'attività pianificata

[ORG INT - BM] Sono utilizzate delle applicazioni tipo Agile Project Management per supportare un processo di pianificazione multi-stabilimento?

- Si per supportare il processo di forecasting di gruppo
- Si per ottimizzare la distribuzione delle attività produttive sui diversi stabilimenti
- Si per ottimizzare allocazione dei nuovi ordini
- Se per eseguire una pianificazione a capacità finita

[ORG INT] L'azienda effettua attività di budgeting?

- ☐ sì in modo strutturato e con registrazioni digitali
- ☐ sì in modo strutturato ma cartaceo
- ☐ sì in modo non strutturato
- ☐ no

[ORG INT] In che modo sono registrate le performance?

- ☐ In realtime in digitale a sistema
- ☐ In realtime in digitale fuori dal sistema
- ☐ In realtime in cartaceo
- ☐ In digitale a cadenze programmate
- ☐ In cartaceo a cadenze programmate
- ☐ non sono registrate

[ORG INT] Se le performance sono registrate, per quali tipologia? (scelta multipla)

- ☐ economico finanziaria
- ☐ contabilità direzionale
- ☐ organizzative
- ☐ individuali
- ☐ di processo

[ORG INT] Da chi sono registrate le performance?

- ☐ Macchinario
- ☐ Responsabile
- ☐ Operatore

[ORG INT] Vengono definite le strategie di sviluppo?

- ☐ Sì, digitale
- ☐ Sì, in cartaceo
- ☐ Sì, verbalmente
- ☐ No

[ORG INT] Vengono definiti gli obiettivi?

- ☐ Sì, digitale
- ☐ Sì, in cartaceo
- ☐ Sì, verbalmente
- ☐ No

[ORG INT] Se sì, che tipologia di obiettivi? (scelta multipla)

- ☐ economico finanziaria
- ☐ contabilità direzionale
- ☐ organizzative
- ☐ individuali
- ☐ di processo

[ORG INT] Di che tipologia temporale? (scelta multipla)

- ☐ lungo periodo
- ☐ medio periodo
- ☐ breve periodo

[DYN COL - SC] Se sì, prima della definizione degli obiettivi viene eseguita un'analisi delle parti interessate?

- ☐ Sì
- ☐ No

[DYN COL - SC] Se sì, è stata fatta un'analisi dei bisogni dei propri clienti?

- ☐ Sì, in modo strutturato e registrato
- ☐ Sì, in modo qualitativo
- ☐ No

[DYN COL - SC] Se sì, i risultati sono analizzati in base agli obiettivi definiti sulla base delle esigenze dei propri clienti?

- ☐ Sì
- ☐ No

[DYN COL - SC] L'azienda che tipo di rapporti ha all'interno della supply chain?

- ☐ collaborazioni tra i vari soggetti della supply chain
- ☐ collaborazione tra singoli soggetti della supply chain
- ☐ nessun tipo
- Se c'è collaborazione all'interno della supply chain da quanto tempo?
 - ☐ lungo periodo
 - ☐ medio periodo
 - ☐ breve periodo

Se c'è collaborazione, tra quali soggetti della supply chain?

- ☐ fornitori
- ☐ clienti

Se collaborazione con i fornitori,

[DYN COL - BMC- Pr - SC] Ragione sociale del partner:

[DYN COL - SC] Localizzazione (comune italiano o Stato estero):

[DYN COL - BMC- Pr - SC] La relazione è regolata attraverso accordi formali?

- ☐ Sì
- ☐ No

[DYN COL - BMC- Pr - SC] Tipologia del partner (1 sola scelta)

- ☐ Università / altro Centro di Ricerca / Laboratorio
- ☐ Capogruppo
- ☐ Fornitore (tecnologie)
- ☐ Fornitore (materie prime o componenti)
- ☐ Impresa dello stesso settore
- ☐ Impresa di altri settori
- ☐ Subsidiary
- ☐ Distributore
- ☐ Altro (specificare _____)

[DYN COL - SC] Motivazione principale dell'alleanza (1 sola scelta)

- a. Superare fallimenti di mercato e/o acquisire forza di mercato
- b. Acquisire nuove conoscenze, apprendimento
- c. Condivisione di rischi
- d. Sfruttamento di assets complementari
- e. Entrare in nuovi mercati e/o tecnologie
- f. Potenziare l'innovatività e lo sviluppo di nuovi prodotti
- g. Potenziare le performance di start up
- h. Altro (specificare _____)

Se collaborazione con i clienti,

[DYN COL - BMC- CI - SC] Segmento di clientela:

[DYN COL - SC] Localizzazione del mercato (comune italiano o Stato estero):

[DYN COL - BMC- CI - SC] La relazione è regolata attraverso accordi formali?

- ☐ Sì
☐ No

[DYN COL - BMC- CI - SC] Tipologia del partner (1 sola scelta)

- ☐ Università / altro Centro di Ricerca / Laboratorio
☐ Capogruppo
☐ Utente finale (tecnologie)
☐ Cliente (B2B)
☐ Impresa dello stesso settore
☐ Impresa di altri settori
☐ Subsidiary
☐ Distributore
☐ Altro (specificare _____)

[DYN COL - SC] Motivazione principale dell'alleanza (1 sola scelta)

- a. Superare fallimenti di mercato e/o acquisire forza di mercato
b. Acquisire nuove conoscenze, apprendimento
c. Condivisione di rischi
d. Sfruttamento di assets complementari
e. Entrare in nuovi mercati e/o tecnologie
f. Potenziare l'innovatività e lo sviluppo di nuovi prodotti
g. Potenziare le performance di start up
h. Altro (specificare _____)

COMPETENZE

[ORG INT - BMC-RC] Quale dei seguenti profili professionali sono stati assunti negli ultimi 3 anni? (scelta multipla)

- Progettista di sistema informatico
- Ingegneri meccanici
- Ingegnere gestionale
- Disegnatori tecnici
- Ingegneri energetici
- Responsabile di base dati
- Responsabile del sistema informatico
- Analista di dati
- Addetto alle telecomunicazioni
- Addetto alla sicurezza informatica
- Manutentore
- Conduttori di macchine e operatori di impianti industriali
- Operatori di catene di montaggio automatizzate
- Addetti alla realtà aumentata
- Programmatore
- Tecnici addetti alla stampa 3D
- Piloti di droni

- Esperto di brevettazione
- Social network specialist
- Web marketing specialist
- Business intelligence
- Nessuna delle precedenti

[ORG INT - BMC-RC] L'azienda definisce politiche di formazione delle competenze richieste nella Industria 4.0?

- ☐ Sì
☐ No

[DYN COL - BMC-RC - SC] Il processo di assunzione del personale prende in considerazione le esigenze del cliente?

- ☐ Sì
☐ No

[DYN COL - BMC-RC - SC] Il processo di assunzione del personale prende in considerazione le esigenze/competenze del fornitore?

- ☐ Sì
☐ No

[DYN COL - BMC-RC - SC] Il processo di assunzione del personale prende in considerazione le esigenze delle parti interessate?

- ☐ Sì
☐ No

[DYN COL - BMC-RC - SC] L'azienda effettua corsi di formazione in collaborazione con i propri clienti?

- ☐ Sì
☐ No

[DYN COL - BMC-RC - SC] L'azienda effettua corsi di formazione in collaborazione con i propri fornitori?

- ☐ Sì
☐ No

[DYN COL - BMC-RC - SC] L'azienda effettua corsi di formazione in collaborazione con le parti interessate?

- ☐ Sì
☐ No

GESTIONE DEI DATI

[ORG INT] L'azienda adotta un software gestionale?

- ☐ Sì, suite completa standard
☐ Sì, alcuni moduli standard
☐ Sì, customizzato
☐ Sì, progettato e sviluppato ad hoc
☐ No

[ORG INT - BM] Se sì, quali moduli sono stati adottati? (scelta multipla)

- ☐ Contabilità generale
☐ Contabilità analitica
☐ Controllo di gestione
☐ Gestione del personale
☐ Gestione degli acquisti

-
- ☐ Gestione dei magazzini
 - ☐ Material Requirements Planning - Pianificazione del fabbisogno dei materiali
 - ☐ Gestione della produzione
 - ☐ Gestione progetti
 - ☐ Gestione delle vendite
 - ☐ Gestione della distribuzione
 - ☐ Gestione della manutenzione impianti
 - ☐ Gestione degli Asset
 - ☐ Gestione ed analisi finanziaria

[ORG INT - BM] Se sì, quali funzioni aziendali utilizzano effettivamente il software? (scelta multipla)

- ☐ Contabilità generale
- ☐ Contabilità analitica
- ☐ Controllo di gestione
- ☐ Gestione del personale
- ☐ Gestione degli acquisti
- ☐ Gestione dei magazzini
- ☐ Material Requirements Planning - Pianificazione del fabbisogno dei materiali
- ☐ Gestione della produzione
- ☐ Gestione progetti
- ☐ Gestione delle vendite
- ☐ Gestione della distribuzione
- ☐ Gestione della manutenzione impianti
- ☐ Gestione degli Asset
- ☐ Gestione ed analisi finanziaria

[ORG INT] L'azienda come gestisce la sicurezza dei dati?

- ☐ definizione di una strategia a seguito di un'analisi dei rischi
- ☐ creazione di chiavi di accesso al sistema
- ☐ nessun tipo di azione

[DYN COL - BM - SC] Il software gestionale aziendale ha un modulo di interfaccia con il cliente?

- ☐ sì
- ☐ no

[DYN COL - BM - SC] Se sì, per quale scopo?

- ☐ condivisione dei dati
- ☐ acquisizione dei dati
- ☐ controllo dei dati

[DYN COL - BM - SC] L'azienda ha un portale di interfaccia tra i soggetti del networking?

- ☐ sì
- ☐ no

[DYN COL - BM - SC] Se sì, per quale scopo?

- ☐ condivisione dei dati
- ☐ marketing
- ☐ scambio informazioni

METODOLOGIE

[ORG INT - BM - SC] Quali delle seguenti metodologie di gestione nell'execution conosci? (scelta multipla)

- RISK MANAGEMENT
- Material Flow Control Systems per automotive: KANBAN
- Material Flow Control Systems (es: Conwip, Kanban, Poka, cobacabana, DBR/TOC, ecc.)
- Indicatori OEE
- SMED
- CONWIP
- LCA o più in generale PDM
- TPM
- 5S
- Visual Planning
- SCM
- VMI e/o CRM
- SRM

[ORG INT - BM - SC] Quali di queste sono applicate attualmente in azienda? (scelta multipla)

- RISK MANAGEMENT
- Material Flow Control Systems per automotive: KANBAN
- Material Flow Control Systems (es: Conwip, Kanban, Poka, cobacabana, DBR/TOC, ecc.)
- Indicatori OEE
- SMED
- CONWIP
- LCA o più in generale PDM
- TPM
- 5S
- Visual Planning
- SCM
- VMI e/o CRM
- SRM

[ORG INT - BM - SC] Se selezionato RISK MANAGEMENT come viene eseguito? (scelta multipla)

- in modo strutturato a livello di governance
- in modo qualitativo a livello di governance
- in modo strutturato a livello operativo
- in modo qualitativo a livello operativo

[ORG INT - BMC-RC][DYN COL - BMC-RC - SC] Se selezionato Material Flow Control Systems di tipo KANBAN, dove viene utilizzato?

- All'interno dell'azienda
- All'interno dell'azienda e con i fornitori
- All'interno dell'azienda e con i clienti
- All'interno dell'azienda, con i fornitori e con i clienti

[ORG INT - BMC-RC] Se selezionato all'interno dell'azienda, il cartellino è di tipo?

- Elettronico
- Cartaceo

[DYN COL - BMC-RC - SC] Se selezionato anche all'esterno dell'azienda, il cartellino all'esterno dell'azienda è di tipo?

- ☐ Elettronico
- ☐ Cartaceo

[ORG INT - BMC-RC] Chi calcola e quanto spesso il wip?

- Digitale in realtime in modo automatico
- Cartaceo in realtime attraverso un operatore addetto
- Cartaceo in momenti predefiniti e programmati da operatore
- Cartaceo a seconda della disponibilità dell'operatore

[ORG INT - BMC-RC][DYN COL - BMC-RC - SC] Eventuali altre tecniche di tipo Material Flow Control Systems, dove viene utilizzato il cartellino?

- All'interno dell'azienda
- All'interno dell'azienda e con i fornitori
- All'interno dell'azienda e con i clienti
- All'interno dell'azienda, con i fornitori e con i clienti

[ORG INT - BMC-RC] Se selezionato all'interno dell'azienda, il cartellino è di tipo?

- Elettronico
- Cartaceo

[DYN COL - BMC-RC - SC] Se selezionato anche all'esterno dell'azienda, il cartellino all'esterno dell'azienda è di tipo?

- ☐ Elettronico
- ☐ Cartaceo

[ORG INT - BMC-RC] Chi calcola e quanto spesso il wip?

- Digitale in realtime in modo automatico
- Cartaceo in realtime attraverso un operatore addetto
- Cartaceo in momenti predefiniti e programmati da operatore
- Cartaceo a seconda della disponibilità dell'operatore

[ORG INT - BMC-RC] Se si VISUAL PLANNING sono utilizzati lavagne di che tipo?

- Schermo digitale touch
- Lavagna digitale
- Lavagna cartacea

[ORG INT - BMC-RC] Se lavagna digitale permette anche la simulazione delle modifiche alla produzione?

- Si
- No

[ORG INT - BMC-RC] Le lavagne sono integrate nei vari reparti?

- ☐ Si
- ☐ No

[ORG INT - BMC-RC] L'aggiornamento avviene?

- In realtime in modo automatico
- In realtime attraverso un operatore addetto
- In momenti predefiniti e programmati
- A seconda della disponibilità dell'operatore

LATO OPERATIVO:**ASSETS FISICI:****Materiali (considerare sia MP, SemiLav, PF, pezzi di ricambio)**

Appuntare eccezioni, quale assets, in che reparto

[DIG CAP - BMC-RC] Sono utilizzate delle applicazioni tipo WMS per supportare l'area Magazzini?

- Sì per attivare magazzini automatici
- Sì per ottimizzare il put away dei materiali
- Sì per guidare l'attività di prelievo
- Sì per supportare la verifica inventariale ciclica
- No

[DIG CAP] Gli assets sono identificati per?

- Pezzi singoli
- Per lotti
- Non sono identificati

Se no, quantificare la necessità di codifica?

- bassa in quanto il volume dei materiali è di dimensioni ristrette
- media
- alta

[DIG CAP] Qual è la tipologia di identificazione dell'asset utilizzata?

- RFid
- E-Bottom
- Codice a barre/Qr code/altro dispositivo cartaceo
- Altro dispositivo cartaceo

[DIG CAP] Se selezionato RFid, sono di che tipologia?

- ☐ Lettura
- ☐ Scrittura

[DIG CAP] Se selezionato un dispositivo elettronico, dov'è registrata l'informazione?

- ☐ Sul dispositivo
- ☐ Sul sistema centrale

[DIG CAP] Con quale scopo è registrata l'informazione?

- ☐ Monitorare la sicurezza o tracciare la storia delle interazioni avvenute sull'oggetto
- ☐ Tracciare la storia dell'oggetto
- ☐ Monitorare lo stato di avanzamento della produzione

[DIG CAP] Quali informazioni sono associate alla codifica dell'asset?

- Caratteristiche dell'oggetto e della lavorazione
- Caratteristiche dell'oggetto
- Progressivo

[DIG CAP] In che momento viene assegnato il codice identificativo dell'asset?

- All'ingresso dell'azienda
- All'ingresso della produzione
- Alla fine della produzione
- All'uscita dell'azienda

[STR COM] Gli assets identificati hanno capacità comunicative di tipo?

- Attivo con capacità di elaborazione (con sensori)
- Attivo
- Passivo

[STR COM] Gli assets sono rilevati da?

- Dispositivi di riconoscimento posti all'interno dell'azienda
- Sistemi a infrarosso o Bluetooth
- Da un operatore con dispositivo apposito
- Rilevazione non garantita

[STR COM] La tracciabilità (come) è garantita da?

- Registrazioni digitali delle attività
- Registrazioni cartacee delle attività
- Aggiornamenti della codifica parlante
- La tracciabilità non è garantita

[STR COM - SC] La codifica dell'asset rimane lungo tutta la catena della filiera?

- ☐ Sì
☐ No

Se sì, l'azienda come interagisce con la codifica della filiera?

- ☐ È in grado di leggere la codifica della filiera
☐ Associa alla codifica della filiera una codifica scritta internamente
☐ Ha una propria codifica che impone su tutta la filiera

Utensili

[DIG CAP - BMC-RC] Sono utilizzate delle applicazioni tipo WMS per supportare l'area Magazzini?

- Sì per attivare magazzini automatici
- Sì per ottimizzare il put away dei materiali
- Sì per guidare l'attività di prelievo
- Sì per supportare la verifica inventariale ciclica

[DIG CAP] Gli assets sono identificati per?

- Pezzi singoli
- Per lotti
- Non sono identificati

Se no, quantificare la necessità di codifica?

- bassa in quanto il magazzino degli utensili è di dimensioni ridotte
- media
- alta

[DIG CAP] Qual è la tipologia di identificazione dell'asset utilizzata?

- Codice a barre/Qr code/altro dispositivo cartaceo
- RFid
- E-Bottom

[DIG CAP] Se selezionato RFid, sono di che tipologia?

- ☐ Lettura
- ☐ Scrittura

[DIG CAP] Se selezionato un dispositivo elettronico, dov'è registrata l'informazione?

- ☐ Sul dispositivo
- ☐ Sul sistema centrale

[DIG CAP] Con quale scopo è registrata l'informazione?

- ☐ Monitorare lo stato di avanzamento della produzione
- ☐ Tracciare la storia dell'oggetto
- ☐ Monitorare la sicurezza o tracciare la storia delle interazioni avvenute sull'oggetto

[DIG CAP] Quali informazioni sono associate alla codifica dell'asset?

- Caratteristiche dell'oggetto e della lavorazione
- Caratteristiche dell'oggetto
- Progressivo

[DIG CAP] In che momento viene assegnato il codice identificativo dell'asset?

- All'ingresso dell'azienda
- All'ingresso della produzione
- Alla fine della produzione
- All'uscita dell'azienda

[STR COM] Gli assets identificati hanno capacità comunicative di tipo?

- Attivo con capacità di elaborazione (con sensori)
- Attivo
- Passivo

[STR COM] Gli assets sono rilevati da?

- Dispositivi di riconoscimento posti all'interno dell'azienda
- Sistemi a infrarosso o Bluetooth
- Da un operatore con dispositivo apposito
- Rilevazione non garantita

[STR COM] La tracciabilità (come) è garantita da?

- RegISTRAZIONI digitali delle attività
- RegISTRAZIONI cartacee delle attività
- Aggiornamenti della codifica parlante
- La tracciabilità non è garantita

Contenitori

I contenitori sono: scatole, scaffali, pallet, ecc.

[DIG CAP] Che tipo di asset è taggato all'interno dell'azienda?

- ☐ Singolo oggetto
- ☐ Scatola
- ☐ Unità di carico (es: pallet)

[DIG CAP] C'è uno scambio di taggatura all'interno del ciclo produttivo?

- ☐ Sì
- ☐ No

[DIG CAP] La posizione del pezzo quando esso è contenuto in un contenitore è identificata?

- Sì, singolarmente
- Sì, lotti
- No

Se no, quantificare la necessità di movimentatori?

- bassa in quanto il magazzino è dimensioni ristrette
- media
- alta

[DIG CAP] Le informazioni su quale pezzo/lotto sono in un determinato contenitore sono tracciate?

- Sì per ogni pezzo
- Sì per ogni lotto
- No

[STR COM] Il contenitore può rilevare la posizione dei pezzi contenuti?

- Sì, singolarmente
- Sì, lotti
- No

[STR COM] I pezzi o i contenitori sono rilevabili da altri?

- Sì, singolarmente
- Sì, lotti
- No, solo il contenitore è rilevabile
- No, né il contenitore né il pezzo

[STR COM] Se sì, la capacità di rilevabilità è?

- completamente centralizzata
- mista
- completamente decentralizzata

Macchinari

Appuntare eccezioni, quale macchinario all'interno di quella tipologia in esame

[BMC-RC] Qual è il macchinario in esame? (scelta multipla)

- ☐ Robot
- ☐ Macchina utensile
- ☐ AGV
- ☐ Droni
- ☐ Dispositivi di misura
- ☐ Sistemi di assemblaggio
- ☐ Altro

[DIG CAP - BMC-RC] Il macchinario è dotato di: (scelta multipla)

- ☐ PLC

- ☐ Microcontrollori
- ☐ Processori
- ☐ Sensori

[DIG CAP] Quale funzione la macchina svolge sull'asset? (scelta multipla)

- ☐ Trasformazione
- ☐ Trasporto
- ☐ Controllo qualità
- ☐ Sicurezza
- ☐ Assemblaggio

[DIG CAP] Le operazioni svolte sul pezzo sono registrate (come)?

- ☐ Digitale in realtime
- ☐ Digitale
- ☐ Cartaceo in realtime
- ☐ Cartaceo
- ☐ Non sono registrate

[DIG CAP] Le operazioni svolte sul pezzo sono registrate (su cosa)?

- ☐ Per singoli pezzi
- ☐ Per lotti
- ☐ Possibilità di tracciatura all'interno della lavorazione ma non viene utilizzato il dato
- ☐ Non è possibile tener traccia all'interno della lavorazione

[DIG CAP] Quali risorse sono necessarie alla macchina? (scelta multipla)

- ☐ Operatore
- ☐ Controllore
- ☐ Attrezzature

[DIG CAP] Le risorse necessarie alla macchina sono?

- ☐ Assegnate esclusivamente alla macchina
- ☐ Si verificano raramente ritardi perché risorse impegnate su altri macchinari
- ☐ Si verificano frequentemente ritardi perché risorse impegnate su altri macchinari

[DIG CAP] Quale tipologia di dati sono necessari alla macchina?

- ☐ Dati digitali
- ☐ Dati cartacei

[DIG CAP] Quali dati sono necessari alla macchina?

- ☐ sul processo
- ☐ sulla programmazione
- ☐ sul prodotto

[STR COM] I dati digitali necessari alla macchina sono?

- ☐ Disponibili e aggiornati in realtime
- ☐ Disponibili in realtime ma non aggiornati
- ☐ Vengono aggiornati in auto e resi disponibili a cadenze programmate
- ☐ Sono resi disponibili alla macchina attraverso l'intervento di un operatore

[STR COM] La macchina necessita del dato quanto spesso?

- ☐ In ogni momento
- ☐ Ogni ora
- ☐ per ogni turno
- ☐ meno di 5 volte al giorno tutti i giorni
- ☐ non tutti i giorni
- ☐ non tutte le settimane

[STR COM] I dati cartacei necessari alla macchina sono?

- ☐ Sono resi disponibili realtime alla macchina attraverso un operatore addetto full time
- ☐ Sono resi disponibili alla macchina a cadenze programmate
- ☐ Sono resi disponibili alla macchina nei periodi di inattività dell'operatore

[STR COM] La macchina necessita del dato quanto spesso?

- ☐ In ogni momento
- ☐ Ogni ora
- ☐ per ogni turno
- ☐ per ogni turno
- ☐ meno di 5 volte al giorno tutti i giorni
- ☐ non tutti i giorni
- ☐ non tutte le settimane

[STR COM - BMC-RC] Il macchinario permette quale tipo di interazione?

- ☐ M2M comunicazione in automatico con altri macchinari
- ☐ Macchina può interagire e collaborare con altre macchine controllabili attraverso un sistema IT
- ☐ Macchina può essere controllata attraverso un sistema IT

[STR COM] Se macchina è almeno IT, quante volte viene riprogrammata?

- ☐ una volta ogni 2 o più anni;
- ☐ una volta l'anno;
- ☐ da 2 a 6 volte l'anno;
- ☐ da 6 volte l'anno a ogni mese;
- ☐ ogni settimana;
- ☐ ogni giorno;
- ☐ ogni turno.

[STR COM] Con quale/i scopo/i la macchina interagisce con le persone? (scelta multipla)

- ☐ Ergonomia
- ☐ Sicurezza
- ☐ Controllo
- ☐ Comando

Movimentatori

[DIG CAP - BMC-RC] L'azienda utilizza movimentatori automatici all'interno del magazzino?

- si
- no

Se no, quantificare la necessità di movimentatori?

- bassa in quanto il magazzino è dimensioni ristrette
- media
- alta

[DIG CAP] Se no, la gestione delle scorte è di tipo:

- ☐ gestita dal sistema centrale
- ☐ manual

[DIG CAP] Se sì, i movimentatori si muovono lungo percorsi:

- Variabili
- Fissi

[DIG CAP] Se percorso variabile come è gestita l'intelligenza dei movimentatori?

- Distribuita
- Intermedia
- Centralizzata

[DIG CAP - BMC-RC] L'azienda utilizza movimentatori automatici all'interno della fabbrica?

- sì
- no

Se no, quantificare la necessità di movimentatori?

- bassa in quanto il magazzino è dimensioni ristrette
- media
- alta

[DIG CAP] Se sì, i movimentatori si muovono lungo percorsi:

- Variabili
- Fissi

[DIG CAP] Se percorso variabile come è gestita l'intelligenza dei movimentatori?

- Distribuita
- Intermedia
- Centralizzata

[STR COM] I movimentatori sono localizzati:

- In continuo in tutta l'azienda
- In continuo solo in alcuni reparti
- A stati finiti in tutta l'azienda
- A stati finiti solo in alcuni reparti

[STR COM] Il movimentatore può rilevare i pezzi contenuti?

- Sì, singolarmente
- Sì, lotti
- Sì, insieme di lotti (contenitore)
- No

[STR COM - BMC-RC - SC] Sono utilizzate delle applicazioni tipo TMS per supportare l'area Trasporti?

(scelta multipla)

- Sì per individuare i corrieri
- Sì per monitorare l'avanzamento del trasporto
- Sì per gestire la documentazione per l'importazione
- Sì per ottimizzare le route

[DIG CAP - BMC-RC] L'azienda gestisce il trasporto internamente:

- ☐ sì
- ☐ no

Se no, quantificare la necessità?

- ☐ bassa rilevanza e/o basse competenze
- ☐ media
- ☐ alta

[STR COM - SC] I movimentatori esterni sono localizzati:

- ☐ In continuo in tutto il percorso
- ☐ In continuo solo in alcuni tratti del percorso
- ☐ A stati finiti definiti lungo il percorso
- ☐ A stati finiti definiti lungo una tratta del percorso
- ☐ Localizzazione non garantita

[STR COM - SC] Se localizzati, la localizzazione è garantita da:

- ☐ sensore di localizzazione sul contenitore/pezzi
- ☐ dispositivi automatici di lettura ad ogni prelievo/carico
- ☐ dispositivi utilizzati dall'operatore ad ogni prelievo/carico
- ☐ sensore di localizzazione del movimentatore

Persone

[DIG CAP - BMC-RC] Di che tipo sono le attività operative svolte dalle persone?

- ☐ Attività artigianali
- ☐ Ripetitive a valore aggiunto
- ☐ Dedicate a scarso valore aggiunto
- ☐ Dedicate a valore aggiunto
- ☐ Ripetitive a scarso valore aggiunto

[DIG CAP - BMC-RC] Le persone svolgono operazioni su oggetti? *(scelta multipla)*

- ☐ Fragili
- ☐ Dimensioni micro
- ☐ Personalizzati

[DIG CAP] Quando l'azienda rileva le giacenze attraverso l'inventario?

- ☐ ogni 2 o più anni
- ☐ ogni anno
- ☐ al massimo 2 volte all'anno
- ☐ al massimo 6 volte all'anno
- ☐ ogni mese

[DIG CAP] Da chi viene eseguito l'inventario?

- ☐ da un macchinario
- ☐ da un responsabile
- ☐ da un operatore

[DIG CAP] Vengono registrati i risultati dell'inventario?

- ☐ sì in digitale
- ☐ sì in cartaceo
- ☐ no

[DIG CAP] La posizione delle persone è registrata?

- ☐ Sì, sempre
- ☐ Sì, in alcuni reparti di alcuni reparti
- ☐ Sì, nella vicinanza di alcuni macchinari
- ☐ No

Indicare il rapporto minimo e massimo di persone assegnate ad un macchinario:
minimo (n persone/un macchinario)

massimo (n persone/un macchinario)

Indicare il numero di macchinari presenti:

n macchinari

[STR COM] Come avviene la comunicazione tra il personale?

- ☐ Le informazioni scambiate sono tracciate e trasmesse attraverso procedure standardizzate
- ☐ Le informazioni scambiate sono tracciate ma sono trasmesse con mezzi e modalità non standardizzate
- ☐ Le informazioni scambiate non sono tracciate ma sono trasmesse attraverso procedure standardizzate
- ☐ Le informazioni scambiate non sono tracciate e sono trasmesse con mezzi e modalità non standardizzate

[STR COM] Quali mezzi di comunicazione sono usati all'interno dell'azienda?

- ☐ dispositivi appositi
- ☐ telefono fisso
- ☐ radio
- ☐ cellulare
- ☐ email
- ☐ bacheca
- ☐ verbale

[STR COM] Quali mezzi di comunicazione sono usati all'esterno dell'azienda?

- ☐ rete intranet o piattaforme apposite
- ☐ telefono fisso
- ☐ cellulare
- ☐ email

ASSETS INFORMATIVI:

Monitoraggio

[INF PRO - BMC-AC] Vengono definite delle procedure con cui eseguire le attività?

- ☐ Sì, digitale
- ☐ Sì, in cartaceo
- ☐ Sì, verbalmente
- ☐ No

[INF PRO - BMC-AC] Esiste una mappatura dei processi?

- ☐ Sì, in digitale
- ☐ Sì, in cartaceo
- ☐ Sì, know how non scritta
- ☐ No
- ☐ Non so di cosa si tratta

[INF PRO - BMC-AC] Sono definiti e programmati i punti di controllo di processo?

- ☐ Sì
- ☐ No

[INF PRO - BMC-AC] Le attività di controllo di processo sono registrate?

- ☐ Sì, in digitale
- ☐ Sì, in cartaceo
- ☐ No

[INF PRO] I risultati sono registrati?

- ☐ Sì, in digitale
- ☐ Sì, in cartaceo
- ☐ No

[INTEGR - SC] I risultati sono analizzati in paragone alle esigenze delle parti interessate?

- ☐ Sì
- ☐ No

[INTEGR - SC] I risultati sono analizzati in benchmarking con i concorrenti?

- ☐ Sì
- ☐ No

Acquisti

[INF PRO - BMC-RC] Esiste un archivio storico degli acquisti?

- ☐ Sì, digitale
- ☐ Sì, cartaceo
- ☐ No

Se sì, l'archivio contiene registrazioni da?

- Oltre 5 anni
- Da 3 anni a 5 anni
- Da un anno a 3 anni
- Meno di un anno

[INF PRO] Come e quando vengono analizzati questi dati?

- In realtime in modo automatico
- In realtime da un operatore addetto
- Da un calcolatore a cadenze programmate
- Da un operatore a cadenze programmate
- No

[INF PRO] Viene eseguita un'analisi di correlazione con altri dati?

- Sì per estrapolare ulteriori informazioni
- Sì per validazione
- No

[INF PRO] Perché vengono analizzati questi dati?

- Per effettuare previsioni
- Per il monitoraggio continuo
- Per la pianificazione

[INF PRO] I dati sono integrati internamente all'azienda?

- ☐ Sì
- ☐ No

[INTEGR - SC] I dati sono integrati a valle e/o a monte dell'azienda?

- ☐ Sì
- ☐ No

[INTEGR - SC] I dati sono integrati lungo tutta la supply chain?

- ☐ Sì
- ☐ No

Vendite

[INF PRO - BMC-RC] Esiste un archivio storico delle vendite?

- ☐ Sì, digitale
- ☐ Sì, cartaceo
- ☐ No

Se sì, l'archivio contiene registrazioni da?

- Oltre 5 anni
- Da 3 anni a 5 anni
- Da un anno a 3 anni
- Meno di un anno

[INF PRO] Come e quando vengono analizzati questi dati?

- In realtime in modo automatico
- In realtime da un operatore addetto
- Da un calcolatore a cadenze programmate
- Da un operatore a cadenze programmate
- No

[INF PRO] Viene eseguita un'analisi di correlazione con altri dati?

- Sì per estrapolare ulteriori informazioni
- Sì per validazione
- No

[INF PRO] Perché vengono analizzati questi dati?

- Per effettuare previsioni
- Per il monitoraggio continuo
- Per la pianificazione

[INF PRO] I dati sono integrati internamente all'azienda?

- ☐ Sì
- ☐ No

[INTEGR - SC] I dati sono integrati a valle e/o a monte dell'azienda?

- ☐ Sì
- ☐ No

[INTEGR - SC] I dati sono integrati lungo tutta la supply chain?

- ☐ Si
- ☐ No

[INTEGR - SC] Nel caso B2B, i clienti condividono dati di previsione?

- ☐ Si
- ☐ No

L'azienda analizza i dati storici?

- ☐ Si
- ☐ No

[INTEGR - SC] Se sì, sono corretti/sbagliati sempre allo stesso modo?

- ☐ Si
- ☐ No

Post vendita

[INF PRO - BMC-RC - BMC-RI] Esiste un archivio storico dei reclami e/o le attività post vendita?

- Si, digitale
- Si, cartaceo
- No

Se no, l'attività post vendita è presente?

- no o poco rilevante
- sì

[INF PRO] Se sì, l'archivio contiene registrazioni da?

- Oltre 5 anni
- Da 3 anni a 5 anni
- Da un anno a 3 anni
- Meno di un anno

[INF PRO] Come e quando vengono analizzati questi dati?

- In realtime in modo automatico
- In realtime da un operatore addetto
- Da un calcolatore a cadenze programmate
- Da un operatore a cadenze programmate
- No

[INF PRO] Viene eseguita un'analisi di correlazione con altri dati?

- Si per estrapolare ulteriori informazioni
- Si per validazione
- No

[INF PRO] Perché vengono analizzati questi dati?

- Per effettuare previsioni
- Per il monitoraggio continuo
- Per la pianificazione

[INF PRO] I dati sono integrati internamente all'azienda?

- ☐ Si
- ☐ No

[INTEGR - SC] I dati sono integrati a valle e/o a monte dell'azienda?

- ☐ Si
- ☐ No

[INTEGR - SC] I dati sono integrati lungo tutta la supply chain?

- ☐ Si
- ☐ No

Marketing

[INF PRO - BMC-RC - BMC-RI] Esiste un archivio storico delle attività di marketing?

- Si, digitale
- Si, cartaceo
- No

Se no, il fabbisogno dell'attività di marketing per l'azienda?

- azienda lavora su commessa
- attività esistente e rilevante

[INF PRO] Se si, l'archivio contiene registrazioni da?

- Oltre 5 anni
- Da 3 anni a 5 anni
- Da un anno a 3 anni
- Meno di un anno

[INF PRO] Come e quando vengono analizzati questi dati?

- In realtime in modo automatico
- In realtime da un operatore addetto
- Da un calcolatore a cadenze programmate
- Da un operatore a cadenze programmate
- No

[INF PRO] Viene eseguita un'analisi di correlazione con altri dati?

- Si per estrapolare ulteriori informazioni
- Si per validazione
- No

[INF PRO] Perché vengono analizzati questi dati?

- Per effettuare previsioni
- Per il monitoraggio continuo
- Per la pianificazione

[INF PRO] I dati sono integrati internamente all'azienda?

- ☐ Si
- ☐ No

[INTEGR - SC] I dati sono integrati a valle e/o a monte dell'azienda?

- ☐ Si
- ☐ No

[INTEGR - SC] I dati sono integrati lungo tutta la supply chain?

- ☐ Si
- ☐ No

[INTEGR - BMC-RI - SC] Nel caso di azienda che lavora B2B, esiste la possibilità di avere dei feedback sui vostri prodotti dagli utilizzatori finali?

- ☐ si
- ☐ no

[INTEGR - SC] Se si, è un'attività sistematica?

- ☐ si
- ☐ no

[INTEGR - SC] I feedback raccolti sono registrati?

- ☐ sì in digitale
- ☐ sì in cartaceo
- ☐ no

Progettazione

[INF PRO - BMC-AC] L'azienda svolge attività interne di progettazione prodotto?

- Sì
- No

Se no, scegliere una delle seguenti motivazioni:

- progettazione non necessaria perchè eseguita da soggetti a monte della supply chain o perchè prodotti standard
- attività esistente o necessaria internamente
- attività svolta esternamente

[INTEGR] Per la gestione e la tracciatura della progettazione di prodotto viene utilizzato:

- Intero processo con il PLM
- PDM
- Niente

[INF PRO] I prototipi realizzati dall'ufficio tecnico sono identificati?

- singolarmente
- Per gruppi (varianti dello stesso prototipo)
- Non sono identificati

Se no, per quale ragione?

- ☐ la progettazione è un'attività sporadica
- ☐ la progettazione è un'attività non core
- ☐ il numero di prototipi realizzati è basso o nullo

[INF PRO] I prototipi realizzati vengono conservati?

- sì
- no

[INF PRO] Se sì, come vengono conservati i prototipi?

- in un magazzino prototipi
- ☐ insieme all'altro materiale in magazzino

[INF PRO] I documenti sono di tipo?

- ☐ solo digitale
- ☐ digitale e cartaceo
- ☐ solo cartaceo

[INF PRO] Se entrambi, è previsto un processo interno di digitalizzazione (non solo scannerizzazione) dei documenti cartacei rilevanti?

- ☐ sì
- ☐ no

[INF PRO] A che livello sono codificati i documenti nella progettazione ?

- ☐ singolarmente
- ☐ per cartella
- ☐ non sono identificati

[INF PRO] Qual è la tipologia di codifica dei documenti digitali è utilizzata?

- ☐ strutturato parlante
- ☐ strutturato non parlante
- ☐ non strutturato

[INF PRO] Quali informazioni contiene il codice? (scelta multipla)

- Titolo
- Tipo di documento
- Funzione aziendale che emette il documento
- La fase per cui è usato il documento (es. Avamprogetto)
- Data rilascio
- nome o ruolo di chi ha emesso il documento
- numero revisione
- nome o ruolo di chi ha approvato il documento

[INF PRO] La progettazione è svolta da:

- ☐ un team multidisciplinare
- ☐ un team monodisciplinare
- ☐ una persona singola

[INF PRO - BMC-RC] Esiste un archivio storico dei documenti all'interno della progettazione?

- Sì, digitale
- Sì, cartaceo
- No

[INF PRO - MBC-RC - BMC-AC] Se sì, per quali processi all'interno della progettazione? (scelta multipla)

- ☐ tutte
- ☐ individuazione delle opportunità
- ☐ analisi di fattibilità
- ☐ progettazione concettuale
- ☐ progettazione di dettaglio
- ☐ analisi dei rischi
- ☐ benchmarking
- ☐ costing
- ☐ simulazioni
- ☐ testing

[INF PRO] I documenti vengono analizzati?

- Sì, in modo automatico
- Sì, da operatori a cadenza programmata
- Sì, da operatori a cadenza non programmata
- No

[INF PRO] L'analisi dei documenti è svolta per quale dei seguenti scopi?

- Per effettuare previsioni tecnologiche
- Per la pianificazione della progettazione
- Per il monitoraggio continuo della progettazione

[INTEGR - SC] I documenti e i dati relativi sono:

- ☐ Integrati lungo tutta la supply chain
- ☐ Integrati a valle e/o a monte dell'azienda
- ☐ Integrati internamente all'azienda
- ☐ No

[INTEGR - SC] I documenti sono analizzati in paragone alle esigenze delle parti interessate?

- ☐ Sì, in modo automatico
- ☐ Sì, da operatori a cadenza programmata
- ☐ Sì, da operatori a cadenza non programmata
- ☐ No

[INTEGR] Se sì, i risultati dell'analisi sono registrate all'interno della specifica del documento?

- ☐ Sì
- ☐ No

[INTEGR - BMC-AC] Vengono utilizzati i risultati come lesson learned?

- ☐ sì, in fase di pianificazione delle successive progettazioni
- ☐ sì, in fase di controllo delle successive progettazioni
- ☐ no

[INTEGR - SC] I documenti sono analizzati in benchmarking con i concorrenti?

- ☐ Sì, in modo automatico
- ☐ Sì, da operatori a cadenza programmata
- ☐ Sì, da operatori a cadenza non programmata
- ☐ No

[INTEGR] Se sì, i risultati dell'analisi sono registrate all'interno della specifica del documento?

- ☐ Sì
- ☐ No

[INTEGR - BMC-AC] Vengono utilizzati i risultati come lesson learned?

- ☐ sì, in fase di pianificazione delle successive progettazioni
- ☐ sì, in fase di controllo delle successive progettazioni
- ☐ no

Ricerca e sviluppo

[INF PRO - BMC-AC] L'azienda svolge attività interne di ricerca e sviluppo?

- Sì
- No

Se no, il fabbisogno dell'attività di R&S per l'azienda?

- ricerca non necessaria perchè eseguita da soggetti a monte della supply chain
- attività esistente o necessaria internamente
- attività svolta esternamente

[INF PRO] La ricerca è svolta da:

- ☐ un team multidisciplinare
- ☐ un team monodisciplinare
- ☐ una persona singola

[INF PRO] Esiste un archivio storico delle attività di ricerca e sviluppo?

- Si, digitale
- Si, cartaceo
- No

[INF PRO] Se sì, l'archivio contiene registrazioni da?

- Oltre 5 anni
- Da 3 anni a 5 anni
- Da un anno a 3 anni
- Meno di un anno

[INF PRO] I risultati della ricerca sono analizzati?

- In realtime in modo automatico
- In realtime da un operatore addetto
- Da un calcolatore a cadenze programmate
- Da un operatore a cadenze programmate
- No

[INF PRO] I risultati della ricerca sono analizzati da altri reparti all'interno dell'azienda?

- ☐ Si
- ☐ No

[INTEGR - SC] I risultati della ricerca sono integrati a valle e/o a monte dell'azienda?

- ☐ Si
- ☐ No

[INTEGR - SC] I risultati della ricerca sono integrati lungo tutta la supply chain?

- ☐ Si
- ☐ No

Manutenzione

[INF PRO - BMC-AC] Viene eseguita la manutenzione sul macchinario?

- Si
- No sostituita direttamente al verificarsi del guasto
- No non necessaria

[INF PRO] Se sì, quando viene chiamato l'addetto alla manutenzione?

- Macchina in funzione ma segnala il verificarsi a breve di un possibile guasto
- Macchina in funzione ma intervento programmato sulla base dello storico dei guasti
- Macchina ferma a causa di un guasto

[INF PRO] L'attività di manutenzione è registrata?

- Si in digitale in modo automatico realtime
- Si in digitale da un operatore realtime
- Si in digitale da un operatore in seguito
- Si in cartaceo sul momento
- Si in cartaceo in seguito
- No

[INTEGR] La macchina emette un segnale di avviso in caso di guasto?

- Si in modo automatico alle altre macchine
- Si in modo automatico al sistema di gestione
- Si ma deve essere l'operatore a vedere e gestire il segnale
- No

Qualità

[INF PRO - BMC-AC] Quando avviene il controllo di qualità?

- ☐ in continuo
- ☐ in più di due punti della catena
- ☐ in due punti della catena
- ☐ in un punto della catena
- ☐ mai

[INF PRO] Se sì, Come avviene il controllo qualità?

- Da un sistema di visione
- Da un macchinario
- Da un operatore

[INF PRO] Il controllo avviene in che momento?

- Durante tutto il periodo che il pezzo sta sul macchinario
- All'uscita o ingresso del macchinario

[INF PRO] L'attività ed i risultati del controllo qualità vengono registrati?

- Sì in digitale in modo automatico realtime
- Sì in digitale da un operatore realtime
- Sì in digitale da un operatore in seguito
- Sì in cartaceo sul momento
- Sì in cartaceo in seguito
- No

[INTEGR] La macchina emette un segnale di avviso in caso di non conformità del pezzo?

- Sì in modo automatico alle altre macchine
- Sì in modo automatico al sistema di gestione
- Sì ma deve essere l'operatore a vedere e gestire il segnale
- No

[INTEGR] Esistono integrazioni tra macchine per lo scambio di dati sulla qualità?

- Sì
- No

[INF PRO - BMC-AC] Quando avviene il controllo di qualità dei documenti?

- ☐ in continuo
- ☐ in più di due punti della catena
- ☐ in due punti della catena
- ☐ in un punto della catena
- ☐ mai

[INF PRO] Se sì, come avviene il controllo qualità?

- Dal software gestionale
- Da un operatore con un dispositivo apposito
- Da un operatore visivamente

[INF PRO] Il controllo avviene in che momento?

- Durante tutto il periodo dall'apertura del documento alla convalida
- Ad ogni stato di revisione del documento

[INF PRO] L'attività ed i risultati del controllo qualità vengono registrati?

- Si in digitale in modo automatico realtime
- Si in digitale da un operatore realtime
- Si in digitale da un operatore in seguito
- Si in cartaceo sul momento
- Si in cartaceo in seguito
- No

[INTEGR] Il software gestionale emette un segnale di avviso in caso di non conformità del documento?

- Si in modo automatico agli utenti che possono accedere al documento
- Si in modo automatico a tutti gli utenti del software gestionale
- Si ma deve essere l'operatore a vedere e gestire il segnale
- No

[INTEGR] Esistono integrazioni tra moduli del sistema informativo per lo scambio di dati sulla qualità dei documenti?

- Si
- No

Programmazione

[INTEGR] Esistono integrazioni tra macchine per lo scambio di dati sullo scheduling della produzione?

- Si
- No

[INTEGR] La macchina emette un segnale di avviso in caso di ritardo nella produzione?

- Si in modo automatico alle altre macchine
- Si in modo automatico al sistema di gestione
- Si ma deve essere l'operatore a vedere e gestire il segnale
- No

[INF PRO] Il ri-scheduling della produzione a breve termine a bordo macchina come viene gestito?

- ☐ tabellone elettronico
- ☐ tablet
- ☐ computer di bordo
- ☐ tabellone cartaceo
- ☐ fogli cartacei

[INF PRO] L'aggiornamento avviene?

- ☐ in realtime in modo automatico
- ☐ in realtime attraverso un operatore addetto
- ☐ in momenti predefiniti e programmati
- ☐ a seconda della disponibilità dell'operatore

[INF PRO - BMC-AC] L'azienda utilizza sistemi di simulazione della produzione?

- ☐ Sì, in fase di programmazione e di riprogrammazione con dispositivi a bordo macchina
- ☐ Sì, in fase di programmazione
- ☐ Sì, in fase di monitoraggio della produzione
- ☐ No
- ☐

CULTURA:

Agile

[WIL CHA] L'azienda definisce politiche di job rotation?

- ☐ sì
- ☐ poco
- ☐ no

[WIL CHA] Se poco, il lavoratore sarebbe disponibile?

- ☐ sì senza difficoltà
- ☐ sì con periodo di formazione culturale
- ☐ no

[WIL CHA] Se no, in passato come hanno reagito i lavoratori rispetto alle innovazioni tecnologiche introdotte?

- ☐ aperti all'apprendimento
- ☐ difficoltà iniziali
- ☐ lamentele e difficoltà non superate

[WIL CHA] Se l'azienda definisce strategie (domanda nel sistema di gestione), l'azienda definisce momenti di discussione delle performance rispetto alle strategie?

- ☐ sì in modo sistematico
- ☐ sì in modo casuale
- ☐ no

[WIL CHA] Se sì, per quali tipologie di performance?

- ☐ per tutte le categorie di performance
- ☐ performance organizzative
- ☐ performance operative

[WIL CHA] Se sì, vengono registrati i risultati?

- ☐ sì digitale
- ☐ sì cartaceo
- ☐ no

[WIL CHA] Vengono utilizzati i risultati come lesson learned?

- ☐ sì in fase di pianificazione
- ☐ sì in fase di controllo
- ☐ no

[SOC COL] Le decisioni operative per la maggior parte sono prese da:

- ☐ responsabili insieme operatori
- ☐ responsabili dopo aver consultato gli operatori
- ☐ gruppo di responsabili
- ☐ responsabile singolo

[SOC COL] Le decisioni strategiche per la maggior parte sono prese da:

- ☐ responsabili insieme operatori
- ☐ responsabili dopo aver consultato gli operatori
- ☐ gruppo di responsabili
- ☐ responsabile singolo

Approccio data-driven

[WIL CHA] Quanto è diffuso l'approccio data-driven?

- ☐ i lavoratori sono guidati da conoscenza appresa dai dati
- ☐ i lavoratori si basano su osservazioni personali
- ☐ gli operai eseguono secondo decisioni prese da altri

[WIL CHA] All'interno dell'azienda definisce politiche sulla condivisione del know-how?

- ☐ sì
- ☐ no

[WIL CHA] Se no, i dipendenti comunicano e condividono il loro know-how relativo alla loro mansione?

- ☐ sì, hanno sia il tempo che il luogo e contesto per condividere la loro esperienza
- ☐ sì, in determinati momenti disponibili
- ☐ sì, al di fuori dell'orario di lavoro
- ☐ no

[WIL CHA] L'azienda effettua ricerca e sviluppo in ottica di open innovation?

- ☐ sì
- ☐ no perchè ritenuta non necessaria
- ☐ no anche se necessaria

[WIL CHA] L'azienda quanto basa le sue decisioni sui dati?

- ☐ decisioni prese a post di analisi dei dati registrati
- ☐ decisioni sulla base dell'esperienza di dati non registrati
- ☐ decisioni guidate dal contesto senza basarsi sui dati

[SOC COL] I lavoratori sono consapevoli dei vantaggi del sistema informativo?

- ☐ sì
- ☐ no

[SOC COL] I lavoratori hanno fiducia nel sistema informativo?

- ☐ sì, eseguono le attività come da procedura
- ☐ no, spesso evadono il sistema

[SOC COL] Quanto spesso i risultati delle analisi che il sistema informativo permette sono condivise con gli operatori?

- ☐ spesso
- ☐ poco
- ☐ mai

Communication

[WIL CHA] L'azienda definisce politiche di formazione continua delle soft skill?

- ☐ sì attraverso rotazione su tutti i reparti
- ☐ sì all'interno dello stesso reparto
- ☐ no

[SOC COL] L'azienda definisce politiche per la condivisione delle informazioni sulle attività operative tra operai e dipendenti di ufficio?

- ☐ sì
- ☐ no

[SOC COL] Quali sistemi di comunicazione sono adottati tra operai e dipendenti di ufficio? [\(scelta multipla\)](#)

- ☐ voce
- ☐ bacheca
- ☐ telefono
- ☐ radio
- ☐ email
- ☐ cellulare
- ☐ dispositivi appositi

ALLEGATO 2. QUESTIONARIO DI AUDIT

Il presente allegato riporta il questionario di audit (terzo step del modello di valutazione presentato nel presente lavoro).

Formato delle domande e della scala dei punteggi:

Come viene gestita la programmazione dell'attività core (es. produzione):																				
Manualmente e non è integrata con le altre funzioni (magazzino, ufficio acquisti, la produzione ecc.)				In modo ibrido con maggioranza di attività manuali (es. con utilizzo di file condivisi ma non automatizzabili)				In modo ibrido con piccole parti di integrazione (es. DB con giacenze del magazzino usato automaticamente e anche dalla programmazione)				In modo automatico e integrato internamente all'azienda (magazzino, manutenzione, ecc.)				In modo automatico e integrato internamente (magazzino, manutenzione, ecc.) ed esternamente (clienti e fornitori)				
0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100

Livello gestionale

[ORG INT] Presenza di una strategia per Industria 4.0:

L'organizzazione non ha formulato una strategia per Industria 4.0	L'organizzazione non ha formulato una strategia per Industria 4.0 ma sta iniziando un percorso di acquisizione di consapevolezza sul tema	L'organizzazione sta definendo una strategia per Industria 4.0	L'organizzazione ha incluso alcuni principi di Industria 4.0 all'interno delle proprie strategie in modo non strutturato, senza definire obiettivi chiari, senza basarsi sul mercato e senza definire indicatori di monitoraggio	L'organizzazione ha già formulato una strategia che include i principi di Industria 4.0 e ha individuato obiettivi chiari basati sul mercato e indicatori di monitoraggio dell'attuazione della strategia
---	---	--	--	---

[WIL CHA] Consapevolezza dell'organizzazione sulle tecnologie di Industria 4.0:

L'organizzazione non ha alcuna dimestichezza con le tecnologie che caratterizzano Industria 4.0	L'organizzazione conosce pochissime tecnologie che caratterizzano Industria 4.0 e mostra una certa diffidenza rispetto alla possibilità di implementarle	L'organizzazione conosce le tecnologie più comuni che caratterizzano Industria 4.0 e non si tiene costantemente aggiornato su di esse	L'organizzazione conosce la maggior parte delle tecnologie che caratterizzano Industria 4.0 e si tiene aggiornato a livello teorico ma non mostra particolare intenzione di valutarne l'implementazione o di sostituire le tecnologie obsolete	L'organizzazione conosce la maggior parte delle tecnologie che caratterizzano Industria 4.0 e si tiene aggiornato sulle nuove tecnologie, valuta l'integrazione di ognuna di esse in base alle proprie esigenze. Promuove l'innovazione tecnologica e la sostituzione delle tecnologie obsolete.
---	--	---	--	--

[WIL CHA - BMC-RC] Consapevolezza sulle competenze necessarie all'Industria 4.0:

L'organizzazione non è consapevole delle nuove competenze necessarie all'Industria 4.0	L'organizzazione ha una conoscenza di base sulle nuove competenze necessarie all'Industria 4.0 e non si tiene aggiornato sulla questione	L'organizzazione è consapevole delle nuove competenze necessarie all'Industria 4.0 ma non sta attuando alcun allineamento tra le competenze presenti in azienda con quelle necessarie all'Industria 4.0	L'organizzazione è consapevole delle nuove competenze necessarie all'Industria 4.0 e delle competenze presenti in azienda ma non sta integrando le competenze mancanti	L'organizzazione è consapevole delle nuove competenze necessarie all'Industria 4.0 e opera in modo da allineare le competenze presenti in azienda con le proprie strategie, integrando le competenze mancanti
--	--	---	--	---

[ORG INT] Come l'azienda individua le possibilità di miglioramento:

L'organizzazione non monitora in alcun modo le performance dell'azienda con l'ottica di cercare possibili miglioramenti.	L'organizzazione monitora le performance ma non ne trae possibili miglioramenti	L'organizzazione monitora le performance con l'ottica di trovare miglioramenti ma non arriva a pianificare gli interventi che si rivelano necessari	L'organizzazione esegue periodicamente delle analisi per identificare l'esistenza di possibili miglioramenti e fa riunioni per pianificare gli interventi	L'organizzazione ha un sistema di monitoraggio e con cui identifica in modo continuo le inefficienze e le possibilità di miglioramento del sistema e fa riunioni per pianificare gli interventi
--	---	---	---	---

[ORG INT] Come l'organizzazione effettua i piani di miglioramento:

L'organizzazione non ha effettuato piani di miglioramento negli ultimi 5 anni	L'organizzazione esegue solo piani di miglioramento di breve periodo.	L'organizzazione pianifica le attività di miglioramento affrontando parzialmente gli aspetti che prenderanno parte al cambiamento (es. non tratta la formazione o problemi di inerzia al cambiamento)	L'organizzazione pianifica le attività di miglioramento in modo esaustivo con tecniche di change management ma non effettua alcun monitoraggio	L'organizzazione pianifica le attività di miglioramento in modo esaustivo con tecniche di change management e attua un piano di monitoraggio delle performance
---	---	---	--	--

[COLL NET - BM - SC] Come i prodotti e i servizi sono sviluppati in base alle esigenze e delle aspettative dei clienti:

L'organizzazione opera totalmente con una logica technology push	L'azienda sviluppa nuovi prodotti in base a piccole ricerche di mercato svolte in prima persona	L'organizzazione opera con logica ibrida: (ad esempio technology push per versioni di uno stesso prodotto e market pull per i nuovi prodotti)	L'organizzazione opera con logica market pull usando strumenti "statici" come analisi di mercato di terze parti e indagini conoscitive	L'organizzazione opera con logica market pull sfruttando tecniche avanzate di monitoraggio delle preferenze del mercato e di previsione delle stesse
--	---	---	--	--

[WIL CHA - BM] Come l'azienda reagisce agli errori:

L'organizzazione non tiene traccia e non trae alcun insegnamento dagli errori commessi	L'organizzazione tiene traccia ma non trae alcun insegnamento dagli errori commessi	L'organizzazione traccia gli errori e il management li esamina in riunioni	L'organizzazione traccia gli errori e valuta di volta in volta le azioni da compiere per evitare che si verifichino nuovamente	L'organizzazione ha un metodo strutturato per valorizzare gli errori commessi e per imparare da essi
--	---	--	--	--

[ORG INT - BM] Come l'organizzazione affronta la gestione del rischio

L'organizzazione non ha un sistema strutturato di valutazione e gestione del rischio e gestisce solo le parti obbligatorie per legge	L'organizzazione effettua in modo strutturato una valutazione dei rischi solo per le parti obbligatorie per legge	L'organizzazione esegue una completa gestione del rischio solo per quanto riguarda la sicurezza, trascurando gli altri rischi aziendali possibili	L'organizzazione effettua una gestione del rischio completa per quanto riguarda la sicurezza ma incompleta per quanto riguarda le altre tipologie di rischio aziendale	L'organizzazione effettua una completa gestione del rischio con un Enterprise Risk Management che non si limita alla sicurezza sui luoghi di lavoro ma che estende identificazione, valutazione, e azioni correttive per tutti i tipi di rischio
--	---	---	--	--

[ORG INT - BM] Come l'organizzazione gestisce la conoscenza organizzativa

L'organizzazione non ha un sistema per gestire la conoscenza organizzativa e molta della conoscenza è tacita o in mano a una/poche persone	L'organizzazione cerca di attuare una condivisione delle conoscenze presenti in azienda (es. tramite affiancamento e rotazione del personale) solo per le conoscenze più importanti	L'organizzazione si serve di metodologie per la condivisione delle conoscenze tra i dipendenti (es. frequenti rotazioni del personale) ma non attua metodi per raccogliere tali conoscenze in modo definitivo	L'organizzazione si serve di metodologie per la condivisione delle conoscenze tra i dipendenti e ha un sistema non strutturato per raccogliere quelle più importanti (in modo parziale)	L'organizzazione ha un processo per raccogliere e rendere disponibile in seguito tutta la conoscenza necessaria per mandare avanti le attività
--	---	---	---	--

[ORG INT - BM] Come l'azienda prende le decisioni:

L'azienda prende le decisioni esclusivamente sulla base dell'istinto dell'imprenditore	L'azienda prende le decisioni senza una strategia chiara e ben definita (ad esempio seguendo quello che fanno i concorrenti)	L'azienda prende le decisioni imponendo il proprio modello di business al mercato senza averlo validato	L'azienda prende le decisioni guardando le preferenze del mercato da analisi di mercato	L'azienda prende le decisioni in base al proprio modello di business (es. delle stampanti e del toner) e sulla base delle preferenze del mercato testate (analisi di mercato e raccolta di dati)
--	--	---	---	--

Skill presenti e gestione delle risorse umane

[SOC COL - BMC-RC] Come vengono gestite le risorse umane

L'organizzazione non sviluppa politiche, strategie e piani relativi alle risorse umane	L'organizzazione sviluppa piani non strutturati e di breve periodo per quanto riguarda la gestione delle risorse umane	L'organizzazione sviluppa politiche, strategie e piani relativi alle risorse umane ma non attua miglioramenti in base ai feedback che ne provengono	L'organizzazione sviluppa politiche, strategie e piani relativi alle risorse umane, opera cambiamenti in base ai feedback che ne provengono, è disponibile al cambiamento al fine di migliorare la modalità di lavoro	L'organizzazione sviluppa politiche, strategie e piani relativi alle risorse umane, opera cambiamenti in base ai feedback che ne provengono, è disponibile al cambiamento e monitora le performance del cambiamento eseguito
--	--	---	---	--

[SOC COL] Come l'organizzazione gestisce la comunicazione con i dipendenti:

L'organizzazione comunica con i dipendenti in modo non strutturato	L'organizzazione comunica con i dipendenti a senso unico con circolari	L'organizzazione ha una procedura per comunicare con i dipendenti e accetta i consigli che ne provengono (es cassette in cui mettere fogli)	L'organizzazione si serve di moderne tecnologie per comunicare con i dipendenti. L'azienda promuove la comunicazione bilaterale ma non ha una procedura per valorizzare i consigli provenienti dai lavoratori	L'organizzazione si serve di moderne tecnologie per comunicare con i dipendenti e tenere traccia delle comunicazioni effettuate e dell'avvenuta lettura. L'azienda promuove la comunicazione bilaterale e tiene conto dei consigli provenienti dai lavoratori
--	--	---	---	---

[SOC COL] Come l'azienda stimola i dipendenti degli uffici ad utilizzare metodologie nuove:

L'organizzazione ha delle procedure per le attività che ostacolano l'utilizzo di particolari metodologie e strumenti innovativi per lo svolgimento delle attività	L'organizzazione non percepisce l'utilità di strumenti innovativi ed è indifferente al loro utilizzo	L'organizzazione percepisce l'utilità di strumenti innovativi ma non ne promuove attivamente l'utilizzo	L'organizzazione favorisce l'utilizzo di metodi e strumenti nuovi per lo svolgimento delle attività (esempi: skype o simili, dropbox o simili..)	L'organizzazione favorisce l'utilizzo di metodi e strumenti nuovi per lo svolgimento delle attività anche organizzando corsi di formazione per aggiornare i propri dipendenti (esempi: skype o simili, dropbox o simili..)
---	--	---	--	--

[ORG INT] Come l'azienda misura l'efficienza e la produttività dei dipendenti:

L'organizzazione non usa alcun indicatore per misurare il lavoro dei propri dipendenti	L'organizzazione misura i propri dipendenti unicamente in base al tempo lavorato	L'organizzazione misura i risultati raggiunti dai propri dipendenti	L'organizzazione misura i risultati raggiunti dai propri dipendenti e alcuni indicatori di performance ma non ne fa tesoro per decisioni future	L'organizzazione ha un sistema di misura dei risultati raggiunti e delle performance dei propri dipendenti e li usa per valutare/premiare o prendere decisioni future
--	--	---	---	---

[ORG INT - BMC-RC] Come vengono identificate, sviluppate e sostenute le conoscenze e competenze professionali del personale:

L'organizzazione non è consapevole delle competenze interne all'azienda e delle competenze necessarie per realizzare le proprie strategie	L'organizzazione è consapevole delle competenze necessarie per realizzare i propri piani ma non è consapevole delle competenze interne all'azienda (o viceversa)	L'organizzazione identifica le competenze di cui ha bisogno nel breve periodo ma non attua la formazione o le assunzioni necessarie	L'organizzazione identifica le competenze di cui ha bisogno nel breve periodo e attua piani di formazione o assunzioni temporanee per acquisirle	L'organizzazione opera in modo da allineare le competenze presenti in azienda con le proprie strategie, è sempre aggiornata sulle nuove competenze, identifica quelle di cui ha bisogno e attua dei piani di formazione o di assunzioni per acquisire le conoscenze mancanti
---	--	---	--	--

[WIL CHA - BMC-RC] Come l'azienda sviluppa / valorizza le soft skills del personale:

L'organizzazione non è consapevole dell'importanza delle soft-skill	L'organizzazione conosce solo alcune soft skill e non le valorizza (es lavoro di gruppo)	L'organizzazione riconosce le soft skills al momento dell'assunzione ma attua modalità di lavoro che ne impediscono la valorizzazione	L'organizzazione riconosce le soft skill e le premia, ma non promuove attivamente la loro valorizzazione	L'organizzazione incoraggia e promuove lo sviluppo delle soft skill delle proprie risorse umane e crea opportunità che stimolino il loro utilizzo e sviluppo
---	--	---	--	--

Gestione del dato

[ORG INT] Come l'azienda tiene al sicuro le proprie informazioni:

L'organizzazione non è consapevole dell'importanza della sicurezza del dato ed ha una gestione contraddittoria della sua sicurezza (es protegge dati non sensibili lascia vulnerabili quelli importanti)	L'organizzazione è consapevole dell'importanza del dato ma non ha una corretta gestione della sicurezza / si affida a aziende non abbastanza competenti e aggiornate	L'organizzazione è consapevole dell'importanza del dato e ha un sistema di protezione. è affrontata la sicurezza delle cose importanti ma con tecnologie non aggiornatissime	L'organizzazione è consapevole dell'importanza della sicurezza del dato e garantisce una adeguata protezione per i dati importanti. si tiene sempre aggiornata (o si serve di aziende aggiornate) sulle nuove tecniche	L'organizzazione è consapevole dell'importanza della sicurezza del dato e garantisce una adeguata protezione per tutti i dati. Si tiene sempre aggiornata (o si serve di aziende aggiornate) sulle nuove tecniche
--	--	--	--	---

[ORG INT] Come l'azienda ha configurato il proprio sistema informativo per l'utilizzo da parte dei propri dipendenti.

Il sistema è usato solo in modo parziale per pochi processi. Gli altri processi sono affrontati manualmente o in digitale non condiviso	Il sistema è usato solo in modo parziale per pochi processi. Gli altri processi sono affrontati o in digitale in un sistema esterno facilmente integrabili	Il sistema copre molti dei processi aziendali	Il sistema copre tutti i processi aziendali ma non è multi-utenti	Il sistema copre tutti i processi aziendali e funziona per più utenti diversi e può mostrare le informazioni in base all'utente che sta usando/consultando i dati
---	--	---	---	---

Stato dell'azienda (p.to di vista economico-finanziario)**[ORG INT]** Come l'azienda gestisce le risorse finanziarie per attuare le proprie strategie:

L'organizzazione non investe in R&S se non per adeguamenti alla normativa vigente	L'organizzazione investe solo in caso si manifesti un'esigenza improrogabile che mette a rischio la sua permanenza sul mercato	L'organizzazione investe sulla base delle sensazioni del proprietario / AD / altro con potere decisionale	L'organizzazione effettua investimenti sulla base dei risultati pervenuti dal monitoraggio delle performance	L'organizzazione ha una strategia ben definita per gli investimenti da effettuare e ha fissato una percentuale minima del fatturato da destinare alla R&S
---	--	---	--	---

[ORG INT] Valutazione della situazione economico/finanziaria dell'azienda:

L'organizzazione è in situazione di crisi ed è in perdita (ultimo bilancio con utile nullo o negativo)	L'organizzazione è in situazione di difficoltà con trend decrescente di fatturato e margine	L'organizzazione è in situazione di utile positivo in sostanziale stallo (fatturato non in crescita)	L'organizzazione è in buona salute e mostra una leggera crescita/crescita costante di fatturato	L'organizzazione è in ottima salute, e mostra un trend in forte crescita in termini di risultati (fatturato, margini...)
--	---	--	---	--

Elementi da valutare per scegliere la valutazione del punto precedente:

- ☐ Fatturato
- ☐ Utile
- ☐ Indebitamento
- ☐ Numero di brevetti
- ☐ Reddito da brevetti
- ☐ Budget in R&S
- ☐ Numero di iniziative/progetti di R&S in corso

[ORG INT] Come l'azienda monitora la propria situazione economico-finanziaria

L'organizzazione non monitora i propri risultati e la propria situazione economico-finanziaria	L'organizzazione monitora i propri risultati e la propria situazione economico-finanziaria in modo destrutturato per garantire la sopravvivenza dell'azienda	L'organizzazione monitora i propri risultati e la propria situazione economico-finanziaria in modo destrutturato per garantire la sopravvivenza dell'azienda e per cercare aree di miglioramento	L'organizzazione ha un sistema strutturato per monitorare i propri risultati e la propria situazione economico-finanziaria e fa analisi di correlazione tra fattori e risultati	L'organizzazione ha un sistema strutturato per monitorare i propri risultati e la propria situazione economico-finanziaria e fa analisi di correlazione tra fattori e risultati e prende decisioni sulla base dei risultati raggiunti
--	--	--	---	---

Livello operativo

Produzione

[DIG CAP- BMC-RC] Come impianti / macchinari raccolgono i dati sulle lavorazioni:

Gli impianti / macchinari sono gli stessi da "sempre" e non hanno sensori	Gli impianti / macchinari sono gli stessi da "sempre" ma è stata fatta valutazione dei sensori applicabili	Su pochissimi impianti / macchinari sono presenti alcuni sensori per l'acquisizione di dati sulla lavorazione	Su molti impianti / macchinari sono presenti sensori per l'acquisizione di dati sulla lavorazione	Tutti gli impianti / macchinari sono dotati di sensori per la raccolta di tutti i dati utili relativi alle lavorazioni
---	--	---	---	--

[DIG CAP] Flessibilità degli impianti:

Per produzione a lotti o pezzi singoli:

Gli impianti / macchinari non sono flessibili (in grado di produrre più versioni di un prodotto o più prodotti) e costringono l'azienda a rifiutare commesse	Gli impianti / macchinari non sono flessibili (in grado di produrre più versioni di un prodotto o più prodotti) e costringono l'azienda a rilavorare i pezzi che si discostano dallo standard	Gli impianti / macchinari sono flessibili (in grado di produrre più versioni di un prodotto o più prodotti) e riprogrammabili manualmente con tempi di set-up molto lunghi	Gli impianti / macchinari sono flessibili (in grado di produrre più versioni di un prodotto o più prodotti) e riprogrammabili in modo semi-automatico e/o con tempi di set-up medio-bassi	Gli impianti / macchinari sono flessibili (in grado di produrre più versioni di un prodotto o più prodotti) e riprogrammabili in modo automatico in breve tempo
--	---	--	---	---

Per produzione in linea (lotti grandi tendenti alla serie):

Gli impianti / macchinari sono tipici della serie e non sono flessibili per ragioni tecniche	Gli impianti / macchinari sono tipici della serie e non sono flessibili per cause economiche (tempi e costi di set-up non convenienti se non per lotti estremamente grandi)	Gli impianti / macchinari sono riprogrammabili manualmente con tempi di set-up molto alti	Gli impianti / macchinari sono flessibili e riprogrammabili in modo semi-automatico e/o con tempi di set-up medio-bassi	Gli impianti / macchinari sono flessibili e riprogrammabili in modo automatico in breve tempo
--	---	---	---	---

[STR COM] Come viene garantita la comunicabilità delle attività svolte:

La produzione non è in grado di comunicare le lavorazioni fatte e le informazioni correlate	La produzione non è in grado di comunicare le lavorazioni fatte e le informazioni correlate se non in cartaceo	La produzione è in grado di comunicare in digitale le lavorazioni fatte e le informazioni correlate mediante file non direttamente collegati al DB centralizzato	La produzione è in grado di comunicare in digitale ad un DB centralizzato a posteriori le lavorazioni fatte e le informazioni correlate	La produzione è in grado di riversare real-time in digitale ad un DB centralizzato tutti i dati utili (stato delle lavorazioni, degli impianti, della merce che è al suo interno ecc.)
---	--	--	---	--

[STR COM] Come le interfacce uomo-macchina sono semplici e intuitive:

L'azienda non conosce e non applica principi di affordance ed ergonomia e non è sensibile al tema	L'azienda conosce i principi di affordance ed ergonomia ma alcune delle interfacce tra uomo e macchina sono difficili da utilizzare e non seguono tali principi (es. sono schermi touch ad altezze sbagliate o in posizioni precarie)	L'azienda conosce i principi di affordance e la maggiorparte delle interfacce tra uomo e macchina garantiscono la lettura anche in una delle seguenti condizioni: con indosso eventuali DPI e con condizioni ambientali e di illuminazione precarie che eventualmente si possono verificare	L'azienda conosce i principi di affordance e tutte le interfacce tra uomo e macchina garantiscono la lettura anche in una delle seguenti condizioni: con indosso eventuali DPI e con condizioni ambientali e di illuminazione precarie che eventualmente si possono verificare	Le interfacce tra uomo e macchina seguono i principi di affordance ed ergonomia e garantiscono la lettura anche con indosso eventuali DPI e con condizioni ambientali e di illuminazione precarie che eventualmente si possono verificare
---	---	---	--	---

[INF PRO] Come vengono usati i dati provenienti dalla produzione

I dati provenienti dalla produzione non vengono utilizzati / non vengono raccolti	I dati provenienti dalla produzione non vengono utilizzati in modo sistematico.	I dati provenienti dalla produzione vengono utilizzati per monitorare le prestazioni	I dati provenienti dalla produzione vengono utilizzati per monitorare le prestazioni e per effettuare previsioni	I dati provenienti dalla produzione vengono utilizzati per monitorare le prestazioni, per effettuare previsioni e per controllare la produzione stessa
---	---	--	--	--

[INTEGR - SC] Come la produzione gestisce le comunicazioni con gli altri reparti e con la supply chain:

Non ci sono comunicazioni con gli altri reparti o dipende dalla volontà degli operatori (es. per programmazione della produzione, logistica interna ecc.)	C'è una procedura di scambio manuale dei dati che copre le relazioni fondamentali (programmazione produzione, magazzini ecc.).	C'è un sistema digitalizzato di scambio dei dati tra i reparti interessati fuori dal sistema centralizzato	C'è un sistema digitalizzato di scambio dei dati tra i reparti interessati	C'è un sistema digitalizzato di scambio dei dati tra i reparti interessati e con i soggetti a monte e a valle
---	--	--	--	---

Manutenzione

[DIG CAP - BMC-AC] Come viene eseguita la manutenzione

La manutenzione non viene eseguita. Vengono eseguite solo riparazioni dopo un guasto	La manutenzione di molti macchinari viene eseguita con tecnologie obsolete o con soluzioni poco strategiche (es. intervento di personale non specializzato)	La manutenzione di pochi macchinari viene eseguita con tecnologie obsolete o con soluzioni poco strategiche (es. intervento di personale non specializzato)	La manutenzione di alcuni macchinari avviene con tecnologie moderne di ultima generazione. Ad esempio tramite l'utilizzo della realtà aumentata che guida la manutenzione	La manutenzione di quasi tutti i macchinari avviene con tecnologie moderne di ultima generazione. Ad esempio tramite l'utilizzo della realtà aumentata che guida la manutenzione
--	---	---	---	--

[DIG CAP - BMC-RC] Come impianti / macchinari raccolgono i dati per la manutenzione:

Gli impianti / macchinari non hanno sensori	Gli impianti / macchinari sono gli stessi da "sempre" ma è stata fatta valutazione dei sensori applicabili	Su pochissimi impianti / macchinari sono presenti alcuni sensori per l'acquisizione di dati sullo stato di manutenzione	Su molti impianti / macchinari sono presenti alcuni sensori per l'acquisizione di dati sullo stato di manutenzione	Gli impianti / macchinari sono di ultima generazione hanno sensori per monitorare ogni parte della macchina potenzialmente soggetta a manutenzione
---	--	---	--	--

[DIG CAP] Come vengono gestite le parti di ricambio:

Le parti di ricambio non vengono codificate e tracciate in alcun modo	Le parti di ricambio vengono codificate all'ingresso dell'azienda ma la codifica non viene utilizzata in seguito	Le parti di ricambio vengono codificate ma non tracciate interamente a sistema (non lungo tutto il percorso)	Le parti di ricambio i vengono codificate e inserite a sistema all'ingresso dell'azienda e mantengono la codifica durante il loro utilizzo, fino all'uscita dall'azienda.	Le parti di ricambio i vengono codificate e inserite a sistema all'ingresso dell'azienda e mantengono la codifica durante il loro utilizzo, fino all'uscita dall'azienda. Al codice sono associate informazioni (es. le lavorazioni fatte e le relative performance).
---	--	--	---	---

[STR COM] Come l'organizzazione registra i guasti che avvengono:

L'organizzazione non tiene traccia dei guasti avvenuti in nessuna zona dell'azienda	L'organizzazione tiene traccia dei guasti avvenuti in una minima percentuale dei macchinari in modo cartaceo o digitale ma non nel DB centralizzato	L'organizzazione tiene traccia dei guasti avvenuti in tutti i macchinari in modo digitale ma non nel DB centralizzato	L'organizzazione tiene traccia nel DB centralizzato dei guasti avvenuti relativi ad alcuni macchinari	L'organizzazione tiene traccia nel DB centralizzato dei guasti avvenuti
---	---	---	---	---

[INF PRO] Come la manutenzione utilizza i dati provenienti dai sensori:

La manutenzione non utilizza i dati provenienti dai sensori	I dati provenienti dalla manutenzione non vengono utilizzati in modo sistematico	La manutenzione utilizza i dati provenienti dalla manutenzione per analizzare le performance	La manutenzione utilizza i dati provenienti dai sensori per programmare gli interventi di manutenzione o predire i guasti	La manutenzione utilizza i dati provenienti dai sensori per programmare gli interventi di manutenzione o predire i guasti e attuare eventuali azioni correttive (es chiamare il manutentore)
---	--	--	---	--

[INTEGR - SC] Come la manutenzione gestisce le comunicazioni con gli altri reparti e con la supply chain:

Non ci sono comunicazioni con gli altri reparti o dipende dalla volontà degli operatori (es. per programmazione della produzione)	C'è una procedura di scambio manuale dei dati che copre le relazioni fondamentali (programmazione produzione, magazzino ricambi, acquisto ricambi..).	C'è un sistema digitalizzato di scambio dei dati tra i reparti interessati fuori dal sistema centralizzato	C'è un sistema digitalizzato di scambio dei dati tra i reparti interessati	C'è un sistema digitalizzato di scambio dei dati tra i reparti interessati e con i soggetti a monte e a valle
---	---	--	--	---

Magazzino

[DIG CAP - BMC-AC] Come viene prelevata/stoccata la merce:

Il picking avviene manualmente nonostante la procedura sia facilmente automatizzabile e i volumi siano tali da giustificare una automatizzazione della fase	Il picking avviene manualmente per motivi ragionevoli ma non è stata valutata alcuna soluzione alternativa	Il picking avviene manualmente per motivi ragionevoli ma sono state valutate altre soluzioni (numerosità dei pezzi da prendere, particolarità dei materiali ecm)	Il picking avviene manualmente per alcuni materiali particolari e in modo automatizzato per altri materiali per cui la fase è automatizzabile	Il picking avviene con un sistema automatizzato
---	--	--	---	---

[DIG CAP] Quando vengono codificate le merci in ingresso

All'ingresso in azienda gli ordini arrivano non codificati e vengono stoccati senza assegnare alcun codice	All'ingresso gli ordini arrivano non codificati e stazionano "all'ingresso" fino a che gli operatori non li codificano	Gli ordini entrano in azienda codificati ma non sono tracciabili in automatico.	Gli ordini entrano in azienda già codificati e identificabili (es RFID) e entrano automaticamente a sistema. Non c'è collegamento con l'amministrazione	Gli ordini entrano in azienda già codificati e identificabili (es RFID) e entrano automaticamente a sistema. Questo controllo è certificato (es. blockchain) e collegato con l'amministrazione che procede con il pagamento.
--	--	---	---	--

[DIG CAP - BMC-AC] Come viene identificata/localizzata la merce in magazzino

L'organizzazione immagazzina la merce senza localizzare in alcun modo la loro posizione	L'organizzazione usa un sistema a zone per stoccare la merce, ma all'interno delle singole zone la merce non è localizzata	L'organizzazione usa un sistema di localizzazione della merce aggiornato manualmente e non nel sistema centralizzato	L'organizzazione usa un sistema di localizzazione della merce interrogabile dal sistema	L'organizzazione conosce in real-time e traccia a sistema la posizione della merce ovunque si trovi in azienda
---	--	--	---	--

[STR COM] Come viene comunicato alle altre aree il livello di giacenza e le altre info del magazzino:

Non c'è comunicazione e chi ha bisogno del livello di giacenza dei materiali deve andare a verificarlo personalmente	Il livello di giacenza dei materiali è contenuto in un documento non condiviso alimentato manualmente fuori dal sistema centralizzato	Il livello di giacenza dei materiali è contenuto in un documento condiviso alimentato manualmente fuori dal sistema centralizzato	Il livello di giacenza è aggiornato manualmente a sistema tramite una procedura (es codice a barre) ad ogni operazione di carico/scarico	Il livello di giacenza è aggiornato in real-time sul sistema grazie al costante monitoraggio dei materiali (es RFID)
--	---	---	--	--

[INF PRO] Come vengono usati i dati provenienti dal magazzino:

L'organizzazione non utilizza i dati provenienti dal magazzino	I dati provenienti dal magazzino non vengono utilizzati in modo sistematico	L'organizzazione utilizza i dati provenienti dal magazzino per analizzare le performance del magazzino	L'organizzazione utilizza i dati provenienti dal magazzino anche per fare predizione (ad esempio su livello di giacenza)	L'organizzazione utilizza i dati provenienti dal magazzino anche per fare predizione e per variare i parametri del processo in automatico (es. ri-scheduling in base al livello di giacenza)
--	---	--	--	--

[INTEGR - SC] Come il magazzino comunica con gli altri reparti / la supply chain

Non ci sono comunicazioni con gli altri reparti o dipende dalla volontà degli operatori	C'è una procedura di scambio manuale dei dati che copre le relazioni fondamentali (es con programmazione della produzione)	C'è un sistema digitalizzato di scambio dei dati tra i reparti interessati	C'è un sistema digitalizzato di scambio dei dati tra i reparti e il resto dell'azienda	C'è un sistema digitalizzato di scambio dei dati tra il magazzino, il resto dell'azienda e i soggetti a monte e a valle
---	--	--	--	---

Logistica interna

[DIG CAP - BMC-AC] Come viene movimentata la merce all'interno dell'azienda:

L'organizzazione manipola la merce manualmente e non ha mai fatto ricerche sulla possibilità di automatizzare la fase	L'organizzazione manipola la merce manualmente ma sta effettuando ricerche per automatizzare la fase	L'organizzazione manipola la merce sia in modo automatico che manuale	L'organizzazione ha effettuato ricerche sulle nuove tecnologie per manipolare la merce in modo automatico e ha implementato quelle più opportune	L'organizzazione ha effettuato ricerche sulle nuove tecnologie per manipolare la merce in modo automatico e ha implementato quelle più opportune. Il sistema di movimentazione è integrato con la programmazione della produzione.
---	--	---	--	--

[DIG CAP] Come vengono identificati i materiali presenti in azienda:

Non viene usato un sistema di identificazione	I materiali vengono identificati solo in alcune fasi e in modo discontinuo	I materiali vengono codificati ma non è garantita la continuità delle informazioni a sistema tra una lavorazione e l'altra	I materiali vengono codificati e inseriti a sistema all'ingresso dell'azienda e mantengono la codifica (con le dovute trasformazioni relative alle lavorazioni) fino al momento dell'uscita dall'azienda.	I materiali vengono codificati, inseriti a sistema e mantengono la codifica (con le dovute trasformazioni relative alle lavorazioni) fino al momento dell'uscita dall'azienda. Al codice sono associate informazioni (es. le lavorazioni subite).
---	--	--	---	---

[DIG CAP] Come vengono raccolti i dati dalla logistica interna

Gli attori della logistica interna non raccolgono dati	Gli attori della logistica interna non raccolgono dati ma è stata fatta una valutazione dei dati raccogliibili / sensori applicabili	Solo pochissimi attori della logistica interna permettono l'acquisizione di dati sulle loro attività	Molti attori della logistica interna permettono l'acquisizione di dati sulle loro attività	Tutti gli attori della logistica interna permettono l'acquisizione di dati sulle loro attività
--	--	--	--	--

[STR COM] Come viene garantita la comunicabilità delle attività svolte dalla logistica interna:

La logistica interna non è in grado di comunicare le attività svolte e le informazioni correlate	La logistica interna non è in grado di comunicare le attività svolte e le informazioni correlate se non in cartaceo	La logistica interna è in grado di comunicare in digitale le attività svolte e le informazioni correlate mediante file non direttamente collegati al DB centralizzato	La logistica interna è in grado di comunicare in digitale ad un DB centralizzato a posteriori le attività svolte e le informazioni correlate	La logistica interna è in grado di riversare real-time in digitale ad un DB centralizzato tutti i dati utili sulle attività svolte
--	---	---	--	--

[INF PRO] Come vengono usati i dati provenienti dalla logistica interna:

I dati provenienti dalla logistica interna non vengono utilizzati / non vengono raccolti	I dati provenienti dalla logistica interna non vengono utilizzati in modo sistematico.	I dati provenienti dalla logistica interna vengono utilizzati per monitorare le prestazioni	I dati provenienti dalla logistica interna vengono utilizzati per monitorare le prestazioni e per effettuare previsioni (es. sul fabbisogno di mezzi)	I dati provenienti dalla logistica interna vengono utilizzati per monitorare le prestazioni, per effettuare previsioni (es. sul fabbisogno di mezzi) e per programmare le attività in automatico
--	--	---	---	--

[INTEGR - SC] Come la logistica interna gestisce le comunicazioni con gli altri reparti e con la supply chain:

Non ci sono comunicazioni con gli altri reparti o dipende dalla volontà degli operatori	C'è una procedura di scambio manuale dei dati che copre le relazioni fondamentali (produzione, programmazione produzione, magazzino..).	C'è un sistema digitalizzato di scambio dei dati tra i reparti interessati fuori dal sistema centralizzato	C'è un sistema digitalizzato di scambio dei dati tra i reparti interessati	C'è un sistema digitalizzato di scambio dei dati tra i reparti interessati e con i soggetti a monte e a valle
---	---	--	--	---

Qualità

[DIG CAP - BMC-AC] Come viene eseguito il controllo qualità:

L'organizzazione non prevede l'esecuzione di attività strutturate di misura	L'organizzazione esegue un controllo qualità con misurazione esclusivamente "manuale" anche dove l'automatizzazione sarebbe possibile	L'organizzazione esegue un controllo qualità con misurazione manuale-automatizzata senza un preciso criterio dietro la scelta di automatizzare	L'organizzazione esegue un controllo qualità con misurazione mista manuale-automatizzata con criteri non strutturati dietro la scelta di automatizzare	L'organizzazione esegue un controllo qualità con misurazione mista manuale-automatizzata seguendo una precisa strategia per la scelta di automatizzare la fase
---	---	--	--	--

[DIG CAP] Come vengono raccolti i dati provenienti dalla qualità

L'organizzazione non tiene traccia delle non conformità che si verificano	L'organizzazione tiene traccia delle non conformità in una minima percentuale delle fasi in modo cartaceo o digitale ma non nel DB centralizzato	L'organizzazione tiene traccia delle non conformità in molte fasi non nel DB centralizzato	L'organizzazione tiene traccia delle non conformità di molte fasi in automatico nel DB centralizzato	L'organizzazione tiene traccia delle non conformità in automatico nel DB centralizzato
---	--	--	--	--

[STR COM] Come vengono registrati i pezzi non conformi:

L'organizzazione non tiene traccia del controllo qualità effettuato	L'organizzazione tiene traccia del controllo qualità effettuato in una minima percentuale dei macchinari in modo cartaceo o digitale ma non nel DB centralizzato	L'organizzazione tiene traccia del controllo qualità effettuato in molte fasi in modo digitale ma non nel DB centralizzato	L'organizzazione tiene traccia nel DB centralizzato del controllo qualità effettuato in molte fasi	L'organizzazione tiene traccia nel DB centralizzato del controllo qualità effettuato su tutte le fasi
---	--	--	--	---

[INF PRO] Come vengono utilizzati i dati provenienti dalla qualità:

L'organizzazione non utilizza i dati provenienti dalla qualità	I dati provenienti dalla qualità non vengono utilizzati in modo sistematico	L'organizzazione utilizza i dati provenienti dalla qualità per analizzare le performance della produzione	L'organizzazione utilizza i dati provenienti dalla qualità anche per fare predizione (ad esempio sulla manutenzione dei macchinari)	L'organizzazione utilizza i dati provenienti dalla qualità anche per fare predizione e per variare i parametri del processo in automatico
--	---	---	---	---

[INTEGR - SC] Come la qualità comunica con gli altri reparti / la supply chain

Non ci sono comunicazioni con gli altri reparti o dipende dalla volontà degli operatori	C'è una procedura di scambio manuale dei dati che copre le relazioni fondamentali (es con ricerca e sviluppo per migliorare il prodotto).	C'è un sistema digitalizzato di scambio dei dati tra i reparti interessati	C'è un sistema digitalizzato di scambio dei dati tra i reparti e il resto dell'azienda	C'è un sistema digitalizzato di scambio dei dati tra qualità, il resto dell'azienda e i soggetti a monte e a valle
---	---	--	--	--

Logistica esterna**[DIG CAP - BMC-AC - SC]** Come viene eseguita la logistica esterna:

La logistica esterna avviene con mezzi impropri per il carico non ottimali e senza l'ausilio di ottimizzatori di carico e/o del percorso da effettuare	La logistica esterna avviene con mezzi impropri per il carico e l'ottimizzazione avviene manualmente	Nella logistica esterna vengono utilizzate le più moderne tecnologie per il carico e per l'ottimizzazione del carico	Nella logistica esterna vengono utilizzate le più moderne tecnologie per il carico e per l'ottimizzazione del carico, per lo scheduling delle consegne (ad esempio sw di simulazione)	Nella logistica esterna vengono utilizzate le più moderne tecnologie per il carico e per l'ottimizzazione del carico, per lo scheduling delle consegne (ad esempio sw di simulazione) e per la consegna stessa (es droni per l'ultimo miglio)
--	--	--	---	---

[DIG CAP] Come vengono raccolti i dati dalla logistica esterna

Gli attori della logistica esterna non raccolgono dati	Gli attori della logistica esterna non raccolgono dati ma è stata fatta una valutazione dei dati raccogliabili / sensori applicabili	Solo pochissimi attori della logistica esterna permettono l'acquisizione di dati sulle loro attività	Molti attori della logistica esterna permettono l'acquisizione di dati sulle loro attività	Tutti gli attori della logistica esterna permettono l'acquisizione di dati sulle loro attività
--	--	--	--	--

[STR COM] Come viene garantita la comunicabilità delle attività svolte dalla logistica esterna:

La logistica esterna non è in grado di comunicare le attività svolte e le informazioni correlate	La logistica esterna non è in grado di comunicare le attività svolte e le informazioni correlate se non in cartaceo	La logistica esterna è in grado di comunicare in digitale le attività svolte e le informazioni correlate mediante file non direttamente collegati al DB centralizzato	La logistica esterna è in grado di comunicare in digitale al DB centralizzato a posteriori le attività svolte e le informazioni correlate	La logistica esterna è in grado di riversare real-time in digitale al DB centralizzato tutti i dati utili sulle attività svolte
--	---	---	---	---

[INF PRO] Come vengono usati i dati provenienti dalla logistica esterna:

I dati provenienti dalla logistica esterna non vengono utilizzati / non vengono raccolti	I dati provenienti dalla logistica esterna non vengono utilizzati in modo sistematico.	I dati provenienti dalla logistica esterna vengono utilizzati per monitorare le prestazioni	I dati provenienti dalla logistica esterna vengono utilizzati per monitorare le prestazioni e per effettuare previsioni (es. sul fabbisogno di mezzi)	I dati provenienti dalla logistica esterna vengono utilizzati per monitorare le prestazioni, per effettuare previsioni (es. sul fabbisogno di mezzi) e per programmare le attività in automatico (es. ri-scheduling produzione, fatturazione automatica ecc.)
--	--	---	---	---

[INTEGR - SC] come la logistica esterna gestisce le comunicazioni con gli altri reparti e con la supply chain:

Non ci sono comunicazioni con gli altri reparti o dipende dalla volontà degli operatori	C'è una procedura di scambio manuale dei dati che copre le relazioni fondamentali (data spedizioni, produzione, magazzino..).	C'è un sistema digitalizzato di scambio dei dati tra i reparti interessati fuori dal sistema centralizzato	C'è un sistema digitalizzato di scambio dei dati tra i reparti interessati	C'è un sistema digitalizzato di scambio dei dati tra i reparti interessati e con i soggetti a monte e a valle
---	---	--	--	---

Programmazione dell'attività core (tra quelle presenti nell'audit):

[DIG CAP - BMC-AC] Come viene eseguita la programmazione dell'attività core:

La programmazione viene fatta manualmente su carta o tabellone	La programmazione viene fatta manualmente in cartaceo o digitale	La programmazione viene fatta in modo semi-automatico con l'ausilio di un SW	La programmazione dell'attività core viene effettuata tramite un moderno SW in modo automatico	La programmazione dell'attività core viene effettuata tramite un moderno SW in modo automatico e in grado di gestire gli eventi e ri-schedulare la produzione in real-time
--	--	--	--	--

[STR COM] Come viene tracciata la programmazione dell'attività core:

Non è presente un registro storico della programmazione	è presente un registro cartaceo della programmazione	è presente un registro digitale fuori dal sistema centralizzato	è presente un registro digitale nel DB centralizzato che si alimenta manualmente	è presente un registro digitale nel DB centralizzato che si alimenta direttamente dalla programmazione stessa
---	--	---	--	---

[INF PRO] Come vengono utilizzati i dati provenienti dalla programmazione dell'attività core

I dati provenienti dalla programmazione non vengono utilizzati / non vengono raccolti	I dati provenienti dalla programmazione non vengono utilizzati in modo sistematico.	I dati provenienti dalla programmazione vengono utilizzati per monitorare le prestazioni della programmazione stessa	I dati provenienti dalla programmazione vengono utilizzati per monitorare le prestazioni e per effettuare previsioni	I dati provenienti dalla programmazione vengono utilizzati per monitorare le prestazioni, per effettuare previsioni e per ottimizzare gli algoritmi per la programmazione stessa
---	---	--	--	--

[INTEGR - SC] Come la programmazione comunica con le altre aree / con la supply chain:

La programmazione non è integrata con le altre funzioni (magazzino, ufficio acquisti, la produzione ecc.)	La programmazione viene integrata con le altre funzioni in modo manuale (es. con utilizzo di file condivisi ma non automatizzabili)	La programmazione viene gestita in modo ibrido con piccole parti di integrazione (es. database non centralizzato con giacenze del magazzino usato automaticamente anche dalla programmazione)	La programmazione dell'attività core è integrata internamente all'azienda (magazzino, manutenzione, ecc.)	La programmazione dell'attività è integrata internamente all'azienda (magazzino, manutenzione, ecc.) ed esternamente (clienti e fornitori)
---	---	---	---	--

Acquisti

[DIG CAP - BMC-AC] Come lavora l'ufficio acquisti:

L'ufficio acquisti procede manualmente/in modo cartaceo ad effettuare l'ordine e nelle interazioni con gli altri reparti	L'ufficio acquisti procede manualmente/in modo cartaceo/digitale non condiviso ad effettuare l'ordine e nelle interazioni con gli altri reparti	L'ufficio acquisti utilizza tecnologie SW per supportare le proprie attività e procede in modo digitale non condiviso ad effettuare la maggior parte gli ordini e nelle interazioni con gli altri reparti	L'ufficio acquisti utilizza tecnologie SW per supportare le proprie attività e procede in modo digitale condiviso nel DB centralizzato ad effettuare la maggior parte degli ordini e nelle interazioni con gli altri reparti	L'ufficio acquisti utilizza tecnologie SW per supportare le proprie attività e procede in modo digitale condiviso nel DB centralizzato ad effettuare tutti gli ordini e nelle interazioni con gli altri reparti
--	---	---	--	---

[DIG CAP] Come vengono raccolti i dati dall'ufficio acquisti:

I dati non vengono raccolti	I dati vengono raccolti in cartaceo / digitale non condiviso	I dati più rilevanti vengono raccolti in digitale condiviso	I dati più rilevanti vengono raccolti in digitale nel DB centralizzato	Tutti i dati relativi alle operazioni eseguite dall'ufficio acquisti vengono raccolti via SW nel DB centralizzato
-----------------------------	--	---	--	---

[STR COM] Come avvengono le comunicazioni tra l'ufficio acquisti e le altre aree:

L'ufficio acquisti riceve in cartaceo o digitale non condiviso i materiali da acquistare	L'ufficio acquisti riceve in cartaceo o digitale non condiviso i materiali da acquistare e procede manualmente nelle interazioni con l'amministrazione. L'ufficio inserisce gli ordini fatti a sistema	L'ufficio acquisti riceve i materiali da acquistare in digitale condiviso ma fuori dal sistema	L'ufficio acquisti riceve le richieste dalla programmazione della produzione/altri reparti in modo digitale senza uscire dal sistema.	L'ufficio acquisti riceve le richieste dalla programmazione della produzione/altri reparti in modo digitale senza uscire dal sistema e le notifiche dell'ordine effettuato e confermato arrivano in automatico all'amministrazione per la fatturazione
--	--	--	---	--

[INF PRO] Come vengono utilizzati i dati provenienti dall'ufficio acquisti:

I dati provenienti dall'ufficio acquisti non vengono utilizzati / non vengono raccolti	I dati provenienti dall'ufficio acquisti non vengono utilizzati in modo sistematico.	I dati provenienti dall'ufficio acquisti vengono utilizzati per monitorare le prestazioni dell'ufficio stesso	I dati provenienti dall'ufficio acquisti vengono utilizzati per monitorare le prestazioni e per effettuare previsioni	I dati provenienti dall'ufficio acquisti vengono utilizzati per monitorare le prestazioni, per effettuare previsioni e per ottimizzare in automatico il lavoro dell'ufficio stesso
--	--	---	---	--

[INTEGR - SC] Come l'ufficio acquisti comunica con le altre aree / con la supply chain

Non ci sono comunicazioni con gli altri reparti o dipende dalla volontà degli operatori	C'è una procedura di scambio manuale dei dati che copre le relazioni fondamentali (produzione per codici da acquistare ecc.).	C'è un sistema digitalizzato di scambio dei dati tra i reparti interessati fuori dal sistema centralizzato	C'è un sistema digitalizzato di scambio dei dati tra i reparti interessati	C'è un sistema digitalizzato di scambio dei dati tra i reparti interessati e con i soggetti a monte e a valle
---	---	--	--	---

Vendite**[DIG CAP - BMC-AC]** Come lavora l'ufficio vendite:

L'ufficio vendite procede manualmente/in modo cartaceo ad effettuare le offerte e nelle interazioni con gli altri reparti	L'ufficio vendite procede manualmente/in modo cartaceo/digitale non condiviso ad effettuare le offerte e nelle interazioni con gli altri reparti	L'ufficio vendite utilizza tecnologie SW per supportare le proprie attività e procede in modo digitale non condiviso ad effettuare la maggior parte delle offerte e nelle interazioni con gli altri reparti	L'ufficio vendite utilizza tecnologie SW per supportare le proprie attività e procede in modo digitale condiviso nel DB centralizzato ad effettuare la maggior parte delle offerte e nelle interazioni con gli altri reparti	L'ufficio vendite utilizza tecnologie SW per supportare le proprie attività e procede in modo digitale condiviso nel DB centralizzato ad effettuare tutte le offerte e nelle interazioni con gli altri reparti
---	--	---	--	--

[DIG CAP] Come vengono raccolti i dati dall'ufficio vendite:

I dati non vengono raccolti	I dati vengono raccolti in cartaceo / digitale non condiviso	I dati più rilevanti vengono raccolti in digitale condiviso	I dati più rilevanti vengono raccolti in digitale nel DB centralizzato	Tutti i dati relativi alle operazioni eseguite dall'ufficio vendite vengono raccolti via SW nel DB centralizzato
-----------------------------	--	---	--	--

[STR COM] Come avvengono le comunicazioni tra l'ufficio vendite e le altre aree:

L'ufficio vendite riceve/invia in cartaceo o digitale non condiviso le informazioni (es prodotti venduti)	L'ufficio vendite riceve/invia in cartaceo o digitale non condiviso le informazioni e procede manualmente nelle interazioni con l'amministrazione. L'ufficio inserisce le vendite fatte a sistema	L'ufficio vendite riceve/invia le informazioni in digitale condiviso ma fuori dal sistema	L'ufficio vendite riceve/invia le informazioni in modo digitale senza uscire dal sistema.	L'ufficio vendite riceve/invia le informazioni dalla programmazione della produzione/altri reparti in modo digitale senza uscire dal sistema. Un sistema di notifiche avvisa gli altri reparti delle comunicazioni avvenute
---	---	---	---	---

[INF PRO] Come vengono utilizzati i dati provenienti dall'ufficio vendite:

I dati provenienti dall'ufficio vendite non vengono utilizzati / non vengono raccolti	I dati provenienti dall'ufficio vendite non vengono utilizzati in modo sistematico.	I dati provenienti dall'ufficio vendite vengono utilizzati per monitorare le prestazioni dell'ufficio stesso	I dati provenienti dall'ufficio vendite vengono utilizzati per monitorare le prestazioni e per effettuare previsioni	I dati provenienti dall'ufficio vendite vengono utilizzati per monitorare le prestazioni, per effettuare previsioni e per ottimizzare in automatico il lavoro dell'ufficio stesso
---	---	--	--	---

[INTEGR - SC] Come l'ufficio acquisti comunica con le altre aree / con la supply chain

Non ci sono comunicazioni con gli altri reparti o dipende dalla volontà degli operatori	C'è una procedura di scambio manuale dei dati che copre le relazioni fondamentali (produzione per codici da acquistare ecc..).	C'è un sistema digitalizzato di scambio dei dati tra i reparti interessati fuori dal sistema centralizzato	C'è un sistema digitalizzato di scambio dei dati tra i reparti interessati	C'è un sistema digitalizzato di scambio dei dati tra i reparti interessati e con i soggetti a monte e a valle
---	--	--	--	---

Marketing e comunicazione**[COL NET - BMC-AC]** Come vengono reperite le informazioni dal mercato:

L'organizzazione non è attenta alle esigenze del mercato e opera in regime technology push	L'organizzazione effettua piccole ricerche di mercato per validare i prodotti che sta già prototipando	L'organizzazione basa la progettazione dei suoi nuovi prodotti su report di terze parti	L'organizzazione reperisce informazioni dal mercato basandosi su report e rilevando le opinioni dei consumatori al momento dell'acquisto (es questionari in negozio)	L'organizzazione reperisce informazioni dal mercato in tempo reale con tecnologie che rilevano il reale comportamento delle persone senza influenzarle
--	--	---	--	--

[DIG CAP - BMC-AC] Come vengono raccolti i dati sulle attività svolte dall'area marketing / comunicazione:

I dati non vengono raccolti	I dati vengono raccolti in cartaceo / digitale non condiviso	I dati più rilevanti vengono raccolti in digitale condiviso	I dati più rilevanti vengono raccolti in digitale nel DB centralizzato	Tutti i dati relativi alle operazioni eseguite dall'area marketing / comunicazione vengono raccolti via SW nel DB centralizzato
-----------------------------	--	---	--	---

[INF PRO] Come vengono utilizzati i dati provenienti dall'area Marketing e Comunicazione:

I dati provenienti dall'area Marketing e Comunicazione non vengono utilizzati / non vengono raccolti	I dati provenienti dall'area Marketing e Comunicazione non vengono utilizzati in modo sistematico.	I dati provenienti dall'area Marketing e Comunicazione vengono utilizzati per monitorare le prestazioni dell'ufficio stesso	I dati provenienti dall'area Marketing e Comunicazione vengono utilizzati per monitorare le prestazioni e per effettuare previsioni sui potenziali clienti	I dati provenienti dall'area Marketing e Comunicazione vengono utilizzati per monitorare le prestazioni, per effettuare previsioni sui potenziali clienti e per ottimizzare il lavoro dell'ufficio stesso
--	--	---	--	---

[STR COM - BMC-RI - SC] Come vengono effettuate le comunicazioni con il mercato (B2C):

L'organizzazione non effettua alcuna comunicazione verso il mercato	L'organizzazione si serve di strumenti classici di comunicazione (tv, radio, giornali, no web)	L'organizzazione si serve delle più moderne tecnologie di comunicazione e non personalizza la comunicazione in base all'utente a cui si rivolge	L'organizzazione personalizza le comunicazioni in base al gruppo di cui utente che sta raggiungendo fa parte. L'azienda si serve delle più moderne tecnologie di comunicazione e pubblicizzazione	L'organizzazione personalizza le comunicazioni in base al singolo utente che sta raggiungendo. L'azienda si serve delle più moderne tecnologie di comunicazione e pubblicizzazione
---	--	---	---	--

[STR COM - BMC-RI - SC] Come vengono effettuate le comunicazioni con il mercato (B2B):

L'organizzazione si affida esclusivamente alla figura del commerciale e ai suoi contatti. L'azienda non ha consapevolezza e controllo sui contatti che il commerciale crea	L'organizzazione si affida esclusivamente alla figura del commerciale e ai suoi contatti. L'azienda cerca di registrare i contatti che il commerciale prende	L'organizzazione si affida al commerciale e ha una procedura strutturata fuori dal sistema aziendale e non condiviso secondo cui il commerciale deve tenere traccia dei propri contatti	L'organizzazione si affida al commerciale e ha una procedura strutturata fuori dal sistema aziendale ma condiviso con le altre aree (utili) secondo cui il commerciale deve tenere traccia dei propri contatti	L'organizzazione ha un sistema strutturato per la comunicazioni e ha un sistema CRM con cui il commerciale può tracciare le comunicazioni eseguite e i passi fatti con ogni particolare cliente
--	--	---	--	---

[INTEGR - SC] Come l'area marketing / comunicazione comunica con le altre aree / con la supply chain

Non ci sono comunicazioni con gli altri reparti o dipende dalla volontà degli operatori	C'è una procedura di scambio manuale dei dati che copre le relazioni fondamentali (ricerca e sviluppo, pianificazione della produzione ecc..).	C'è un sistema digitalizzato di scambio dei dati tra i reparti interessati fuori dal sistema centralizzato	C'è un sistema digitalizzato di scambio dei dati tra i reparti interessati	C'è un sistema digitalizzato di scambio dei dati tra i reparti interessati e con i soggetti a monte e a valle
---	--	--	--	---

Post-vendita**[DIG CAP - BMC-AC]** Come l'azienda effettua i servizi post vendita (se li effettua):

L'organizzazione non effettua servizi post-vendita nonostante i suoi prodotti lo richiedano (es i suoi competitor li fanno)	L'organizzazione effettua servizi post-vendita ma non facilita i clienti ad usufruirne	L'organizzazione effettua servizi post-vendita e fornisce ai clienti i riferimenti a cui rivolgersi per usufruirne	L'organizzazione ha implementato nei suoi prodotti dei sistemi che permettono di fornire servizi post-vendita di diagnostica	L'organizzazione ha implementato nei suoi prodotti dei sistemi che permettono di fornire servizi post-vendita di diagnostica e di manutenzione automatica (es.aggiornamento firmware)
---	--	--	--	---

[DIG CAP] Come vengono raccolti i dati provenienti dai servizi post vendita

I servizi post vendita non sono in grado di raccogliere dati	I servizi post vendita raccolgono pochi dati in digitale non nel BD centralizzato o sul prodotto o sul processo di post-vendita	I servizi post vendita raccolgono pochi dati in digitale nel BD centralizzato o sul prodotto o sul processo di post-vendita	I servizi post vendita raccolgono molti dati in digitale nel BD centralizzato o sul prodotto o sul processo di post-vendita	I servizi post vendita sono in grado di raccogliere dati in automatico sia sul prodotto, sia sul processo di post-vendita
--	---	---	---	---

[INF PRO] Come vengono utilizzati i dati provenienti dai servizi post vendita (se li effettua):

I dati provenienti dai servizi post vendita non vengono utilizzati / non vengono raccolti	I dati provenienti dai servizi post vendita non vengono utilizzati in modo sistematico.	I dati provenienti dai servizi post vendita vengono utilizzati per monitorare le prestazioni dell'ufficio stesso	I dati provenienti dai servizi post vendita vengono utilizzati per monitorare le prestazioni e per effettuare previsioni	I dati provenienti dai servizi post vendita vengono utilizzati per monitorare le prestazioni, per effettuare previsioni, e per migliorare il lavoro dell'ufficio stesso
---	---	--	--	---

[STR COM] Come i servizi post vendita (se li effettua) comunicano con le altre aree aziendali:

I servizi post vendita non comunicano i loro dati/risultati alle altre aree aziendali	I servizi post vendita comunicano i loro dati/risultati in modo non strutturato con alcune aree aziendali (ad esempio per vicinanza fisica del personale o degli uffici)	I servizi post vendita comunicano i loro dati/risultati alle principali aree interessate (ad esempio R&S, marketing, direzione...) in cartaceo e in modo discontinuo	I servizi post vendita hanno procedure per la comunicazione dei propri dati/risultati alle altre aree aziendali e alla direzione e lo fanno in digitale con documenti condivisi	I dati provenienti dai servizi post-vendita sono automaticamente disponibili e vengono utilizzati dalle altre funzioni per calibrare le loro attività (es progettazione che tiene conto dei feedback dal mercato)
---	--	--	---	---

[INTEGR - SC] Come i servizi post vendita comunicano con le altre aree / con la supply chain

Non ci sono comunicazioni con gli altri reparti o dipende dalla volontà degli operatori	C'è una procedura di scambio manuale dei dati che copre le relazioni fondamentali (produzione per codici da acquistare ecc..).	C'è un sistema digitalizzato di scambio dei dati tra i reparti interessati fuori dal sistema centralizzato	C'è un sistema digitalizzato di scambio dei dati tra i reparti interessati	C'è un sistema digitalizzato di scambio dei dati tra i reparti interessati e con i soggetti a monte e a valle
---	--	--	--	---

Ricerca e Sviluppo**[DIG CAP - BMC-AC]** Come l'azienda esegue le attività di Ricerca e Sviluppo:

L'organizzazione esegue subito veri e propri prototipi molto simili al prodotto reale	L'organizzazione esegue prototipi in varie fasi del processo di R&S per validare ogni passaggio	L'organizzazione recepisce le tecnologie che sono note sul mercato e conosce tecniche di prototipazione rapida	L'organizzazione recepisce le tecnologie che sono note sul mercato e conosce tecniche di prototipazione rapida	L'organizzazione è sempre aggiornata sulle nuove tecnologie di prototipazione rapida e prototipazione rapida per anticipare i feedback del mercato. è aperta a collaborazioni con le università o enti di ricerca.
---	---	--	--	--

[DIG CAP] Come vengono raccolti i dati provenienti dalla Ricerca e Sviluppo

Nessuna fase nella Ricerca e Sviluppo è in grado di raccogliere dati	Nessuna fase nella Ricerca e Sviluppo è in grado di raccogliere dati ma è stata fatta una valutazione dei dati raccogliibili / sensori applicabili	Solo pochissime fasi della Ricerca e sviluppo permettono l'acquisizione di dati sul processo stesso	Molte fasi della ricerca e sviluppo permettono l'acquisizione di dati sul processo stesso	Tutti gli attori della logistica interna permettono l'acquisizione di dati sulle loro attività
--	--	---	---	--

[STR COM] Come viene garantita la comunicabilità delle attività svolte dalla Ricerca e Sviluppo:

La Ricerca e Sviluppo non è in grado di comunicare le attività svolte e le informazioni correlate	La Ricerca e Sviluppo non è in grado di comunicare le attività svolte e le informazioni correlate se non in cartaceo	La Ricerca e Sviluppo è in grado di comunicare in digitale le attività svolte e le informazioni correlate mediante file non direttamente collegati al DB centralizzato	La Ricerca e Sviluppo è in grado di comunicare in digitale ad un DB centralizzato a posteriori le attività svolte e le informazioni correlate	La Ricerca e Sviluppo è in grado di riversare real-time in digitale ad un DB centralizzato tutti i dati utili sulle attività svolte
---	--	--	---	---

[INF PRO] Come vengono utilizzati i dati provenienti dalla Ricerca e Sviluppo

I dati provenienti dalla Ricerca e Sviluppo non vengono utilizzati / non vengono raccolti	I dati provenienti dalla Ricerca e Sviluppo non vengono utilizzati in modo sistematico.	I dati provenienti dalla Ricerca e Sviluppo vengono utilizzati per monitorare le prestazioni dell'ufficio stesso	I dati provenienti dalla Ricerca e Sviluppo vengono utilizzati per monitorare le prestazioni e per effettuare previsioni	I dati provenienti dalla Ricerca e Sviluppo vengono utilizzati per monitorare le prestazioni, per effettuare previsioni e per ottimizzare in automatico il lavoro dell'ufficio stesso
---	---	--	--	---

[INTEGR - SC] Come l'attività di R&S è integrata con le altre funzioni aziendali / con la supply chain:

La ricerca e sviluppo non comunica con le altre aree aziendali per prendere decisioni sul proprio lavoro per comunicare i risultati del proprio lavoro (es. lavora sulla base delle convinzioni dell'imprenditore)	La ricerca e sviluppo comunica con le altre aree in modo non strutturato (ad esempio per vicinanza fisica del personale o degli uffici)	La ricerca e sviluppo comunica con le principali altre aree interessate (direzione, produzione, marketing...) in cartaceo e in modo discontinuo	La ricerca e sviluppo ha delle procedure per le comunicazioni con le altre aree aziendali e la direzione e comunica in digitale con documenti condivisi	Le attività di R&S sono fortemente in contatto con le altre funzioni e basano sui feedback che gli arrivano il proprio lavoro. Viceversa comunicano i loro risultati alle funzioni interessate. Il tutto in digitale nel sistema informativo
--	---	---	---	--

External supply chain

[INTEGR - BMC-Pr - SC] Come si configurano i rapporti con l'external supply chain

Le aree aziendali comunicano singolarmente con gli attori della external supply chain. Manca la definizione di obiettivi e le relazioni con l'esterno si riducono a semplici transazioni	Le aree aziendali sono coordinate nei rapporti con l'esterno in modo da perseguire efficienza, efficacia e qualità tra le aree funzionali.	L'azienda nei rapporti con l'esterno non agisce in termini di funzioni aziendali ma piuttosto si concentra sui processi	L'azienda ha accordi con alcuni partner dell'external supply chain ma manca l'integrazione delle reti interne o dei dati utili in esse contenute	L'azienda ha integrato la propria rete interna con le reti interne di partner selezionati per migliorare l'efficienza e/o la qualità dei prodotti/servizi
--	--	---	--	---

[DIG CAP] Come vengono reperiti i dati dai fornitori:

L'organizzazione non ha modo di reperire dati dai fornitori	L'ufficio acquisti reperisce "manualmente" i dati relativi ai fornitori e li registra in cartaceo	L'ufficio acquisti reperisce "manualmente" i dati relativi ai fornitori e li registra in digitale	L'ufficio acquisti ha un metodo automatizzato per registrare i dati standard relativi ai fornitori (tempi di consegna, qualità ecc)	Alcuni fornitori sono integrati con l'organizzazione ed è presente una condivisione dei dati
---	---	---	---	--

[INF PRO] Come vengono utilizzati i dati reperiti dai fornitori:

I dati provenienti dai fornitori non vengono utilizzati / non vengono raccolti	I dati provenienti dai fornitori non vengono utilizzati in modo sistematico.	I dati provenienti dai fornitori vengono utilizzati per monitorare le prestazioni della relazione con il fornitore stesso	I dati provenienti dai fornitori vengono utilizzati per monitorare le prestazioni e per effettuare previsioni	I dati provenienti dai fornitori vengono utilizzati per monitorare le prestazioni, per effettuare previsioni e per ottimizzare in automatico le attività (es arrivo merci in magazzino)
--	--	---	---	---

[DYN COL - SC] Come vengono gestite le relazioni con i fornitori chiave:

L'organizzazione non ha accordi specifici di lungo periodo con i fornitori di materiale chiave (se è ragionevole che ci siano) e deve attivare ogni volta la procedura d'ordine per molti materiali di uso frequente	L'organizzazione ha accordi di medio-lungo periodo sul prezzo dei materiali chiave ma deve ogni volta attivare la procedura d'ordine manualmente per tempi e quantità da ordinare	L'organizzazione è integrata con i propri fornitori chiave e ha un sistema informatizzato per procedere all'ordine (da attivare in modo manuale)	L'organizzazione è integrata con i propri fornitori chiave e ha un sistema informatizzato per procedere all'ordine (da attivare in modo manuale) ed è integrato con il sistema aziendale	L'organizzazione è integrata con i propri fornitori chiave e ha procedure di riordino automatico sulla base della pianificazione della produzione
--	---	--	--	---

[DIG CAP - BMC-RI - SC] Come vengono reperiti i dati dai clienti:

L'organizzazione non ha modo di reperire dati dai clienti	L'ufficio acquisti reperisce "manualmente" i dati relativi ai clienti e li registra in cartaceo	L'ufficio acquisti reperisce "manualmente" i dati relativi ai clienti e li registra in digitale	L'ufficio acquisti ha un metodo automatizzato per registrare i dati standard relativi ai clienti (tempi di pagamento, qualità richiesta ecc)	Alcuni clienti sono integrati con l'organizzazione ed è presente una condivisione dei dati
---	---	---	--	--

[INF PRO] Come vengono utilizzati i dati reperiti dai clienti:

I dati provenienti dai clienti non vengono utilizzati / non vengono raccolti	I dati provenienti dai clienti non vengono utilizzati in modo sistematico.	I dati provenienti dai clienti vengono utilizzati per monitorare le prestazioni della relazione con il cliente stesso	I dati provenienti dai clienti vengono utilizzati per monitorare le prestazioni e per effettuare previsioni	I dati provenienti dai clienti vengono utilizzati per monitorare le prestazioni, per effettuare previsioni e per ottimizzare in automatico le attività (es programmazione produzione, programmazione spedizioni ecc.)
--	--	---	---	---

[STR COM] Come viene garantita la comunicabilità con clienti / fornitori:

L'organizzazione ha difficoltà con il comunicare con clienti e fornitori	L'organizzazione comunica con clienti / fornitori in cartaceo / contatti telefonici	L'organizzazione comunica con clienti / fornitori in digitale non collegato al gestionale	L'organizzazione comunica con pochi i clienti / fornitori importanti con una piattaforma apposita collegata al gestionale	L'organizzazione comunica con tutti i clienti / fornitori importanti con una piattaforma apposita collegata al gestionale
--	---	---	---	---

[DYN COL - BMC-RI - SC] Come vengono gestite le relazioni con i clienti chiave:

L'organizzazione non cerca di stabilire accordi di lungo periodo con clienti	L'organizzazione ha accordi di medio-lungo periodo sul prezzo dei prodotti con i clienti più importanti ma deve attivare la procedura d'ordine manualmente per tempi e quantità da produrre	L'organizzazione è integrata con i propri clienti più importanti e ha un sistema informatizzato da utilizzare manualmente per procedere con la ricezione dell'ordine	L'organizzazione è integrata con i propri clienti più importanti e ha un sistema informatizzato che regola le comunicazioni (ordini, notifiche di pagamento, fatturazioni ecc.) ed è integrato con il sistema aziendale	L'organizzazione è integrata con i propri clienti e riceve riordini e attiva le relative fasi di fatturazione in automatico sulla base della loro pianificazione della produzione
--	---	--	---	---

GLOSSARIO

Il presente glossario è stato generato automaticamente mediante il Technimetro® 4.0, applicazione informatica basata su un database multilivello di tecnologie e termini specializzato su Industria 4.0.

3G

Il termine 3G (sigla di 3rd Generation), nel campo della telefonia cellulare, indica le tecnologie e gli standard di terza generazione. I servizi abilitati dalle tecnologie di terza generazione consentono il trasferimento sia di dati "voce" (telefonate digitali) sia di dati "non-voce", ad esempio download da internet, invio e ricezione di email e instant messaging.

4G

Nell'ambito della telefonia mobile con il termine 4G (acronimo di 4th (fourth) Generation) si indicano relativamente a tale campo, le tecnologie e gli standard di quarta generazione successivi a quelli di terza generazione, che permettono quindi applicazioni multimediali avanzate e collegamenti dati con elevata banda passante.

5G

Nell'ambito della telefonia mobile, con il termine 5G (acronimo di 5th (Fifth) Generation) si indicano le tecnologie e gli standard di quinta generazione successivi a quelli di quarta generazione, che permettono quindi prestazioni e velocità superiori a quelli dell'attuale tecnologia 4G/IMT-Advanced.

5S

Metodologia per l'ordine e la pulizia delle postazioni di lavoro sulla base dei seguenti principi: Eliminazione di qualsiasi elemento inutile nella postazione di lavoro; Collocazione efficiente degli strumenti, le attrezzature, i materiali nella postazione di lavoro; Controllo dell'ordine e della

pulizia; Mantenimento e miglioramento della pulizia; Autoimposizione di rigore e disciplina

Additive manufacturing

Per *additive manufacturing* o *3D printing*, stampa 3D, si intende la realizzazione di oggetti tridimensionali mediante produzione additiva, partendo da un modello 3D digitale. Il modello digitale viene prodotto con software dedicati e successivamente elaborato per essere poi realizzato, strato dopo strato, attraverso una stampante 3D.

ADSL

Il termine ADSL (sigla dell'inglese Asymmetric Digital Subscriber Line), nel campo delle telecomunicazioni, indica una classe di tecnologie di trasmissione a livello fisico, appartenenti a loro volta alla famiglia xDSL, utilizzate per l'accesso digitale a Internet ad alta velocità di trasmissione su doppino telefonico, cioè nell'ultimo miglio della rete telefonica (o rete di accesso), mirate al mercato residenziale e alle piccole-medie aziende previa la stipulazione di un contratto di fornitura con un provider del servizio.

Affidabilità

In teoria dei sistemi e probabilità, definendo come qualità di un assieme o di un sistema comunque complesso la sua rispondenza ai criteri di specifica tecnica di funzionamento, si definisce affidabilità la capacità di rispettare le specifiche tecniche di funzionamento nel tempo.

In sintesi, l'affidabilità di un assieme (un apparato elettronico, una macchina, etc.), di un sistema comunque complesso o di un semplice componente (ad esempio una resistenza elettrica) è la misura della probabilità che l'assieme (od il componente) considerato non si guasti (ovvero non presenti deviazioni dal comportamento descritto nella specifica) in un determinato lasso di tempo.

L'affidabilità è composta da *availability* e *reliability*. La prima misura la probabilità che il sistema sia accessibile ed è composta dal tempo di off (tempo in cui il sistema non è in grado di funzionare) e la frequenza con cui si verifica l'evento negativo; la seconda misura la probabilità che il sistema produca risposte corrette.

Agent Based

Un modello basato su agenti *agent based model* (ABM) è uno di una classe di modelli computazionali per simulare le azioni e interazioni di agenti autonomi (entrambe le entità individuali o collettivi quali organizzazioni o gruppi) al fine di valutare i loro effetti sul sistema nel suo complesso. Esso combina elementi di teoria dei giochi, sistemi complessi, sociologia computazionale, sistemi multi-agente, programmazione evolutiva ed i metodi Monte Carlo sono utilizzati per introdurre casualità.

Analytics

Analytics è la scoperta, l'interpretazione e la comunicazione dei modelli significativi di dati. Particolarmente prezioso nelle zone ricche di informazioni registrate, l'analisi si basa sulla contemporanea applicazione di statistiche, programmazione di computer e ricerca operativa per quantificare le prestazioni. *Analytics* spesso favorisce la visualizzazione dei dati per comunicare un'intuizione.

Apprendimento automatico

L'apprendimento automatico (anche chiamato *machine learning* dall'inglese), rappresenta un insieme di metodi sviluppati negli ultimi decenni in varie comunità scientifiche con diversi nomi come: statistica computazionale, riconoscimento di pattern, reti neurali artificiali, filtraggio adattivo, teoria dei sistemi dinamici, elaborazione delle immagini, data mining, algoritmi adattivi, ecc; che fornisce ai computer l'abilità di apprendere senza essere stati esplicitamente programmati\".

Arduino

Arduino è una piattaforma hardware composta da una serie di schede elettroniche con un microcontrollore. È stata sviluppata da alcuni membri dell'Interaction Design Institute di Ivrea ed ideata come strumento per la prototipazione rapida e per scopi hobbistici, didattici e professionali.

Con Arduino si possono realizzare in maniera relativamente rapida e semplice piccoli dispositivi come controllori di luci, di velocità per motori, sensori di luce, temperatura e umidità e molti altri progetti che utilizzano sensori, attuatori e comunicazione con altri dispositivi. È fornito di un semplice ambiente di sviluppo integrato per la programmazione. Tutto il software a corredo è libero, e gli schemi circuitali sono distribuiti come hardware libero.

Attuatore

Un attuatore è un meccanismo attraverso cui un agente agisce su un ambiente, inoltre l'agente può essere o un agente intelligente artificiale o un qualsiasi altro essere autonomo (umano, animale). In senso lato, un attuatore è talvolta definito come un qualsiasi dispositivo che converte dell'energia da una forma ad un'altra, in modo che questa agisca nell'ambiente fisico al posto dell'uomo. Anche un

meccanismo che mette qualcosa in azione automaticamente è detto attuatore.

Auto-unloading

L'*auto-unloading* è un sistema robotizzato in grado di riconoscere le merci, grazie alla visione artificiale o a tecnologie simili, e di comunicare con il sistema gestionale dell'azienda così da inserire a sistema in modo veloce ed automatizzato le merci in ingresso.

Il sistema equivale all'automatizzazione delle attività di *unloading*, ossia nella necessità di svuotare i container contenenti le materie prime, i semilavorati o i prodotti finiti che l'azienda riceve dai propri fornitori. Infatti solitamente questo tipo di attività vengono svolte manualmente con un gran consumo di tempo e risorse e con grandi rischi legati alla sicurezza degli operatori, oltre che alla possibilità di furti o di danneggiamenti delle merci.

Autovalutazione

Il termine automazione identifica la tecnologia che usa sistemi di controllo (come circuiti logici o elaboratori) per gestire macchine e processi, riducendo la necessità dell'intervento umano. Si realizza per l'esecuzione di operazioni ripetitive o complesse, ma anche ove si richieda sicurezza o certezza dell'azione o semplicemente per maggiore comodità.

AGV

AGV è l'acronimo per *Automatic Guided Vehicle* (dall'inglese: Veicolo a guida automatica) e identifica dei veicoli, utilizzati principalmente in campo industriale per la movimentazione di prodotti all'interno di uno stabilimento. Esistono comunque anche veicoli atti a lavorare all'esterno, anche se molto meno utilizzati.

Barcode

Il codice a barre è un codice di identificazione costituito da un insieme di elementi grafici a contrasto elevato destinati alla lettura per mezzo di un sensore a scansione e decodificati per restituire l'informazione in essi contenuta.

Big Data

Big Data è il termine usato per descrivere una raccolta di dati così estesa in termini di volume, velocità e varietà da richiedere tecnologie e metodi analitici specifici per l'estrazione di valore.

Il progressivo aumento della dimensione dei dataset è legato alla necessità di analisi su un unico insieme di dati, con l'obiettivo di estrarre informazioni aggiuntive rispetto a quelle che si potrebbero ottenere analizzando piccole serie, con la stessa quantità totale di dati. Ad esempio, l'analisi per sondare gli "umori" dei mercati e del commercio, e quindi del trend complessivo della società e del fiume di informazioni che viaggiano e transitano attraverso Internet.

Big Data rappresenta anche l'interrelazione di dati provenienti potenzialmente da fonti eterogenee, quindi non soltanto i dati strutturati, come i database, ma anche non strutturati, come immagini, email, dati GPS, informazioni prese dai social network.

Con i *Big Data* la mole dei dati è dell'ordine degli Zettabyte, ovvero miliardi di Terabyte. Quindi si richiede una potenza di calcolo parallelo e massivo con strumenti dedicati eseguiti su decine, centinaia o anche migliaia di server.

Blockchain

Una *blockchain* (in italiano letteralmente: catena di blocchi) è una base di dati distribuita, introdotta dalla valuta Bitcoin che mantiene in modo continuo una lista crescente di record, i quali fanno riferimento a record precedenti presenti nella lista

stessa ed è resistente a manomissioni. La prima e più conosciuta applicazione della tecnologia *blockchain* è la visione pubblica delle transazioni per i *bitcoin*, che è stata ispirazione per altre criptovalute e progetti di database distribuiti.

Broadcasting

In telecomunicazioni per broadcasting (corrispondenti alle espressioni italiane: radioaudizione circolare oppure radiodiffusione circolare) si intende la trasmissione di informazioni da un sistema trasmittente ad un insieme di sistemi riceventi non definito a priori.

Bluetooth

Nelle telecomunicazioni *Bluetooth* è uno standard tecnico-industriale di trasmissione dati per reti personali senza fili (WPAN: *Wireless Personal Area Network*). Fornisce un metodo standard, economico e sicuro per scambiare informazioni tra dispositivi diversi attraverso una frequenza radio sicura a corto raggio.

Bluetooth (spesso abbreviato in BT) cerca i dispositivi coperti dal segnale radio entro un raggio di qualche decina di metri mettendoli in comunicazione tra loro. Questi dispositivi possono essere ad esempio palmari, telefoni cellulari, personal computer, portatili, stampanti, fotocamere digitali, smartwatch, console per videogiochi purché provvisti delle specifiche hardware e software richieste dallo standard stesso.

Business Intelligence

Con la locuzione business intelligence (BI) ci si può solitamente riferire a: un insieme di processi aziendali per raccogliere dati ed analizzare informazioni strategiche; la tecnologia utilizzata per realizzare questi processi; le informazioni ottenute come risultato di questi processi.

Business Model Canvas

Il Business Model Canvas è uno strumento strategico di Business Design che utilizza una tabella a nove stanze, ognuna delle quali contiene un elemento di business, per creare e sviluppare modelli di business innovativi e ad alto valore.

Capacità

In informatica e teoria dell'informazione, la capacità di canale è "il più piccolo limite superiore" alla quantità di informazione che può essere trasmessa in maniera affidabile su un canale. Secondo il teorema della codifica di canale la capacità di canale di un certo canale è il massimo tasso di trasferimento di dati che può fornire il canale per un dato livello di rapporto segnale/rumore, con un tasso di errore piccolo a piacere.

ChatBot

I chat bot, o chatBot, sono dei programmi che simulano una conversazione tra robot e essere umano. Questi programmi funzionano o come utenti stessi delle chat o come persone che rispondono alle FAQ (*frequently asked question*) delle persone che accedono al sito. Il loro sviluppo è ad uno stadio bassissimo. La loro capacità di colloquiare in modo lineare e congruo è limitata. Tuttavia il loro impiego risulta già da ora più che utile.

Una volta sviluppato uno schema un robot può eseguirlo e mostrarci il suo funzionamento. Infatti essi esprimono il massimo della riproducibilità del linguaggio. Fondamentalmente sono dotati di svariati contenitori etichettati (etichettabili) nei quali memorizzare i dati. Un maggior numero di stimoli produce una maggior quantità di risposte. Qual è il limite? Non sono in grado di seguire uno sviluppo semantico complesso.

Cloud

In informatica con il termine inglese *cloud computing* (in italiano nuvola informatica) si indica un paradigma di erogazione di risorse informatiche, come l'archiviazione, l'elaborazione o la trasmissione di dati, caratterizzato dalla disponibilità on demand attraverso Internet a partire da un insieme di risorse preesistenti e configurabili.

Le risorse non vengono pienamente configurate e messe in opera dal fornitore apposta per l'utente, ma gli sono assegnate, rapidamente e convenientemente, grazie a procedure automatizzate, a partire da un insieme di risorse condivise con altri utenti lasciando all'utente parte dell'onere della configurazione. Quando l'utente rilascia la risorsa, essa viene similmente riconfigurata nello stato iniziale e rimessa a disposizione nel *pool* condiviso delle risorse, con altrettanta velocità ed economia per il fornitore.

Codice a barre

Il codice a barre è un codice di identificazione costituito da un insieme di elementi grafici a contrasto elevato destinati alla lettura per mezzo di un sensore a scansione e decodificati per restituire l'informazione in essi contenuta.

COBOT

Un COBOT o Co-Robot (da robot collaborativo) è un robot destinato a interagire fisicamente con gli esseri umani in spazi di lavoro comuni. Questo è in contrasto con altri robot, progettati per funzionare in modo autonomo o con la guida limitata, in quanto la maggior parte dei robot industriali sono stati sviluppati prima del decennio 2010.

Computational Intelligence

L'espressione intelligenza computazionale, *Computational Intelligence* (CI), di solito si riferisce alla capacità di un computer di imparare un compito specifico da dati o osservazione sperimentale. Anche se è comunemente considerato un sinonimo di *soft computing*, c'è ancora una definizione comunemente accettata di intelligenza computazionale.

In generale, l'intelligenza computazionale è un insieme di metodologie computazionali e approcci ispirati alla natura per affrontare problemi complessi del mondo reale a cui i modelli matematici o modelli tradizionali possono essere inutili per un paio di motivi: i processi potrebbero essere troppo complessi per un ragionamento matematico, potrebbe contenere alcune incertezze durante il processo, o il processo potrebbe essere semplicemente stocastico in natura.

Computer Integrated Manufacturing

La produzione integrata di fabbrica o CIM (*Computer Integrated Manufacturing*) è l'integrazione automatizzata tra i vari settori di un sistema di produzione (progettazione, ingegnerizzazione, produzione, controllo della qualità, pianificazione della produzione e marketing) al fine di minimizzare i tempi di sviluppo di un prodotto, ottimizzare la gestione delle risorse ed eventualmente essere flessibili per coprire quanto più possibile il mercato.

Controllo numerico

Il termine controllo numerico si riferisce a un sistema elettronico dotato di logica programmabile che, applicato a macchine utensili, le rende capaci di compiere un ciclo di lavoro autonomamente, senza l'intervento di un operatore umano.

Si dicono perciò "macchine a controllo numerico", o macchine "CNC", quelle macchine utensili il cui movimento durante la lavorazione è diretto da un

dispositivo elettronico integrato nella macchina che ne comanda gli spostamenti e le funzioni secondo un ben definito programma di lavoro.

Le macchine CNC non sono robot: i robot sono in grado di adattarsi a variazioni dell'ambiente in cui stanno operando (oggetti non nella posizione prevista, intrusioni di altre macchine o di operai umani) e portare a termine ugualmente il compito a cui sono preposti; una macchina CNC invece si limita ad eseguire il programma impostato a prescindere da cosa accade intorno ad essa ed è responsabilità dell'operatore preparare i pezzi da lavorare ed intervenire in caso di imprevisti. In altre parole, le macchine CNC sono controllate da un computer dove un operatore imposta il programma.

CONWIP

Utilizzo di un unico set di cartellini per livellare la produzione totale dell'intera linea autorizzando l'ingresso dei materiali nel sistema produttivo e la loro movimentazione fino a valle del processo, ovvero fino all'uscita del prodotto finito.

CRM

Insieme di procedure organizzative, strumenti, archivi, dati e modelli comportamentali creato in un'azienda per gestire le relazioni con la clientela allo scopo di migliorare il rapporto tra il cliente e l'organizzazione.

Cyber Security (Sicurezza informatica)

Con il termine sicurezza informatica si intende quel ramo dell'informatica che si occupa delle analisi delle minacce, delle vulnerabilità e del rischio associato agli asset informatici, al fine di proteggerli da possibili attacchi (interni o esterni) che potrebbero provocare danni diretti o indiretti di impatto superiore ad una determinata soglia di tollerabilità (es. economico, reputazionale, politico-sociale, ecc...).

Il termine è spesso sostituito con il neologismo cyber security, che rappresenta una sottoclasse del più ampio concetto di information security. Per cyber security si intende infatti quell'ambito dell'information security prettamente ed esclusivamente dipendente dalla tecnologia informatica. Nell'utilizzare il termine cyber security si vuole intendere, in particolare, un approccio mirato ad enfatizzare non tanto le misure di prevenzione (ovvero quelle misure che agiscono riducendo la probabilità di accadimento di una minaccia) ma soprattutto le misure di protezione (ovvero quelle misure che agiscono riducendo la gravità del danno realizzato da una minaccia). In altri termini l'approccio odierno alla cyber security si focalizza sul "cosa e come" fare dopo il realizzarsi di un incidente di sicurezza.

Data Mining

Il data mining è l'insieme di tecniche e metodologie che hanno per oggetto l'estrazione di un sapere o di una conoscenza a partire da grandi quantità di dati (attraverso metodi automatici o semi-automatici) e l'utilizzo scientifico, industriale o operativo di questo sapere.

Dati sensibili

I dati sensibili, nel diritto italiano, sono dati personali la cui raccolta e trattamento sono soggetti sia al consenso dell'interessato sia all'autorizzazione preventiva del Garante per la protezione dei dati personali.

Discrete events

Una simulazione a eventi discreti, *Discrete Event Simulation* (DES), modella il funzionamento di un sistema come una sequenza discreta di eventi nel tempo. Ogni evento si verifica in un particolare istante di tempo e segna un cambiamento di stato del sistema. Tra eventi consecutivi, si presume che si verifichi nessun cambiamento nel sistema; quindi la

simulazione può saltare direttamente nel tempo da un evento successivo.

Questo contrasta con la simulazione continua in cui la simulazione registra continuamente la dinamica del sistema nel tempo. Invece di essere *Event Based*, è chiamata una simulazione *Activity Based*; il tempo è suddiviso in piccoli intervalli e lo stato del sistema viene aggiornato in base alla serie di attività che accadono. Questo perché la simulazione *Discrete Event* non ha la possibilità di simulare ogni intervallo di tempo, che invece è tipico di una simulazione continua.

Drone

Un aeromobile a pilotaggio remoto o APR, comunemente noto come drone, è un velivolo caratterizzato dall'assenza del pilota umano a bordo. Il suo volo è controllato dal computer a bordo del velivolo, sotto il controllo remoto di un navigatore o pilota, sul terreno o in un altro veicolo.

L'inclusione del termine aeromobile sottolinea che, indipendentemente dalla posizione del pilota e/o dell'equipaggio di volo, le operazioni devono rispettare le stesse regole e le procedure degli aerei con pilota ed equipaggio di volo a bordo.

Elaborazione dei dati

L'elaborazione dati (in inglese data processing) è un qualsiasi procedimento informatico che comporta la conversione dei dati in informazioni, dove con dato si intende una raccolta di numeri o lettere che descrivono misure ottenute da un sistema reale l'informazione è una risposta, dotata di significato, ad una determinata domanda.

Fibra ottica

Le fibre ottiche sono filamenti di materiali vetrosi o polimerici, realizzati in modo da poter condurre al loro interno la luce (propagazione guidata), e che

trovano importanti applicazioni in telecomunicazioni, diagnostica medica e illuminotecnica.

Firewall

In informatica, nell'ambito delle reti di computer, un *firewall* (termine inglese dal significato originario di parete refrattaria, muro tagliafuoco, muro ignifugo; in italiano anche parafuoco o parafiamma) è un componente di difesa perimetrale di una rete informatica, originariamente passivo, che può anche svolgere funzioni di collegamento tra due o più tronconi di rete, garantendo dunque una protezione in termini di sicurezza informatica della rete stessa.

Di norma, la rete viene divisa in due sottoreti: una, detta esterna, comprende interamente Internet mentre l'altra interna, detta LAN (*Local Area Network*), comprende una sezione più o meno grande di un insieme di computer *host* locali. In alcuni casi è possibile che nasca l'esigenza di creare una terza sottorete detta DMZ (o zona demilitarizzata) adatta a contenere quei sistemi che devono essere isolati dalla rete interna, ma che devono comunque essere protetti dal *firewall* ed essere raggiungibili dall'esterno (server pubblici).

Firmware

Il firmware è un programma, ovvero una sequenza di istruzioni, integrato direttamente in un componente elettronico nel senso più vasto del termine (integrati, schede elettroniche, periferiche). Il termine è un prestito linguistico dalla lingua inglese derivante dall'unione di *\firm* (stabile) e *\software* (componente logica), sicché in italiano equivale a componente logica permanente.

Flexible Manufacturing System

Un *Flexible Manufacturing System*, sistema di produzione flessibile (FMS), è un sistema di

produzione dotato della capacità di realizzare per via automatica prodotti differenti.

Fog Computing

Fog computing o *Fog networking*, noto anche come *fogging*, è un'architettura che utilizza uno o più moltitudini collaborative di *end-user client* (utenti finali clienti) o di *near-user edge* (utenti vicino al bordo) per effettuare una notevole quantità di stoccaggio (piuttosto che immagazzinato principalmente nei *cloud* centrali), comunicazione (piuttosto che su una dorsale di Internet), il controllo, la configurazione, la misurazione e la gestione (e non controllata principalmente dai *gateway* di rete, come quelli della rete principale).

Forecast

Forecast è il processo di previsione del futuro sulla base di dati passati e presenti e più comunemente per l'analisi delle tendenze. *Prediction* è un termine simile, ma più generale. Entrambi potrebbero fare riferimento a metodi statistici convenzionali che impiegano serie storiche, trasversali o longitudinali di dati, o in alternativa ai metodi di giudizio meno formali.

Foresight

Foresight è una metodologia per la costruzione di scenari futuri riguardanti tecnologie, ecosistemi industriali mediante dati quantitativi (brevetti, pubblicazioni scientifiche ecc.) e/o qualitativi.

Gateway

Un *gateway* (dall'inglese, portone, passaggio) è un dispositivo di rete che opera al livello di rete e superiori del modello ISO/OSI. Il suo scopo principale è quello di veicolare i pacchetti di rete all'esterno di una rete locale (LAN).

Gateway è un termine generico che indica il servizio di inoltra dei pacchetti verso l'esterno; il dispositivo hardware che porterà a termine questo compito è tipicamente un router. Nelle reti più semplici è presente un solo *gateway* che inoltra tutto il traffico diretto all'esterno verso la rete Internet. In reti più complesse in cui sono presenti parecchie subnet, ognuna di queste fa riferimento ad un *gateway* che si occuperà di instradare il traffico dati verso le altre sottoreti o reindirizzarlo ad altri *gateway*.

GPS

Il sistema di posizionamento globale, (in inglese: *Global Positioning System*, in sigla: GPS, a sua volta abbreviazione di NAVSTAR GPS, acronimo di NAVigation Satellite Timing And Ranging Global Positioning System o di NAVigation Signal Timing And Ranging Global Position System) è un sistema di posizionamento e navigazione satellitare civile che, attraverso una rete dedicata di satelliti artificiali in orbita, fornisce ad un terminale mobile o ricevitore GPS informazioni sulle sue coordinate geografiche ed orario, in ogni condizione meteorologica, ovunque sulla Terra o nelle sue immediate vicinanze ove vi sia un contatto privo di ostacoli con almeno quattro satelliti del sistema. La localizzazione avviene tramite la trasmissione di un segnale radio da parte di ciascun satellite e l'elaborazione dei segnali ricevuti da parte del ricevitore.

Il sistema GPS è gestito dal governo degli Stati Uniti d'America ed è liberamente accessibile da chiunque sia dotato di un ricevitore GPS. Il suo grado attuale di accuratezza è dell'ordine dei metri, in dipendenza dalle condizioni meteorologiche, dalla disponibilità e dalla posizione dei satelliti rispetto al ricevitore, dalla qualità e dal tipo di ricevitore, dagli effetti di radio propagazione del segnale radio in ionosfera e troposfera (es. riflessione) e dagli effetti della relatività.

GPS Indoor

Un GPS Indoor, sistema di posizionamento interno *Indoor Positioning System* (IPS), è un sistema per localizzare oggetti o persone all'interno di un edificio tramite onde radio, campi magnetici, segnali acustici, o altre informazioni sensoriali raccolte da dispositivi mobili.

Gripper

Il *gripper*, pinze, è un tipo di *end effector* ovvero di dispositivo posto alla fine di un braccio robotico destinato ad interagire con l'ambiente.

GSM

Global System for Mobile Communications (in italiano Sistema globale per comunicazioni mobili) o GSM è lo standard di seconda generazione di telefonia mobile e al 2017 il più diffuso al mondo con più di 3 miliardi di persone in 200 Paesi. Si tratta di uno standard aperto sviluppato dalla conferenza europea delle amministrazioni delle Poste e delle Telecomunicazioni, formalizzato dall'Istituto europeo di standard telecomunicativi e reso operativo dal consorzio 3GPP.

High Performance Computing

In informatica con il termine *High Performance Computing* (HPC) (calcolo ad elevate prestazioni) ci si riferisce alle tecnologie utilizzate da computer cluster per creare dei sistemi di elaborazione in grado di fornire delle prestazioni molto elevate nell'ordine dei PetaFLOPS, ricorrendo tipicamente al calcolo parallelo. Il termine è molto utilizzato essenzialmente per sistemi di elaborazioni utilizzati in campo scientifico.

HTML

L'HyperText Markup Language (HTML; traduzione letterale: linguaggio a marcatori per ipertesti) è un linguaggio di markup. Nato per la formattazione e impaginazione di documenti ipertestuali disponibili nel web 1.0, oggi è utilizzato principalmente per il disaccoppiamento della struttura logica di una pagina web (definita appunto dal markup) e la sua rappresentazione, gestita tramite gli stili CSS per adattarsi alle nuove esigenze di comunicazione e pubblicazione all'interno di internet.

ICT

Le tecnologie dell'informazione e della comunicazione (in inglese *Information and Communications Technology*, in acronimo ICT), sono l'insieme dei metodi e delle tecnologie che realizzano i sistemi di trasmissione, ricezione ed elaborazione di informazioni (tecnologie digitali comprese).

Industria 4.0

Industria 4.0 ci si riferisce ad una modalità organizzativa della produzione di beni o servizi che fa leva sull'integrazione degli impianti con le tecnologie digitali.

Intelligenza artificiale

L'intelligenza artificiale (o IA, dalle iniziali delle due parole, in italiano) è una disciplina appartenente all'informatica che studia i fondamenti teorici, le metodologie e le tecniche che consentono la progettazione di sistemi hardware e sistemi di programmi software capaci di fornire all'elaboratore elettronico prestazioni che, a un osservatore comune, sembrerebbero essere di pertinenza esclusiva dell'intelligenza umana.

Interfaccia uomo-macchina

Interfaccia uomo-macchina IUM (in inglese Human-Machine Interface, HMI) si riferisce allo strato che separa un essere umano che sta utilizzando una macchina dalla macchina stessa. La parola, in inglese si è evoluta da Man-Machine Interface, MMI, usato per decenni. Nella pratica, la sigla "MMI" è ancora usata frequentemente, anche se chi la utilizza dovrebbe chiarire che MMI al giorno d'oggi indica qualcosa di diverso (cioè, ad esempio, "Management and Manufacturing Information", oppure "Mammal-Machine Interface"), per evitare confusione. Un esempio di una interfaccia uomo-macchina è l'hardware e il software di un calcolatore, che rende possibile ad un singolo operatore il monitoraggio ed il controllo remoto di un grande macchinario.

Internet of things

In telecomunicazioni Internet delle cose (o, più propriamente, Internet degli oggetti o IoT, acronimo dell'inglese *Internet of things*) è un neologismo riferito all'estensione di Internet al mondo degli oggetti e dei luoghi concreti.

L'Internet delle cose è una possibile evoluzione dell'uso della rete: gli oggetti (le "cose") si rendono riconoscibili e acquisiscono intelligenza grazie al fatto di poter comunicare dati su se stessi e accedere ad informazioni aggregate da parte di altri.

Java

In informatica Java è un linguaggio di programmazione ad alto livello, orientato agli oggetti e a tipizzazione statica, specificatamente progettato per essere il più possibile indipendente dalla piattaforma di esecuzione.

Java script

In informatica JavaScript è un linguaggio di scripting orientato agli oggetti e agli eventi, comunemente utilizzato nella programmazione Web lato client per la creazione, in siti web e applicazioni web, di effetti dinamici interattivi tramite funzioni di script invocate da eventi innescati a loro volta in vari modi dall'utente sulla pagina web in uso (mouse, tastiera, caricamento della pagina ecc...). Tali funzioni di script possono essere opportunamente inserite in file HTML, in pagine JSP o in appositi file separati con estensione .js poi richiamati nella logica di business.

KANBAN

Utilizzo di una serie di cartellini (o segnali di qualsiasi tipo), per mantenere sotto controllo il flusso di WIP tra due stazioni di lavoro consecutive. I cartellini autorizzano il passaggio di materiale da processare da una stazione a monte a quella valle subito successiva, e ordinano la produzione di nuovo input alla stazione da una stazione a monte a quella a valle subito precedente.

Ladder

Un *ladder diagram* (in italiano diagramma a scala, ma è di uso generale la dizione inglese) è un ausilio grafico per la programmazione dei controllori logici programmabili (PLC) di tipo discreto, divenuto ormai il linguaggio standard di programmazione, a fianco dei linguaggi di tipo assembler, ormai in via di abbandono.

Il linguaggio ladder è stato il primo linguaggio utilizzato per la programmazione del PLC che inizialmente andavano a sostituire i normali quadri a logica cablata che utilizzavano i relè. Nei casi più semplici infatti è facile passare dallo schema funzionale a quello ladder. Con questo linguaggio il programma è scritto all'interno di 2 linee che indicano l'alimentazione. Sono presenti inoltre delle righe orizzontali che congiungono queste verticali

che vengono chiamate rung (poli). Queste linee orizzontali si considerano divise in 2 parti. La parte di sinistra è detta zona di test e sono presenti le variabili di ingresso o variabili interne. La zona di destra detta zona di azione comprende le uscite esterne o interne nonché i blocchi di funzione avanzata. L'energia può fluire solo da sinistra verso destra.

Latenza

La latenza (o tempo di latenza), in informatica, di un sistema può essere definita come l'intervallo di tempo che intercorre fra il momento in cui arriva l'input al sistema ed il momento in cui è disponibile il suo output. In altre parole, la latenza non è altro che una misura della velocità di risposta di un sistema.

LCA (Lyfe Cycle Assessment)

Metodologia per la valutazione sistematica degli impatti ambientali associati ad un prodotto un processo o un'attività identificando e quantificando i materiali utilizzati, l'energia consumata, e gli scarti rilasciati nell'ambiente.

Lean thinking

Controllo costante dell'ottimizzazione delle risorse utilizzate: producendo solo quando vi è richiesta del cliente ed eliminando tutte le attività che non creano valore per il cliente, mirando al miglioramento continuo del sistema produttivo.

LPWAN

Low-Power Wide-Area Network (LPWAN) o Low-Power Network (LPN) è un tipo di rete di telecomunicazioni wireless progettata per consentire le comunicazioni a lungo raggio a basso bit rate (numero di bit al secondo) tra le cose

(oggetti connessi), come ad esempio i sensori gestiti con una batteria.

In particolare, nei casi in cui non si scambiano volumi elevati di dati e quando questi dati si muovono in una rete che connette sensori e attuatori, le reti LPWAN ed in particolare le reti Long Range (LoRa) e SigFox la faranno da padrone.

Machine learning

L'apprendimento automatico (anche chiamato *machine learning* dall'inglese) è una branca dell'Intelligenza artificiale che "fornisce ai computer l'abilità di apprendere senza essere stati esplicitamente programmati" (Arthur Samuel, 1959). L'apprendimento automatico è strettamente legato al riconoscimento di pattern e alla teoria computazionale dell'apprendimento ed esplora lo studio e la costruzione di algoritmi che possano apprendere da un insieme di dati e fare delle predizioni su questi, costruendo in modo induttivo un modello basato su dei campioni. L'apprendimento automatico viene impiegato in quei campi dell'informatica nei quali progettare e programmare algoritmi espliciti è impraticabile.

L'apprendimento automatico è strettamente collegato, e spesso si sovrappone con la statistica computazionale, che si occupa dell'elaborazione di predizioni tramite l'uso di computer. L'apprendimento automatico è anche fortemente legato all'ottimizzazione matematica, che fornisce metodi, teorie e domini di applicazione a questo campo. Per usi commerciali, l'apprendimento automatico è conosciuto come analisi predittiva.

Machine to Machine

M2M, acronimo di *Machine to machine*. In generale ci si riferisce a tecnologie ed applicazioni di telemetria e telematica che utilizzano le reti wireless. *Machine to machine* indica anche un insieme di software ed applicazioni che migliorano l'efficienza e la qualità dei processi tipici di ERP,

CRM e asset management. Il termine M2M è in continua evoluzione. Tra le accezioni di M2M sono compresi i termini *Machine to Human* (M2H) e *Machine to Enterprise* (M2E). Nelle telecomunicazioni mobili il termine M2M indica *Mobile to Mobile* e descrive le comunicazioni che non coinvolgono le linee terrestri.

MES

Con Manufacturing Execution System (MES) si indica un sistema informatizzato che ha la principale funzione di gestire e controllare la funzione produttiva di un'azienda. La gestione coinvolge il dispaccio degli ordini, gli avanzamenti in quantità e tempo, il versamento a magazzino, nonché il collegamento diretto ai macchinari per dedurre informazioni utili ad integrare l'esecuzione della produzione come a produrre informazioni per il controllo della produzione stessa.

Microcontrollori

In elettronica digitale il microcontrollore o *microcontroller* o MCU (*MicroController Unit*) è un dispositivo elettronico integrato su singolo chip, nato come evoluzione alternativa al microprocessore ed utilizzato generalmente in sistemi *embedded* ovvero per applicazioni specifiche (*special purpose*) di controllo digitale.

Microprocessori

Il microprocessore è una tipologia particolare di processore elettronico che si contraddistingue per essere interamente costituita da uno o più circuiti integrati e per questo di dimensioni molto ridotte.

Il microprocessore è attualmente l'implementazione più comune della CPU e della GPU, utilizzato dalla quasi totalità dei moderni computer, con la caratteristica di utilizzare, per tutte le sue elaborazioni, un insieme di istruzioni fondamentali di base (*instruction set*).

Modello di Business

Il modello di business è l'insieme delle soluzioni organizzative e strategiche attraverso le quali l'impresa acquisisce vantaggio competitivo.

In particolare, il modello di business:

- fornisce le linee guida con cui l'impresa converte l'innovazione in acquisizione di valore (profitto) senza prescindere da una adeguata strategia in grado di apportare un vantaggio competitivo nei confronti della concorrenza (traccia così una direzione a cui probabilmente faranno seguito i follower);
- definisce una organizzazione che consenta di condividere la conoscenza all'interno dell'azienda e valorizzare le proprie risorse umane favorendo le condizioni ideali per incentivare l'innovazione;
- individua i rapporti di interazione e cooperazione con fornitori e clienti (mercato) valorizzando le proprie scelte (di modello e/o di business);
- stabilisce le metodologie e gli strumenti per analizzare in modo critico e continuativo i risultati ottenuti dal proprio modello di business confrontandoli con quelli dei propri concorrenti.

Il modello di business è uno dei principali strumenti a disposizione del management per interpretare e gestire le dinamiche interne ed esterne all'azienda.

MUDA

Spreco: Attività organizzativa che non aggiunge valore per il cliente.

PDM

Il Product Data Management (PDM), ovvero Gestore dei Dati di Prodotto, è uno strumento informatico capace di raccogliere le informazioni

relative ad un prodotto. Nell'industria manifatturiera il PDM è un software per la raccolta ed organizzazione di file nelle varie fasi di ideazione, progettazione ed a volte produzione ed obsolescenza di un bene. Solitamente è correlato ai prodotti di creazione documentale come i CAD (Computer Aided Design) per quanto concerne la documentazione tecnica e gli applicativi di front office per la manualistica o documentazione testuale legata al ciclo di vita del prodotto stesso.

Piattaforme web

Il termine piattaforma, in informatica, indica una base software e/o hardware su cui sono sviluppate e/o eseguite applicazioni.

Perdite O.E.E.

Valutazione delle perdite di produzione attraverso il calcolo dell'Indice O.E.E. = $D \cdot P \cdot Q$.

D: Disponibilità – Perdite di produzione che derivano dalle fermate delle macchine

P: Prestazioni – Perdite di produzione dovute ad un rallentamento dei cicli produttivi.

Q: Qualità – Perdite di produzione dovute a tutti quei prodotti che non rispondono ai requisiti minimi di qualità richiesti.

PHP

PHP (acronimo ricorsivo di \PHP: Hypertext Preprocessor\", preprocessore di ipertesti; originariamente acronimo di \"Personal Home Page\") è un linguaggio di scripting interpretato, originariamente concepito per la programmazione di pagine web dinamiche. L'interprete PHP è un software libero distribuito sotto la PHP License.

PLC

Il Controllore a Logica Programmabile o *Programmable Logic Controller* (PLC) è un controllore per industria specializzato in origine nella gestione o controllo dei processi industriali.

Il PLC esegue un programma ed elabora i segnali digitali ed analogici provenienti da sensori e diretti agli attuatori presenti in un impianto industriale. Nel tempo, con la progressiva miniaturizzazione della componentistica elettronica e la diminuzione dei costi, è entrato anche nell'uso domestico; l'installazione di un PLC nel quadro elettrico di un'abitazione, a valle degli interruttori magnetotermico e differenziale (salvavita), permette la gestione automatica dei molteplici sistemi e impianti installati nella casa: impianto di riscaldamento, antifurto, irrigazione, LAN, luci, ecc.

Un PLC è un oggetto hardware componibile. La caratteristica principale è la sua robustezza estrema; infatti normalmente il PLC è posto in quadri elettrici in ambienti rumorosi, con molte interferenze elettriche, con temperature elevate o con grande umidità. In certi casi il PLC è in funzione 24 ore su 24, per 365 giorni all'anno, su impianti che non possono fermarsi mai.

La struttura del PLC viene adattata in base al processo da automatizzare. Durante la progettazione del sistema di controllo, vengono scelte le schede adatte alle grandezze elettriche in gioco. Le varie schede vengono quindi inserite sul BUS o rack del PLC.

PLM

La gestione del ciclo di vita del prodotto, o *Product Lifecycle Management* (PLM) è un approccio strategico alla gestione delle informazioni, dei processi e delle risorse a supporto del ciclo di vita di prodotti e servizi, dalla loro ideazione, allo sviluppo, al lancio sul mercato, al ritiro. Il PLM non è solo una tecnologia informatica, ma piuttosto un approccio integrato, basato su un insieme di

tecnologie, su metodologie di organizzazione del lavoro collaborativo e sulla definizione di processi.

Processo cognitivo

Un processo cognitivo è la sequenza dei singoli eventi necessari alla formazione di un qualsiasi contenuto di conoscenza attraverso l'attività della mente.

Processori

In informatica ed elettronica l'unità di elaborazione o processore è un tipo di dispositivo hardware del computer che si contraddistingue per essere dedicato all'esecuzione di istruzioni, a partire da un instruction set. In altri termini l'unità di elaborazione è il dispositivo che nel computer esegue materialmente l'elaborazione dati di un programma tipicamente sotto la supervisione del sistema operativo attraverso il cosiddetto ciclo di fetch-execute. Le altre componenti del computer sono ausiliarie all'unità di elaborazione oppure costituiscono l'interfaccia di input o l'interfaccia di output (periferiche). L'unità di elaborazione, l'interfaccia di input e l'interfaccia di output sono infatti le tre componenti logiche sempre presenti nel computer. Il processore è un elemento base dell'architettura degli elaboratori.

Prototipo

Il prototipo è il modello originale o il primo esemplare di un manufatto, rispetto a una sequenza di eguali o simili realizzazioni successive. Normalmente costruito in modo artigianale e in scala 1:1, sul prototipo verranno effettuati collaudi, modifiche e perfezionamenti, fino al prototipo definitivo, da avviare alla produzione in serie. Il termine — prevalentemente utilizzato in riferimento a congegni, macchinari e veicoli — deriva dal greco πρωτότυπος, composto di πρωτο, "precedente, primario" e τύπος, "tipo". Il prototipo può essere concettuale, funzionale, tecnico o di

preserie, e in ogni caso può svolgere funzioni differenti nell'azienda.

Open source

In informatica, il termine inglese open source (che significa sorgente aperta) indica un software di cui gli autori (più precisamente, i detentori dei diritti) rendono pubblico il codice sorgente, favorendone il libero studio e permettendo a programmatori indipendenti di apportarvi modifiche ed estensioni. Questa possibilità è regolata tramite l'applicazione di apposite licenze d'uso. Il fenomeno ha tratto grande beneficio da Internet, perché esso permette a programmatori distanti di coordinarsi e lavorare allo stesso progetto.

Process Mining

Il *Process Mining* è una tecnica di *process management*, che permette l'analisi dei processi di business basati sui *log* degli eventi. Attraverso l'uso di specifici algoritmi di *data mining* applicati ai *log* degli eventi si può estrarre conoscenza da questi ultimi: è infatti possibile scoprire mode, modelli e molte altre informazioni riguardanti un sistema informativo. L'obiettivo del *Process Mining*, infatti, è di migliorare quest'ultimo, fornendo tecniche e strumenti per la scoperta di strutture di processi, di dati, di organizzazioni e strutture sociali a partire dai *log*.

Python

Python è un linguaggio di programmazione ad alto livello, orientato agli oggetti, adatto, tra gli altri usi, per sviluppare applicazioni distribuite, *scripting*, computazione numerica e *system testing*.

QR code

Un codice QR (in inglese QR code, abbreviazione di *Quick Response Code*) è un codice a barre

bidimensionale (o codice 2D), ossia a matrice, composto da moduli neri disposti all'interno di uno schema di forma quadrata. Viene impiegato per memorizzare informazioni generalmente destinate a essere lette tramite un telefono cellulare o uno smartphone. In un solo crittogramma sono contenuti 7.089 caratteri numerici o 4.296 alfanumerici. Genericamente il formato matriciale è di 29x29 quadratini.

Il nome "QR" è l'abbreviazione dell'inglese "Quick Response" ("risposta rapida"), in virtù del fatto che il codice fu sviluppato per permettere una rapida decodifica del suo contenuto.

RaspberryPi

Il *RaspberryPi* è un *single-board* computer (un calcolatore implementato su una sola scheda elettronica) sviluppato nel Regno Unito dalla Raspberry Pi Foundation. Il suo lancio al pubblico è avvenuto il 29 febbraio 2012.

L'idea di base è la realizzazione di un dispositivo economico, concepito per stimolare l'insegnamento di base dell'informatica e della programmazione nelle scuole.

Gli impieghi della RaspberryPi superano gli scopi per i quali è stata creata e si vedono applicazioni prototipali in aziende in tutto il mondo.

Realtà aumentata

Per realtà aumentata (o realtà mediata dall'elaboratore in inglese *augmented reality*, abbreviato "AR"), si intende l'arricchimento della percezione sensoriale umana mediante informazioni, in genere manipolate e convogliate elettronicamente, che non sarebbero percepibili con i cinque sensi.

Rete di comunicazione

Una rete di telecomunicazioni è un insieme di dispositivi e dei loro collegamenti (fisici o logici) che consentono la trasmissione e la ricezione di informazioni di qualsiasi tipo tra due o più utenti situati in posizioni geograficamente distinte, effettuandone il trasferimento attraverso cavi, sistemi radio o altri sistemi elettromagnetici o ottici.

Retrofit

Il *retrofit* consiste nell'aggiungere nuove tecnologie o funzionalità ad un sistema vecchio, prolungandone così la vita utile.

Revamping

Revamping è un termine inglese usato in terminologia ferroviaria per indicare interventi di ristrutturazione generale su materiale rotabile come locomotori e carrozze passeggeri, con interessamento di tutti gli impianti del mezzo e con interventi strutturali sulla cassa atti a modificarne anche l'aspetto esteriore.

Il revamping si differenzia dal restyling per il fatto che coinvolge anche interventi più impegnativi sugli impianti e sulle parti meccaniche.

RFID/NFC

In telecomunicazioni ed elettronica con l'acronimo RFID (dall'inglese *Radio-Frequency IDentification*, in italiano identificazione a radiofrequenza) si intende una tecnologia per l'identificazione e/o memorizzazione automatica di informazioni inerenti oggetti, animali o persone (*automatic identifying and data capture*, AIDC) basata sulla capacità di memorizzazione di dati da parte di particolari etichette elettroniche, chiamate *tag* (o anche transponder o chiavi elettroniche e di prossimità), e sulla capacità di queste di rispondere all'interrogazione a distanza da parte di appositi

apparati fissi o portatili, chiamati reader (o anche interrogatori). Questa identificazione avviene mediante radiofrequenza, grazie alla quale un reader è in grado di comunicare e/o aggiornare le informazioni contenute nei *tag* che sta interrogando; infatti, nonostante il suo nome, un reader (ovvero: "lettore") non è solo in grado di leggere, ma anche di scrivere informazioni.

In un certo senso, i dispositivi RFID possono essere quindi assimilabili a sistemi di lettura e/o scrittura senza fili con svariate applicazioni. In questi ultimi anni si sta affermando man mano anche lo standard NFC (*Near Field Communication*, comunicazione in prossimità, 13,56 MHz e fino a 10 cm, ma con velocità di trasmissione dati fino a 424 kbit/s) che estende gli standard per consentire lo scambio di informazioni anche tra lettori.

Risk Management

Approccio alla gestione teso a tenere sotto controllo un'organizzazione relativamente ai rischi (finanziari, operativi etc.), mediante: l'identificazione, la misurazione, la valutazione e la gestione dei rischi stessi.

Roadmap

Roadmap (dall'inglese *road map*, letteralmente tabella di marcia) è comunemente intesa come una sequenza temporale di azioni previste attraverso la quale ci si aspetta di raggiungere un obiettivo. Generalmente definisce il piano di sviluppo di un nuovo prodotto o di una nuova tecnologia. Lo sviluppo di una roadmap ha tre usi principali: 1) Aiuta a raggiungere un consenso su una serie di bisogni e sulle tecnologie necessarie al loro raggiungimento, 2) Fornisce un meccanismo di supporto per le previsioni sugli sviluppi tecnologici, 3) Fornisce un quadro di riferimento per pianificare e coordinare gli sviluppi tecnologici.

Robot

Il robot (pron. robòt o robó, all'inglese ròbot, dalla parola ceca *robota* che significa lavoro pesante, a propria volta derivata dall'antico slavo ecclesiastico *rabota*, servitù) è una qualsiasi macchina (di forma più o meno antropomorfa), in grado di svolgere più o meno indipendentemente un lavoro al posto dell'uomo.

SCEM

Gestione degli eventi lungo la catena logistica (spesso con software dedicato, che elabora ogni singolo evento per verificare se ha un impatto significativo sul corretto flusso dei materiali e prodotti). Software che dà tale prestazione.

Scheda elettronica

In elettronica, una scheda elettronica è un circuito stampato completo di tutti i componenti elettrici ed elettronici, unitamente agli accessori (dissipatori, connettori, ecc.) costituenti il circuito, atto a far funzionare, attraverso funzionalità proprie di elaborazione e/o controllo, una grande varietà di manufatti e apparecchi elettrici nei campi più svariati, dall'aspirapolvere al computer. A volte si tratta di un sottosistema di un sistema elettronico: più schede elettroniche interconnesse tra loro da un'unità centrale di controllo/elaborazione danno infatti vita ad un sistema elettronico.

Semantic web

Con il termine *semantic web*, web semantico termine coniato dal suo ideatore, Tim Berners-Lee, si intende la trasformazione del World Wide Web in un ambiente dove i documenti pubblicati (pagine HTML, file, immagini, e così via) sono associati ad informazioni e dati (metadati) che ne specificano il contesto semantico in un formato adatto all'interrogazione e l'interpretazione (es. tramite

motori di ricerca) e, più in generale, all'elaborazione automatica.

Con l'interpretazione del contenuto dei documenti che il web semantico impone, saranno possibili ricerche molto più evolute delle attuali, basate sulla presenza nel documento di parole chiave, e altre operazioni specialistiche come la costruzione di reti di relazioni e connessioni tra documenti secondo logiche più **elaborate del semplice collegamento ipertestuale**.

Sensore

Il sensore è un dispositivo che si trova in diretta interazione con il sistema misurato ed è, in ambito strettamente metrologico, riferito solamente al componente che fisicamente effettua la trasformazione della grandezza d'ingresso in un segnale di altra natura. I dispositivi in commercio spesso integrano al loro interno anche alimentatori stabilizzati, amplificatori di segnale, dispositivi di comunicazione remota, ecc. In quest'ultimo caso si preferisce definirli trasduttori.

Sistema ciberfisico

Un sistema ciberfisico o ciber-fisico (CPS, dall'inglese cyber-physical system) è un sistema informatico in grado di interagire in modo continuo con il sistema fisico in cui opera. Il sistema è composto da elementi fisici dotati ciascuno di capacità computazionale e riunisce strettamente le cosiddette "tre C": capacità computazionale, comunicazione e capacità di controllo. Le strutture artificiali di calcolo e comunicazione, rappresentate dal prefisso "ciber", formano un sistema distribuito che interagisce direttamente e dinamicamente con il mondo reale che le circonda. Alla base del sistema, il singolo elemento è il dispositivo embedded. Tra le possibili applicazioni: smart grid, controllo intelligente del traffico, domotica, robot cooperanti, telecomunicazioni, automobilismo, avionica, fabbriche intelligenti (dette Industry 4.0).

Simulazione

Per simulazione si intende un modello della realtà che consente di valutare e prevedere lo svolgersi dinamico di una serie di eventi o processi susseguenti all'imposizione di certe condizioni da parte dell'analista o dell'utente.

Le simulazioni sono uno strumento sperimentale di analisi molto potente, utilizzato in molti ambiti scientifici e tecnologici dettato dalla difficoltà o impossibilità di riprodurre fisicamente in laboratorio reale le effettive condizioni da studiare e che si avvale delle grandi possibilità di calcolo offerte dall'informatica e dai sistemi di elaborazione. La simulazione, infatti, altro non è che la trasposizione in termini logico-matematica-procedurali di un "modello concettuale" della realtà; tale modello concettuale o modello matematico può essere definito come l'insieme di processi che hanno luogo nel sistema valutato e il cui insieme permette di comprendere le logiche di funzionamento del sistema stesso. Essa dunque è assimilabile ad una sorta di laboratorio virtuale che consente spesso anche un abbattimento dei costi di studio rispetto ad esperimenti complessi realizzati in laboratorio reale.

Sistema di crittografia

La crittografia (dall'unione di due parole greche: κρυπτός (kryptós) che significa "nascosto", e γραφία (graphía) che significa "scrittura") è la branca della crittologia che tratta delle "scritture nascoste", ovvero dei metodi per rendere un messaggio "offuscato" in modo da non essere comprensibile/intelligibile a persone non autorizzate a leggerlo.

Un tale messaggio si chiama comunemente crittogramma e i metodi usati sono detti tecniche di cifratura.

Sistema di diagnostica automatica

I sistemi di diagnostica automatica sono hardware e software dedicati alla rilevazione automatica dello stato delle macchine e/o dei processi.

La diagnosi dal latino *diagnōsis*, attraverso il greco antico *διάγνωσις* (*diagnōsis*), da *διαγιγνώσκειν* (*diaghignōskein*, capire), formato da *διά* (*diá*, attraverso) + *γιγνώσκειν* (*ghignōskein*, conoscere), è la procedura di ricondurre un fenomeno o un gruppo di fenomeni, dopo averne considerato ogni aspetto, a una categoria. Il diagnostico sfrutta in qualche modo concetti riconducibili al teorema di Bayes, intuitivamente o esplicitamente.

La diagnosi è quindi, in generale, l'identificazione della natura o/e la causa di qualcosa, di qualsivoglia natura.

Sistema di visione artificiale

Un sistema di visione artificiale è un apparato elettronico che esegue funzioni di visione artificiale.

Un sistema di visione artificiale integra una o più telecamere dotate di sistema di acquisizione ed elaborazione immagini integrato o esterno, un software interno e/o esterno alla telecamera ed un sistema di illuminazione.

I sistemi di visione vengono impiegati in diversi campi, dall'industria ai servizi.

Un sistema di visione è in grado di misurare, riconoscere, identificare, selezionare, leggere codici e caratteri, guidare robot (guida robot). A tal fine trova larga applicazione nel controllo qualità dei prodotti, nella tracciabilità e nella loro movimentazione.

Il sistema di visione si integra facilmente con macchine ed impianti con i quali si interfaccia attraverso standard di comunicazione.

Smart factory

L'industry 4.0 evolve ed estende il concetto di *smart factory* che si compone di 3 parti:

- **Smart production:** nuove tecnologie produttive che creano collaborazione tra tutti gli elementi presenti nella produzione ovvero collaborazione tra operatore, macchine e strumenti.
- **Smart services:** tutte le "infrastrutture informatiche" e tecniche che permettono di integrare i sistemi; ma anche tutte le strutture che permettono, in modo collaborativo, di integrare le aziende (fornitore – cliente) tra loro e con le strutture esterne (strade, hub, gestione dei rifiuti, ecc.)
- **Smart energy:** tutto questo sempre con un occhio attento ai consumi energetici, creando sistemi più performanti e riducendo gli sprechi di energia.

Smart grid

Nell'ingegneria elettrica e delle telecomunicazioni una smart grid è l'insieme di una rete di informazione e di una rete di distribuzione elettrica in modo tale da consentire di gestire la rete elettrica in maniera "intelligente" sotto vari aspetti o funzionalità ovvero in maniera efficiente per la distribuzione di energia elettrica e per un uso più razionale dell'energia minimizzando, al contempo, eventuali sovraccarichi e variazioni della tensione elettrica intorno al suo valore nominale.

Smart tracking

Generalmente un sistema di tracciamento (in lingua inglese tracking system) è uno strumento che tiene traccia degli utilizzatori di un servizio a volte finalizzato alla profilazione dell'utente. Può essere parte integrante di sistemi organizzativi (da un'anagrafe ad un bitTorrent tracker) oppure può

essere parte non-integrante (fino a diventare anti-funzionalità) di qualsiasi altro servizio come ad esempio il tracciamento degli utenti a finalità statistiche o per effettuare marketing mirato (come in strumenti di web analytics come Piwik).

SMED (Single Minute Exchange of Dies)

Metodologia per la riduzione dei tempi di set-up nel passaggio da un ordine di produzione ad un altro sullo stesso impianto, mediante:

- Il miglioramento delle operazioni di set-up interno (eseguibili a impianto fermo) e set-up esterno (eseguibili con l'impianto in funzione)
- La trasformazione di operazioni di set-up interno in operazioni di set-up esterno.

SRM (Supply Relationship Management)

Metodologia per creare un processo strutturato e sistematico teso alla riduzione dei costi totali di acquisto dei materiali, dei beni e dei servizi e al mantenimento e miglioramento dei livelli di qualità e servizio della fornitura. Questo viene ottenuto differenziando i fornitori in base alla criticità della fornitura e all'importanza del prodotto approvvigionato, differenziando i fornitori in partner e collaboratori e tenendo traccia delle interazioni tra l'azienda ed i suoi fornitori.

System Dynamics

System Dynamics, dinamica del sistema (SD), consiste in una metodologia per la modellazione ed una tecnica di simulazione al computer per inquadrare, comprendere e discutere questioni e problemi complessi.

La dinamica dei sistemi è un aspetto della teoria dei sistemi come metodo per la comprensione del comportamento dinamico dei sistemi complessi. La base del metodo è il riconoscimento che la struttura

di ogni sistema - le molte relazioni circolari, intrecciate e a volte ritardate esistenti tra le sue componenti - è spesso altrettanto importante nel determinare il suo comportamento quanto i singoli componenti stessi.

Ciò che rende la dinamica dei sistemi diversa da altri approcci allo studio dei sistemi complessi è l'uso degli anelli di retroazione e dei livelli e flussi (nella dinamica dei sistemi, i termini "livello" e "stock" possono considerarsi intercambiabili). Questi elementi aiutano a descrivere come anche sistemi apparentemente semplici esibiscono una non linearità sconcertante.

Tag

Un *tag* (cioè etichetta, marcatore, identificatore) è una parola chiave o un termine associato a un'informazione (un'immagine, una mappa geografica, un post, un video clip...), che descrive l'oggetto rendendo possibile la classificazione e la ricerca di informazioni basata su parole chiave. I *tag* sono generalmente scelti in base a criteri informali e personalmente dagli autori/creatori dell'oggetto dell'indicizzazione. Tuttavia i *tag* possono anche essere usati in modo improprio, ovvero fornire indicazioni riguardo all'opinione che qualcuno ha di un'opera e quindi essere correlati al consumatore del contenuto e non al contenuto in sé. Da qui si evince come il semplice associare *tag* non sia sufficiente a dare un livello semantico alla rete, sebbene alcuni includano il meccanismo del tagging nel web semantico.

Teleoperation

Teleoperation, teleoperazione, indica il funzionamento di una macchina a distanza. È simile al significato della frase "comando a distanza", ma di solito sono interscambiabili nella ricerca, negli ambienti accademici e tecnici. È più comunemente associata alla robotica e ai robot mobili, ma può essere applicata a tutta una serie di circostanze in

cui un dispositivo o di una macchina è gestito da una persona a distanza.

Il termine teleoperazione è usato nella ricerca e nelle comunità tecniche come termine standard per riferirsi al funzionamento a distanza. Questo è in contrasto con la telepresenza che è un termine meno standard e potrebbe fare riferimento a tutta una serie di esistenze o interazioni che includono una connotazione remota.

TPM (Total Productive Maintenance)

Manutenzione preventiva degli impianti effettuata su base statistica (approccio predittivo), che richiede l'attuazione di un sistema di manutenzione programmata sulla base della raccolta dei dati relativi all'affidabilità dei componenti dell'impianto stesso. Presuppone inoltre il coinvolgimento la partecipazione della progettazione e sviluppo, della produzione e della manutenzione per la progettazione e lo sviluppo delle attrezzature e delle parti di impianto tali che la manutenzione avvenga più rapidamente.

Visual planning

Strumento per la pianificazione ed il coordinamento della forza lavoro attraverso la rappresentazione dei flussi di lavoro su supporto elettronico e non, suddividendoli in: lavori in attesa di essere presi in carico, lavori in corso e lavori completati.

Wearable device

Un dispositivo indossabile (in inglese, wearable device) fa parte di una tipologia di dispositivi elettronici che si indossano solitamente sul polso e hanno funzioni quali notificatori collegati allo smartphone con il wireless, le onde medie FM o più spesso con il Bluetooth. A ciò si aggiungono funzionalità spesso legate al fitness.

Wi-fi

Nel campo delle telecomunicazioni, il Wi-Fi è una tecnologia che attraverso i relativi dispositivi consente a terminali di utenza di collegarsi tra loro attraverso una rete locale in modalità wireless (WLAN) basandosi sulle specifiche dello standard IEEE 802.11.

A sua volta la rete locale così ottenuta può essere allacciata alla rete Internet tramite un router e usufruire di tutti i servizi di connettività offerti da un ISP.

Qualunque dispositivo o terminale di utenza (computer, cellulare, palmare, tablet ecc.) può connettersi a reti di questo tipo se integrato con le specifiche tecniche del protocollo Wi-Fi.

Zigbee

In telecomunicazioni nel mondo delle tecnologie wireless ZigBee rappresenta uno dei principali standard di comunicazione, curato dalla ZigBee Alliance. Attraverso l'uso di piccole antenne digitali a bassa potenza e basso consumo basate sullo standard IEEE 802.15.4 per wireless personal area networks (WPAN), lo standard specifica una serie di profili applicativi che permettono di realizzare una comunicazione specifica per i diversi profili tipici nel campo delle Wireless Sensor Networks, che variano dal mondo dell'energia (*Smart Energy*) al mondo della domotica (*Home Automation* e *ZigbeeLightLink*). La relazione esistente fra ZigBee e IEEE 802.15.4-2003 è simile a quella esistente la Wi-Fi Alliance e IEEE 802.11.

La specifica ZigBee 1.0 è stata approvata il 14 dicembre 2004 ed è pubblicamente disponibile per gli sviluppatori, ma non è consentito usare il logo della ZigBee Alliance per scopi commerciali se prima il dispositivo non viene certificato dall'Associazione (e dunque deve passare una procedura di test passando attraverso una delle Test Houses ufficiali dell'Alliance). I produttori di chipset ZigBee prevedono dispositivi da 128 kB.

Nel 2014 la ZigBee Alliance ha annunciato un nuovo stack protocollare chiamato ZigBee 3.0, che andrà ad inglobare diversi profili applicativi oggi visti come verticali e non interoperabili fra loro. Di fatto,

una volta rilasciato questo stack (che andrà a sostituire l'ultima versione, la specifica ZigBee PRO 2007) vi saranno solo 2 domini principali, uno per l'*Energy* e uno per l'*Home Automation*.

Le illustrazioni di questo volume sono state create da Luca Diamanti

<https://it.linkedin.com/in/luca-diamanti>

Editing e armonizzazione dei contenuti a cura di Alessandro Guadagni

<https://www.linkedin.com/in/alessandro-guadagni-55934129/>

Glossario a cura di Filippo Chiarello

<https://www.linkedin.com/in/filippo-chiarello-2b382770/>

Facebook: @Industria40senzaSlogan

Twitter: @i4ZeroSlogan

ISBN: 9788894901030

2017 Towel Publishing S.r.l.s Pisa

I edizione 24 luglio 2017



Quest'opera è distribuita con Licenza Creative Commons [Attribuzione – Non commerciale – Condividi allo stesso modo] 4.0 Internazionale.

URL: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/legalcode>